UNIWERSYTET WARMIŃSKO – MAZURSKI W OLSZTYNIE
WYDZIAŁ NAUKI O ŻYWNOŚCI



KATEDRA INŻYNIERII, APARATURY PROCESOWEJ
I BIOTECHNOLOGII ŻYWNOŚCI
Kierunek studiów: Technologia Żywności i Żywienie Człowieka
nr albumu: 1395

Adriana Bomba

CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA STABILNOŚĆ EMULSJI MLECZNYCH TYPU O/W

Praca doktorska
wykonana pod kierunkiem
prof. dr hab. Andrzeja Babuchowskiego

Olsztyn 2022

UNIVERSITY OF WARMIA AND MAZURY IN OLSZTYN

FACULTY OF FOOD SCIENCES



DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING, PROCESS EQUIPMENT AND BIOTECHNOLOGY
Field of study: Food Technology and Human Nutrition
nr albumu: 1395

Adriana Bomba

FACTORS AFFECTING THE STABILITY OF O/W DAIRY EMULSIONS

PhD Thesis
Written under the supervision of
prof. dr hab. Andrzeja Babuchowskiego

Olsztyn 2022

Spis treści

Spis rysunków 7
Spis tabel 9
Streszczenie w języku polskim 13
Streszczenie w języku angielskim 16
1. Wstęp 18
2. Zagadnienie w świetle literatury 19
3. Cele i hipotezy pracy dysertacyjnej 37
4. Część doświadczalna 38
4.1. Materiały 38
4.2. Metody 41
4.2.1. Zawartość białka, azotu niebiałkowego, białek serwatkowych i kazeiny, met. Kjeldahla (PN-EN ISO 8968-4) 41
4.2.2. Zawartość tłuszczu, met. grawimetryczna (PN-EN ISO 1211 ISO 1211:2010, IDF 1:2010) 41
4.2.3. Profil kwasów tłuszczowych, met. chromatograficzna (ISO 15885:2002, IDF 184:2002) 41
4.2.4. Zawartość WKT (Wolne Kwasy Tłuszczowe), met. BDI - Bureau of Dairy Industries (IDF Bulletin no 265/1991) 41
4.2.5. Liczba nadtlenkowa, met. miareczkowa (ISO 3976:2006, IDF 74:2006) 42
4.2.6. Śmietankowanie, met. podstojowa (specyficzna) 42
4.2.7. Wolny tłuszcz, zmodyf. met. Gerbera (Halter i in. 1978, Fink i Kessler 1983, Kessler i Fink 1992) 42
4.2.8. Ocena skuteczności homogenizacji, zmodyfikowana met. mikroskopowa (PN-A-86059:1975) 43
a) Mleko surowe i standaryzowane 43
4.2.9. Analiza rozkładu wielkości cząstek, met. dyfrakcji laserowej (Michalski i in. 2001, Nowak i in. 2017) 43
4.2.10. Ocena jednorodności/ skuteczności homogenizacji, met. NIZO 45
4.2.11. Ilość białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi, Cano Ruiz i Richter (1997) 45
4.2.12. Test przechowalniczy 46
4.2.13. Szacowanie stabilności mleka 46

Szacowanie stabilności mleka przeprowadzono z wykorzystaniem siły odśrodkowej. Mleko wirowano w warunkach: 4407g, 45°C 10 min, a następnie określano procent wagowy osadu, który utworzył się na dnie naczynka wirowniczego. 46
4.2.14. Analiza statystyczna 46
5. Wyniki i dyskusja 48
5.1. Wpływ sezonu 48
5.1.1. Wpływ sezonu na zmianę właściwości fizykochemicznych 48
5.1.1. Wpływ sezonu na zmianę profilu kwasów tłuszczowych 52
5.1.2. Wpływ sezonu na śmietankowanie 59
5.1.3. Wpływ sezonu na wolny tłuszcz 65
5.1.4. Wpływ sezonu na ilość osadu 66
5.1.5. Wpływ sezonu na procentowy udział kuleczek tłuszczowych >2µm 66
5.1.2. Wpływ sezonu na rozkład wielkości kuleczek tłuszczowych 68
5.1.3. Wpływ sezonu na jednorodność/ skuteczność homogenizacji mleka 77
5.1.4. Wpływ sezonu na ilość białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi 78
5.7.1 Wpływ sezonu na ilość osadu wytrąconego pod wpływem przyspieszonego testu stabilności w mleku komercyjnym 79
5.2. Badanie zmian zachodzących w czasie chłodniczego przechowywania 79
5.2.1. Zmiany składu mleka w czasie jego chłodniczego przechowywania 79
5.2.2. Zmiany profilu kwasów tłuszczowych mleka w czasie chłodniczego przechowywania 82
5.2.3. Zmiana udziału kuleczek tłuszczowych >2µm w mleku w czasie chłodniczego przechowywania 84
5.2.4. Zmiana rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka w czasie chłodniczego przechowywania 85
5.2.5. Zmiana jednorodności/skuteczności homogenizacji w czasie chłodniczego przechowywania 87
5.2.6. Zmiana ilości białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi w czasie chłodniczego przechowywania 88
5.2.7. Zmiana ilości osadu wytrąconego pod wpływem przyspieszonego testu stabilności w mleku komercyjnym podczas chłodniczego przechowywania mleka 88
5.3. Wpływ standaryzacji 88
5.3.1. Wpływ standaryzacji na zmianę właściwości fizykochemicznych mleka 88

5.3.2. Wpływ standaryzacji na zmianę profilu kwasów tłuszczowych 92
5.3.3. Wpływ standaryzacji na udział kuleczek tłuszczowych >2µm 92
5.3.4. Wpływ standaryzacji na rozkład wielkości kuleczek tłuszczowych..... 93
5.3.5. Wpływ standaryzacji na jednorodność mleka 97
5.4. Wpływ homogenizacji..... 98
5.4.1. Wpływ homogenizacji na skład fizykochemiczny..... 98
- Porównanie mleka homogenizowanego i komercyjnego..... 98
- Wpływ homogenizacji na właściwości fizykochemiczne mleka w czasie, ST vs H, t={0,1,2} (Tab. 39, wyniki szczegółowe Załącznik, Tab. 45)..... 99
5.4.2. Wpływ homogenizacji na profil kwasów tłuszczowych 102
- Porównanie mleka homogenizowanego i komercyjnego..... 102
- Wpływ homogenizacji na profil kwasów tłuszczowych..... 103
5.4.3. Procentowy udział kuleczek tłuszczowych >2µm w mleku ESL (H/A) i UHT (H/B, H/C1, H/C2)..... 104
5.4.4. Porównanie skuteczności homogenizacji mleka UHT (H/B, H/C1, H/C2) i ESL (H/A)..... 105
5.4.5. Porównanie między metodami: mikroskopową, dyfrakcji laserowej i NIZO, przeprowadzone dla prób mleka homogenizowanego..... 106
5.4.6. Porównanie ilości białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi mleka ESL i UHT 108
5.4.7. Badanie przechowalnicze mleka UHT: kohezja tłuszczu/ osad 109
5.4.8. Różnica ilości osadu wytrąconego pod wpływem przyspieszonego testu stabilności w mleku komercyjnym ESL i UHT 113
6. Wnioski..... 114
7. Wykaz piśmiennictwa 116
8. Załącznik 130
8.1. Skład fizykochemiczny 130
8.2. Profil kwasów tłuszczowych 134
8.3. Śmietankowanie..... 138
8.4. Osad..... 146
8.5. Wolny tłuszcz, zmodyfikowana metoda Gerbera 147
8.6. Procentowy udział kuleczek tłuszczowych >2µm..... 149
8.7. Parametry rozkładu wielkości cząstek 150
8.8. Jednorodność/ skuteczność homogenizacji (NIZO)..... 159

8.9. Ilość białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi mleka..... 160
8.10. Ilość osadu wytrąconego z mleka komercyjnego pod wpływem wirowania w warunkach 4407g, 45°C, 10 min 161
8.11. Inne..... 162

Spis rysunków

Rys. 1. Zakres metod analitycznych do pomiaru wielkości cząstek fazy rozproszonej emulsji o/w 29
Rys. 2. Zmiana rozkładu wielkości cząstek w czasie pomiaru mleka homogenizowanego zawieszonego w wodzie, mierzonego za pomocą dyfrakcji laserowej 32
Rys. 3. Budowa miceli kazeinowych (Tetra Pak 1995) 34
Rys. 4. Schematyczny rysunek struktury kompleksu kazeiny z SDS (Chakraborty 2008). 36
Rys. 5. Schemat technologiczny produkcji mleka pitnego (ESL/ UHT) 39
Rys. 6. Pipeta wirownicza 45
Rys. 7. Azot niebiałkowy, mleko homogenizowane po pierwszym miesiącu przechowywania – sezon jesienno-zimowy (Z) vs sezon wiosenno-letni (L), Z<L* 49
Rys. 8. Interakcja efektów S·t – mleko surowe, kw. tł. trans 51
Rys. 9. Interakcja efektów S x t – mleko surowe, C15:0 57
Rys. 10. Interakcja efektów S x t – mleko standaryzowane, C15:0 58
Rys. 11. Interakcja efektów S x t – mleko homogenizowane, C15:0 58
Rys. 12. Interakcja efektów S x t – mleko homogenizowane, C18:2 59
Rys. 13. Śmietankowanie – mleko surowe 61
Rys. 14. Śmietankowanie – mleko standaryzowane 63
Rys. 15. Śmietankowanie – mleko homogenizowane 64
Rys. 16. Wolny tłuszcz – obraz mikroskopowy: A – basen wolnego tłuszczu, B – wolny tłuszcz, oblepiający pęcherzyk powietrza 66
Rys. 17. Wpływ sezonowości na udział kuleczek tłuszczowych >2µm, SR, t=1: Z>L* 67
Rys. 18. Porównanie jednorodności mleka surowego i standaryzowanego w sezonie jesienno-zimowym: wynik analizy statystycznej – ST, t=2, Z<L* 78
Rys. 19. Porównanie ilości białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi mleka ESL homogenizowanego w sezonie jesienno-zimowym (Z) i wiosenno-letnim (L): Test kolejności par Wilcoxona Z>L** 78
Rys. 20. Porównanie ilości białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi mleka UHT homogenizowanego w sezonie jesienno-zimowym (Z) i wiosenno-letnim (L): Test U-Manna Whitney'a Z>L**, t=0 79
Rys. 21. Zmiany procentowego udziału kuleczek tłuszczowych >2µm w czasie – mleko homogenizowane UHT: wyniki analizy statystycznej – MANOVA **, Post hoc NIR Fishera: 0,2<4<6** 84

Rys. 22. Zmiana jednorodności mleka homogenizowanego UHT w czasie chłodniczego przechowywania: wyniki analizy statstycznej: MANOVA **, Post hoc NIR Fishera: 0,2,4<6** 88
Rys. 23. Wyniki badania wpływu standaryzacji na zmianę profilu kw. tł.– kw. tł. C16:1 [g/100g tł.], t=2, SR<ST** 92
Rys. 24. Wpływ homogenizacji na zmianę profilu kw. tł.– kw. tł. C10:0 [g/100g tł.], t=0, ST>H* 103
Rys. 25. Porównanie procentowego udziału kuleczek tłuszczowych >2µm w mleku ESL i UHT: wyniki analizy statystycznej – Test T dla prób niezależnych UHT<ESL** (p=0,000) 104
Rys. 26. Porównanie procentowego udziału kuleczek tłuszczowych >2µm w mleku UHT homogenizowanym przy różnych parametrach procesu (pochodzącym z różnych źródeł): wyniki analizy statystycznej – ANOVA Friedmana n/s (p=0,071) 105
Rys. 27. Porównanie skuteczności homogenizacji mleka UHT i ESL: wynik analizy statystycznej – Test T dla prób niezależnych UHT>ESL** (p=0,000) 105
Rys. 28. Porównanie skuteczności homogenizacji mleka UHT między grupami prób poddanymi różnym parametrom procesu, ANOVA Friedmana: **(p=0,002), Post hoc for Friedman: B,C2>C* 106
Rys. 29. Porównanie ilości białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi mleka ESL i UHT: Test T dla prób niezależnych ESL<UHT ** (p=0,000) 108
Rys. 30. Porównanie ilości białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi mleka UHT homogenizowanego z użyciem różnych parametrów procesu: ANOVA Kruskala Wallisa n/s (p=0,085) 109
Rys. 31. Opakowanie komercyjne mleka 3,2/H/C2 110
Rys. 32. Porównanie ilości osadu wytrąconego pod wpływem przyspieszonego testu stabilności mleka ESL i UHT: Test T dla prób niezależnych ESL<UHT ** (p=0,009)... 113
Rys. 33. Porównanie ilości osadu wytrąconego pod wpływem przyspieszonego testu stabilności mleka UHT homogenizowanego z użyciem różnych parametrów procesu: ANOVA Kruskala Wallisa n/s (p=0,262)..... 113

Spis tabel

Tab. 1. Potencjał zeta natywnych i homogenizowanych kuleczek tłuszczowych 23
Tab. 2. Potencjał zeta homogenizowanych i pasteryzowanych kuleczek tłuszczowych 24
Tab. 3. Wpływ kolejności procesów homogenizacji (p) i obróbki termicznej (T) na parametry fizykochemiczne mleka..... 27
Tab. 4. Innowacyjne metody badania rozkładu wielkości cząstek (McClements 2007) 28
Tab. 5. Zastosowanie statystycznej dyfrakcji laserowej do badania stabilności emulsji typu o/w..... 30
Tab. 6. Eliminacja miceli kazeinowych z wyniku rozkładu wielkości cząstek 33
Tab. 7. Bufory powodujące rozpad agregatów kuleczek tłuszczowych..... 35
Tab. 8. Materiały..... 38
.Tab. 9. Ustawienia programu do chromatograficznego rozdziału kw. tłuszczowych..... 41
Tab. 10. Ustawienia programu do badania rozkładu wielkości cząstek met. dyfrakcji laserowej..... 43
Tab. 11. Objaśnienie parametrów rozkładu wielkości cząstek, Malvern Manual (2005) ... 44
Tab. 12. Porównanie parametrów fizykochemicznych mleka surowego jesienno-zimowego (Z) i wiosenno-letniego (L) w trakcie przechowywania 48
Tab. 13. Porównanie parametrów fizykochemicznych mleka standaryzowanego jesienno-zimowego (Z) i wiosenno-letniego (L) w trakcie przechowywania 49
Tab. 14. Wyniki istotności interakcji efektu sezonowości i czasu przechowywania – mleko surowe, wł. fizykochemiczne..... 51
Tab. 15. Wykaz badanych kw. tłuszczowych..... 52
Tab. 16. Porównanie profilu kw. tł. mleka surowego jesienno-zimowego (Z) i wiosenno-letniego (L) w trakcie przechowywania 53
Tab. 17. Porównanie profilu kw. tł. mleka standaryzowanego jesienno-zimowego (Z) i wiosenno-letniego (L) w trakcie przechowywania 54
Tab. 18. Wyniki porównania profilu kw. tł. prób mleka homogenizowanego w sezonie jesienno-zimowym i wiosenno-letnim w trakcie przechowywania 55
Tab. 19. Wyniki porównania profilu kw. tł. prób mleka komercyjnego w sezonie jesienno-zimowym i wiosenno-letnim w trakcie przechowywania 55
Tab. 20. Wyniki istotności interakcji efektu sezonowości i czasu przechowywania – mleko surowe, profil. kw. tł. 57
Tab. 21. Wyniki istotności interakcji efektu sezonowości i czasu przechowywania – mleko standaryzowane, profil. kw. tł..... 58

Tab. 22. Wynik istotności interakcji efektów S·t profilu kw. tł. mleka homogenizowanego – C15:0 59
Tab. 23. Wynik istotności interakcji efektów S·t profilu kw. tł. mleka komercyjnego – C18:2 59
Tab. 24. Dane literaturowe dotyczące szybkości śmietankowania 62
Tab. 25. Porównanie mleka surowego (SR), standaryzowanego (ST) i homogenizowanego (H) – przykładowy obraz mikroskopowy. Powiększenie 100x 67
Tab. 26. Wykresy rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka surowego w sezonie jesienno-zimowym i wiosenno-letnim: cz. I 69
Tab. 27. Wykresy rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka surowego w sezonie jesienno-zimowym i wiosenno-letnim: cz. II 70
Tab. 28. Krystalizacja 72
Tab. 29. Wykresy rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka standaryzowanego w sezonie jesienno-zimowym i wiosenno-letnim: cz. I 74
Tab. 30. Wykresy rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka standaryzowanego w sezonie jesienno-zimowym i wiosenno-letnim: cz. II 75
Tab. 31. Istotność zmian parametrów fizykochemicznych mleka surowego w czasie chłodniczego przechowywania 80
Tab. 32. Wyniki analizy istotności zmian profilu kw. tł. jesienno-zimowego mleka SR, ST, H i K w czasie 82
Tab. 33. Wpływ standaryzacji na zmianę właściwości fizykochemicznych mleka w czasie chłodniczego przechowywania: porównanie SR vs ST w trakcie przechowywania 89
Tab. 34. Wpływ standaryzacji na udział kuleczek tłuszczowych 2 μm w mleku 93
Tab. 35. Porównanie rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka surowego i standaryzowanego: cz. I 95
Tab. 36. Porównanie rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka surowego i standaryzowanego: cz. II 96
Tab. 37. Wpływ standaryzacji na jednorodność mleka: wyniki analizy statystycznej 98
Tab. 38. Wyniki porównania próbek mleka homogenizowanego i komercyjnego w trakcie przechowywania 99
Tab. 39. Wyniki porównania prób mleka standaryzowanego i homogenizowanego w trakcie przechowywania 100
Tab. 40. Wyniki porównania profilu kw. tł. prób mleka homogenizowanego i komercyjnego w trakcie przechowywania 102

Tab. 41. Porównanie między metodami mikroskopową, NIZO i dyfrakcji laserowej, przeprowadzona dla prób mleka homogenizowane: Korelacja Pearsona 107
Tab. 42. Badania przechowalnicze:3,2/H/A 110
Tab. 43.Badania przechowalnicze: 3,2/H/B 111
Tab. 44. Badania przechowalnicze: 3,2/H/C1 112
Tab. 45. Wyniki parametrów fizykochemicznych mleka przeznaczonego na produkcję mleka UHT (źródło: B, C1, C2) i ESL (źródło A) standaryzowanego do zawartości tłuszczu 3,2%, analizowanego w sezonie jesienno – zimowym (Z) i wiosenno – letnim (L) 130
Tab. 46. Profil kwasów tłuszczowych mleka przeznaczonego na produkcję mleka UHT (źródło: B, C1, C2) i ESL (źródło A) standaryzowanego do zawartości tłuszczu 3,2%, analizowanego w sezonie jesienno – zimowym (Z) i wiosenno – letnim (L), zawartość poszczególnych kwasów tłuszczowych wyrażono w g/100g tłuszczu..... 134
Tab. 47. Wolny tłuszcz na powierzchni lustra cieczy – 3,2/A..... 138
Tab. 48. Wolny tłuszcz na powierzchni lustra cieczy – 3,2/B..... 139
Tab. 49. Wolny tłuszcz na powierzchni lustra cieczy – 3,2/C1..... 140
Tab. 50. Wolny tłuszcz na powierzchni lustra cieczy – 3,2/C2..... 141
Tab. 51. Wolny tłuszcz na powierzchni lustra cieczy – L/3,2/A 142
Tab. 52. Wolny tłuszcz na powierzchni lustra cieczy – L/3,2/B 143
Tab. 53. Wolny tłuszcz na powierzchni lustra cieczy – L/3,2/C1 144
Tab. 54. Wolny tłuszcz na powierzchni lustra cieczy – L/3,2/C2 145
Tab. 55. Osad 146
Tab. 56. Wolny tłuszcz – buteleczki Babocka..... 147
Tab. 57. Wyniki procentowego udziału kuleczek tłuszczowych >2µm mleka przeznaczonego na produkcję mleka UHT (źródło: B, C1, C2) i ESL (źródło A) standaryzowanego do zawartości tłuszczu 3,2%, analizowanego w sezonie jesienno – zimowym (Z) i wiosenno – letnim (L) 149
Tab. 58. Wyniki rozkładu wielkości cząstek mleka przeznaczonego na produkcję mleka UHT (źródło: B, C1, C2) i ESL (źródło A) standaryzowanego do zawartości tłuszczu 3,2% lub 2%, nierozgrzewanego przed pomiarem (–) lub rozgrzewanego przed pomiarem (50C), zawieszonego w buforze dysocjującym micele kazeinowe (EDTA) lub w buforze rozbijającym agregaty kuleczek tłuszczowych (SDS), analizowanego w sezonie jesienno – zimowym (–) lub wiosenno – letnim (L)..... 150
Tab. 59. Wyniki jednorodności (SR, ST) skuteczności homogenizacji (H) mleka na produkcję mleka UHT (źródło: B, C1, C2) i ESL (źródło A) standaryzowanego do

zawartości tłuszczu 3,2%, analizowanego w sezonie jesienno – zimowym (Z) i wiosenno – letnim (L) 159
Tab. 60. Wyniki ilości białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi mleka na produkcję mleka UHT (źródło: B, C1, C2) i ESL (źródło A) standaryzowanego do zawartości tłuszczu 3,2%, analizowanego w sezonie jesienno – zimowym (Z) i wiosenno – letnim (L), g białka/ g tłuszczu 160
Tab. 61. Wyniki ilości osadu wytrąconego z mleka komercyjnego pod wpływem wirowania w warunkach 4407g, 45°C, 10 min 161
Tab. 62. Wpływ sezonowości na zmianę rozkładu wielkości cząstek kuleczek tłuszczowych mleka surowego w czasie chłodniczego przechowywania 162
Tab. 63. Wpływ sezonowości na zmianę rozkładu wielkości cząstek kuleczek tłuszczowych mleka standaryzowanego w czasie chłodniczego przechowywania 167
Tab. 64. Wpływ sezonowości na zmianę parametrów rozkładu wielkości cząstek mleka homogenizowanego ESL w czasie chłodniczego przechowywania 172
Tab. 65. Wpływ sezonowości na zmianę parametrów rozkładu wielkości cząstek mleka homogenizowanego UHT w czasie chłodniczego przechowywania 178
Tab. 66. Zmiany rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka surowego w czasie chłodniczego przechowywania 182
Tab. 67. Zmiany rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka standaryzowanego w czasie chłodniczego przechowywania 188
Tab. 68. Analiza zmian rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka homogenizowanego ESL w czasie chłodniczego przechowywania 195
Tab. 69. Zmiana parametrów rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych w czasie chłodniczego przechowywania, rozpatrywana oddzielnie dla mleka homogenizowanego UHT poddanego homogenizacji przy innych parametrach procesu 199
Tab. 70. Porównanie parametrów rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych pomiędzy grupami mleka UHT różniących się parametrami procesu homogenizacji 216
Tab. 71. Wpływ standaryzacji na zmianę rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych w czasie chłodniczego przechowywania 240

Streszczenie w języku polskim

Celem pracy było:

- ocena wpływu wybranych parametrów obróbki technologicznej w warunkach przemysłowych na zmianę składu i stabilności mleka w czasie przechowywania;
- zbadanie różnicy składu i stabilności różnych rodzajów mleka płynnego w zależności od sezonu;
- ocena przydatności wybranych metodyk do śledzenia zmian stabilności emulsji;
- zbadanie mechanizmu destabilizacji emulsji mlecznych typu o/w.

Materiał do badań stanowiły próbki pobrane na różnym etapie procesu technologicznego z trzech źródeł (A, B, C) i czterech linii przemysłowych. Próbki zakonserwowano i przechowywano w temp. 4°C przez okres 2 miesięcy (mleko surowe, standaryzowane i homogenizowane ESL) lub 6 miesięcy (mleko homogenizowane UHT). Próbki te porównywano z próbkami mleka komercyjnego przechowywanego w opakowaniach handlowych przez pełen okres przydatności do spożycia i w trybie przyspieszonym: met. wirowniczą.

Analizie poddano zmiany zachodzące w następujących składnikach mleka: tłuszcz mleczny, białko ogółem, kazeina, azot niebiałkowy, białka serwatkowe. W badaniach nacisk położono na analizę fazy rozproszonej mleka, czyli fazy tłuszczowej. W związku z czym badano zmiany wielkości kuleczek tłuszczowych i ich organizacji w fazie ciągłej układu, udział procentowy kuleczek tłuszczowych >2μm, rozkład wielkości kuleczek tłuszczowych, jednorodność fazy zdyspergowanej mleka/ skuteczność homogenizacji, a także ilość białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi. Oznaczono również profil kwasów tłuszczowych, WKT i liczbę nadtlenkową.

Stwierdzono, że pory roku (sezonowość) miały istotny wpływ na skład mleka surowego (SR) w zakresie zawartości tłuszczu (Z<L), składu kwasów tłuszczowych (C4:0 Z<L, C16:1 Z<L, C20:0 Z<L, C18:2 Z>L), a także na rozkład wielkości kuleczek tłuszczowych (Z>L) i szybkość procesów destabilizacji fizycznej (Z>L).

Występowały istotne różnice między mlekiem standaryzowanym (ST) sezonu jesienno-zimowego, a wiosenno-letniego w zakresie parametrów: azot niebiałkowy (Z<L), a także profil kwasów tłuszczowych (C4:0 Z<L, C6:0 Z<L, C14:0 Z>L). Sezonowość miała również wpływ na szybkość destabilizacji fazy tłuszczowej mleka standaryzowanego, przy czym standaryzowane mleko zimowe ulegało destabilizacji szybciej, niż standaryzowane mleko letnie.

Homogenizowane mleko zimowe (H) charakteryzowało się niższą zawatością azotu niebiałkowego (Z<L). Ponadto, homogenizowane mleko zimowe miało wyższą zawartość

kwasów tłuszczowych C14:0 i C18:2, a niższy poziom kwasu tłuszczowego C18:1 trans. Sezonowość miała także wpływ na szybkość separacji faz mleka homogenizowanego, przy czym tendencja była w tym wypadku odwrócona, tzn. homogenizowane mleko letnie śmietankowało szybciej niż mleko zimowe. Stwierdzono, że w przypadku mleka surowego różnice składu kwasów tłuszczowych i wielkości kuleczek tłuszczowych (a więc prawdopodobnie również składu samej membrany) przekładają się na różną podatność tłuszczu mlecznego na proces homogenizacji. Wyrażono przypuszczenie, że siła tego efektu spada wraz ze wzrostem zastosowanych w procesie homogenizacji ciśnień. Wykazano, że homogenizowane mleko zimowe, charakteryzowało się większą ilością białek zaadsorbowanych na membranie, niż mleko letnie, co może stanowić jeden z powodów, że homogenizowane mleko zimowe charakteryzowało się większą odpornością na śmietankowanie.

Porównanie mleka surowego i standaryzowanego w trakcie przechowywania pozwoliło stwierdzić, że proteoliza w mleku standaryzowanym zachodziła intensywniej niż w mleku surowym.

Standaryzacja i pasteryzacja mleka wywołały zmiany na powierzchni kuleczek tłuszczowych, które sprawiły, że mleko standaryzowane stało się bardziej podatne na procesy destabilizacji fizycznej (zmniejszenie siły przebicia membrany). Co więcej, siła tego efektu przewyższyła siłę zależności szybkości zmian destabilizacyjnych w mleku w zależności od zawartości tłuszczu.

Homogenizacja (wraz z obróbką termiczną UHT lub hartowaniem) lepiej zabezpieczyła mleko przed niekorzystnymi zmianami składu mleka (zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych), spowodowanymi najprawdopodobniej przez działalność enzymów lipolitycznych, niż pasteryzacja mleka standaryzowanego. Jednocześnie stwierdzono, że obróbka termiczna mleka homogenizowanego spowodowała wyższy stopień denaturacji białek serwatkowych. Ponadto, obróbka termiczna mleka homogenizowanego spowodowała spadek zawartości białka, które najprawdopodobniej uległo denaturacji i wypadło z układu, osadzając się na ściankach wymiennika.

Szybkość separacji grawitacyjnej faz mleka homogenizowanego była zależna od sezonu, a także od wysokości ciśnień i typu zastosowanej homogenizacji. Wykazano, że śmietankowanie zachodziło wolniej w homogenizowanym mleku jesienno-zimowym. Śmietankowanie było również tym wolniejsze, im wyższe zastosowano ciśnienie homogenizacji nieaseptycznej. Zaobserwowano również, że przy podobnym poziomie ciśnień, na poprawę stabilności mleka wpływa zastosowanie homogenizacji aseptycznej. Na podstawie wyników badania rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych określono efektywności procesu homogenizacji.

Ponadto stwierdzono, że ilość białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi mleka homogenizowanego ESL była niższa niż mleka homogenizowanego UHT, co jest zbieżne z doniesieniami naukowymi, wskazującymi na korelację tego parametru z wysokością zastosowanych ciśnień. Mleko ESL charakteryzowało się mniejszą zawartością osadu niż mleko UHT.

Stwierdzono, że stosowana technika mikroskopowa wykazywała niską czułość, tzn. nie była w stanie wykryć zmian wielkości kuleczek tłuszczowych w mleku podczas chłodniczego przechowywania. Nie pozwoliła również na porównanie rozmiarów kuleczek tłuszczowych pomiędzy próbami mleka homogenizowanego z zastosowaniem różnych ciśnień homogenizacji. Dyfrakcja laserowa okazała się techniką bardziej czułą i dającą więcej informacji na temat przemian zachodzących w emulsji. Pozwoliła opisać kierunek tych zmian i wnioskować na temat mechanizmu zachodzącej destabilizacji. Była to również metoda, która pozwoliła scharakteryzować próbę i wskazać, jakie warunki homogenizacji są najlepsze w odniesieniu do efektywności procesu. Wyniki rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych charakteryzowały się bardzo wysoką korelacją z wynikami jednorodności/ skuteczności homogenizacji wyznaczonymi metodą NIZO.

Streszczenie w języku angielskim

The aim of this work was to:

• evaluate an influence of selected parameters of technological treatment at industrial conditions on a change of composition and stability of milk during storage;

• investigate a difference in composition and stability of different types of liquid milk depending on a season;

• asses a suitability of selected methodologies for tracking changes in emulsion stability;

• investigate a destabilization mechanism of o/w milk emulsions.

Samples were taken at different stages of technological process from three sources (A, B, C) and four industrial lines. Material was preserved and stored at 4°C for 2 months (raw, standardized and homogenized ESL milk) or 6 months (homogenized UHT milk). These samples were compared with samples of market milk stored in commercial packaging. Product storage tests were carried out for the full shelf-life and in an accelerated mode: centrifuge method.

Changes in physicochemical composition were analysed: milk fat, total protein, casein, non-protein nitrogen, whey proteins. The research was focused on the analysis of a dispersed phase of milk, i.e. the fat phase. Therefore, changes of fat globules' size and their organization in the continuous phase, a share of fat globules >2μm, fat globule size distribution, homogeneity/ homogenization efficiency and the amount of protein bound to fat globules were studied. A fatty acid profile, free fatty acids and peroxide value were also determined.

It was found that season had a significant effect on the physicochemical composition of raw milk (SR) in terms of fat content (Z<L), fatty acid composition (C4:0 Z<L, C16:1 Z<L, C20:0 Z<L, C18:2 Z>L), as well as on the size distribution of fat globules (Z>L) and the rate of physical destabilization processes (Z>L).

Standardized milk (ST) differed significantly between autumn-winter and spring-summer seasons in parameters: non-protein nitrogen (Z<L) and fatty acid profile (C4:0 Z<L, C6:0 Z<L, C14:0 Z>L). Season affected also destabilization rate of the fat phase of standardized milk, with winter standardized milk creaming faster than summer standardized milk.

Winter homogenized milk (H) had significantly lower non-protein nitrogen content (Z<L). Winter homogenized milk was further characterized by higher C14:0 and C18:2 fatty acid content and lower C18:1 trans fatty acid content. Season affected the rate of phase separation of homogenized milk, but a trend was in this case reversed, i.e. homogenized summer milk creamed faster than homogenized winter milk. It was found that in the case of raw milk, the differences in the composition of fatty acids and the size of fat globules (and therefore probably also the composition of the membrane itself) translate into different susceptibility

of milk fat to the homogenization process. Homogenized winter milk had more proteins adsorbed on the membrane than summer milk, which may be one of the reasons why homogenized winter milk was more resistant to creaming.

Comparison of raw and standardized milk at different time levels revealed that proteolysis in standardized milk occurred more intensively than in raw milk.

Standardization and pasteurization made milk more susceptible to physical destabilization processes (reduction of membrane puncture force). Moreover, the strength of this effect exceeded dependence of creaming rate on the fat content.

Homogenization (together with heat treatment: UHT/ quenching of milk) protected the milk against unfavorable changes in physicochemical composition (unsaturated fatty acids), probably caused by the activity of lipolytic enzymes, better than pasteurization of standardized milk. At the same time, it was found that heat treatment applied to homogenized milk caused a higher degree of whey proteins denaturation. Moreover, the heat treatment of homogenized milk caused a decrease in the protein content, which most likely denatured and fell out of the system, depositing on the walls of a heat exchanger.

The rate of gravity separation of homogenized milk depended on the season, as well as on the amount of pressure and the type of homogenization used. It was shown that creaming occurred slower in autumn-winter milk, homogenized at higher pressures (non-aseptic homogenisation). It was also observed that at a similar pressure level, the use of aseptic homogenization contributed to the improvement of milk stability. Based on the results of the size distribution of fat globules, the efficiency of the homogenization process was determined.

In addition, it was found that the amount of protein bound to fat globules of homogenized ESL milk was lower than that from the homogenized UHT milk, which is consistent with scientific reports showing a correlation of this parameter with the height of the applied pressures. ESL milk had lower sediment content than UHT milk.

The microscopic technique was found to have low sensitivity, i.e., it couldn't detect changes in the size of fat globules in milk during refrigerated storage. It also didn't allow comparison of fat globule size between samples of milk homogenized using different homogenization pressures. Laser diffraction had higher sensitivity and gave more information about the changes occurring in the emulsion. It allowed to describe the direction of these changes and to conclude on the destabilization mechanism. It also allowed to characterize the sample and indicate which homogenization conditions were the best in terms of process efficiency. Fat globule size distribution results were characterized by a very high correlation with the homogeneity/ homogenization efficiency results determined by the NIZO method.

1. Wstęp

Stabilność emulsji stanowi ważny obszar badań w przemyśle, ponieważ jest czynnikiem determinującym akceptację konsumencką, a także okres przydatności do spożycia wielu produktów spożywczych. W przypadku mleka surowego, stanowiącego surowiec do wytwarzania mleka pitnego, mleka zagęszczonego, śmietanki, śmietany, maślanki, jogurtów, masła, sera, twarogów itd. stabilność ma bezpośrednie przełożenie na jakość tych produktów. Faza rozproszona, tj. kuleczki tłuszczowe kształtują właściwości funkcjonalne (np. łatwość ubijania piany, ciągliwość sera) i sensoryczne (profil smakowo-zapachowy, teksturę).

Wyniki przeprowadzonych badań przedstawiają ogólne zależności występujące między wybranymi składnikami mleka surowego oraz po procesach standaryzacji, homogenizacji i obrobki termicznej (z uwzględnieniem sezonowych zmian surowca) i mogą zostać użyte do przewidywania stabilności produktów mleczarskich z nich wytwarzanych (ze szczególnym uwzględnieniem mleka pitnego UHT i ESL). Szczególna uwaga została zwrócona na badanie zmian, występujących pod wpływem stosowanych procesów technologicznych, w fazie tłuszczowej mleka, stanowiącej emulsję typu o/w. Porównano również przydatność wybranych metod badania stabilności oraz rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych w surowcu uwzględniając takie elementy, istotne dla badania stabilności, jak wielkość i jednorodność cząstek fazy rozproszonej, a także sposób ich organizacji przestrzennej. Dużą część tej pracy stanowi opis dynamiki zmian w emulsjach mlecznych typu o/w z zastosowaniem różnych wariantów pomiarowych techniką dyfrakcji laserowej, a także korelacja tej metody z innymi znanymi technikami pomiarowymi.

Stosowane do tej pory metody analityczne, w dużej mierze, oparte były na optycznych technikach mikroskopowych, które charakteryzują się dużą niepewnością pomiarową. Nowoczesne badania emulsji zakładają wykorzystanie innowacyjnych metod analitycznych, w tym dyfrakcji laserowej.

Zgodnie z najlepszą wiedzą autora niniejsza praca jako pierwsza opisuje dynamikę zmian struktury kuleczek tłuszczowych w fazie ciągłej mleka surowego, standaryzowanego i homogenizowanego przechowywanych przez tak długi okres czasu (odpowiednio 2 i 6 miesięcy).

2. Zagadnienie w świetle literatury

Emulsje to układy dwóch, niemieszających się faz, z czego jedna z nich jest fazą ciągłą (in. rozpraszającą, dyspersyjną), a druga fazą rozproszoną (tj. zdyspergowaną). W zależności od złożoności układu, emulsje klasyfikuje się jako proste, typu o/w (np. mleko) lub w/o (np. masło), a także wielokrotne – podwójne w/o/w; o/w/o; potrójne w/o/w/o; o/w/o/w itd. (np. sosy o obniżonej kaloryczności zaprojektowane tak, aby zmniejszyć udział fazy tłuszczowej). Jednak niezależnie od stopnia złożoności wszystkie emulsje, to układy metastabilne, dążące do zmniejszenia powierzchni właściwej. Destabilizacja emulsji może zachodzić w wyniku:

- agregacji,
- koalescencji: całkowitej lub częściowej,
- dojrzewania Ostwalda,
- a także separacji grawitacyjnej.

Agregacja (Tadros i Vincent 1983)

Agregacja to łącznie się kropel fazy zdyspergowanej w skupiska, które następuje po osiągnięciu energii, zwanej potencjałem parowania (pairing potential). Na potencjał parowania składają się:

a) Siły van der Waalsa

Siły van der Waalsa działają we wszystkich układach, zawierających cząstki spolaryzowane. Oddziaływania te są odwrotnie proporcjonalne do odległości między spolaryzowanymi cząstkami i wprost proporcjonalne do wielkości tych cząstek. Ponadto, wielkość sił van der Waalsa działających w układzie jest zależna od wł. fizykochemicznych: fazy rozproszonej, fazy rozpraszającej i powierzchni międzyfazowej.

b) Siły elektrostatystyczne

Oddziaływanie elektrostatyczne zachodzi między cząstkami fazy rozproszonej, posiadającymi ładunek elektryczny. Siły elektrostatystyczne powodują odpychanie cząstek w przypadku zbliżenia się do siebie powierzchni o jednoimiennych potencjałach i przyciąganie cząstek w przypadku potencjałów różnoimiennych. Wartość siły elektrostatycznej jest wprost proporcjonalna do wielkości ładunku, jakim obdarzone są cząstki wchodzące w interakcję.

c) Interakcje steryczne

Oddziaływania steryczne zachodzą między kroplami fazy rozproszonej, na których zaadsorbowane są polimery. Ich łańcuchy rozpościerają się w kierunku fazy rozproszonej, blokując możliwość kontaktu między cząsteczkami. Zderzenie cząstek powoduje ugięcie

łańcuchów i wytworzenie reakcji w postaci siły separacji skierowanej przeciwnie do kierunku zderzenia (odpychanie). Ponadto, jeśli spotkają się ze sobą dwie cząstki o zaadsorbowanych łańcuchach polimerów, dochodzi do peryferyjnego mieszania łańcuchów, co z kolei przyczynia się do zmniejszenia w tym obszarze stężenia molekuł fazy rozproszonej. W takim wypadku zaczyna działać ciśnienie osmotyczne, dążące do wyrównania stężenia, a więc wtłaczające fazę rozproszoną między cząstki, powodując ich odpychanie.

Przykłady agregacji

- Aglutynacja (Fox i McSweeney 2007)

Aglutynacja zachodzi w surowym mleku przechowywanym w warunkach chłodniczych. W jej wyniku dochodzi do powstania kompleksów immunoglobulinowo – lipoproteinowych, tworzących mostki pomiędzy kuleczkami tłuszczowymi. Według Fox i McSweeney (2007) proces aglutynacji zależy od:

- dodatku fosfolipidów lub colostrum, które przyspieszają śmietankowanie,
- wytrząsania, które hamuje proces śmietankowania.

Mleko można zabezpieczyć przed występowaniem procesu aglutynacji poprzez obróbkę termiczną (inaktywacja immunoglobuliny) lub homogenizację (unieczynnienie części lipoproteinowej). Autorzy podkreślają jednak, że znane są przypadki przyspieszenia procesu śmietankowania w mleku, które było uprzednio poddane obróbce termicznej w temp. 62°C lub poddane działaniu ciśnienia 100 – 250 MPa. Niestety mechanizm tego zjawiska nie jest znany.

- Mechanizm mostkowy (Pal 2011)

Agregacja mostkowa następuje w przypadku gdy fragmenty tego samego polimeru, zaadsorbują się na dwóch różnych kroplach razy rozproszonej łącząc je ze sobą, lub jeśli dwa różne łańcuchy polimerów wzajemnie się przyciągają.

- Mechanizm zubożonego przyciągania (Pal 2011; Marenduzzo i in. 2006; Ten Grotenhuis i in. 2003)

Mechanizm zubożonego przyciągania (ang. depletion attraction) zachodzi w układach zawierających nieadsorbujący polimer. W przypadku zbliżenia się do siebie kropel fazy rozproszonej na odległość mniejszą niż cząstki polimeru, dochodzi do powstania „strefy zubożenia", a więc obszaru, w którym stężenie polimeru jest niższe niż w fazie ciągłej układu. W związku z powyższym, powstaje ciśnienie osmotyczne, które wypycha płyn z przestrzeni między kroplami fazy rozproszonej, zbliżając je do siebie.

Agregacja nie zawsze jest zjawiskiem negatywnym. Przeprowadzona w sposób kontrolowany może prowadzić do uzyskania trójwymiarowej struktury wewnątrz emulsji,

która stabilizuje układ (np. koagulacja kwasowa, która prowadzi do powstania jogurtu – żelu, wewnątrz którego uwięzione są zdyspergowane krople fazy rozproszonej).

Koalescencja (Tadros i Vincent 1983; Walstra 1996, 2003)

a) całkowita

Koalescencja polega na łączeniu się mniejszych kropel fazy rozproszonej w większe krople. Jest to zjawisko zachodzące samoistnie, którego siłą napędową jest napięcie powierzchniowe. Złączenie dwóch kropel daje bowiem kroplę o jednakowej objętości, równej sumie objętości obu kropel, ale mniejszej powierzchni właściwej, dążąc tym samym do zmniejszenia energii układu.

b) częściowa (Guelph, b.d.)

Częściowa koalescencja może zachodzić w układach, gdzie fazą zdyspergowaną jest częściowo skrystalizowana faza tłuszczowa. Kuleczki tłuszczowe zostają wtedy przebite kryształami tłuszczu. W ten sposób zachodzi ich połączenie z jednoczesnym zachowaniem kształtu pojedynczych kuleczek. Przyłożenie naprężeń do układu, który uległ częściowej koalescencji może prowadzić do rozrywania membran kuleczek tłuszczowych i ułatwiać dalszą destabilizację emulsji. Ponadto, podniesienie temperatury również niesie ze sobą negatywny efekt ponieważ prowadzi do stopienia kryształów tłuszczu i wyolejania lub całkowitej koalescencji kropel.

Częściową koalescencję celowo stosuje się w procesie ubijania śmietany albo wytwarzania lodów. Powstała w ten sposób struktura stabilizuje układ i pozwala zachować puszystość powstałej piany.

Dojrzewanie Ostwalda (Kiljański 2016)

Układy, w których zachodzi dojrzewanie Ostwalda charakteryzują się polidyspersyjnością kropel fazy rozproszonej – tzn. w emulsji obecne są zarówno krople duże, jak i małe. Przy odpowiednio wysokim nadciśnieniu występującym w małych kroplach (im mniejsza kropla, tym wyższe ciśnienie w jej wnętrzu zgodnie z równaniem: nadciśnienie wewnątrz kropli = 2· napięcie powierzchniowe/ promień kropli), dochodzi do wydostania się części molekuł płynu z środka kropli do fazy rozproszonej. W związku z powyższym dochodzi do zwiększenia stężenia tych molekuł w fazie ciągłej. Ze względu na to, że duże krople charakteryzują się dużo niższym ciśnieniem wewnętrznym niż krople małe, dochodzi do wchłonięcia molekuł z przesyconej fazy zewnętrznej do ich wnętrza.

Separacja grawitacyjna (Mulder i Walstra 1974)

Separacja grawitacyjna następuje w wyniku różnicy gęstości faz. W przypadku, gdy cząstki fazy rozproszonej mają większą gęstość niż faza rozpraszająca, dochodzi do ich

sedymentacji – tzn. opadania na dno. Gdy zaś faza zdyspergowana charakteryzuje się niższą gęstością od fazy ciągłej, zachodzi śmietankowanie, tzn. wznoszenie kropel fazy zdyspergowanej w stronę lustra cieczy. Szybkość separacji grawitacyjnej faz można przewidzieć matematycznie za pomocą równania Stokes'a:

(1)

$$v = \frac{(\rho_p - \rho_f)d^2 g}{18\eta_p}$$

gdzie:

g – przyspieszenie ziemskie, m/s^2,

ρ_p – gęstość fazy ciągłej, kg/m^3,

ρ_f – gęstość fazy rozproszonej, kg/m^3,

η_p – lepkość fazy ciągłej, Pas.

Jest to swego rodzaju aproksymacja, która wymaga założeń o (Mulder i Walstra 1974):

- idealnie kulistych i jednakowych co do rozmiaru kuleczkach fazy rozproszonej,
- nie występowaniu innych cząstek w układzie,
- szybkości wznoszenia/opadania nieporównywalnie większej od przemieszczeń wywołanych siłami Browna,
- braku istotności zwrotnego ruchu cieczy, jak również
- braku interakcji pomiędzy cząstkami fazy rozproszonej.

W związku z powyższym modelowanie matematyczne nie zawsze daje wyniki zbieżne z rzeczywistymi i najlepszą formą oceny stabilności emulsji są zawsze testy przechowalnicze.

Mleko

Przedmiotem badań nad emulsjami typu o/w jest najczęściej mleko, czyli klasyczny przykład emulsji mlecznej typu o/w. Faza ciągła w mleku to woda (86,6%), w której rozpuszczone są węglowodany (4,7%), białka (3,5%) i składniki mineralne (1%) (Karlsson 2019). Białka mleka dzieli się na dwie główne grupy: frakcję kazeinową (80%) i białka serwatkowe (20%). Do składników mineralnych rozpuszczonych w fazie dyspergującej zaliczane są: chlorki, fosforany, cytryniany, węglany sodu, potasu i magnezu. Mogą one być obecne w formie jonowej lub w postaci kompleksów. Wiele z nich uczestniczy w tworzeniu miceli kazeinowych. Ich dysocjacja i uwolnienie do fazy ciągłej mogłoby powodować destabilizację emulsji wywołaną zaburzeniem równowagi mineralnej. Głównym węglowodanem w mleku jest natomiast laktoza. Cukier ten charakteryzuje się niską

rozpuszczalnością i może prowadzić do powstawania wad w produktach takich, jak lody, czy mleko zagęszczone prowadząc do powstania grudkowatej tekstury (McClements 2016). Faza zdyspergowana w mleku (4,2%) to tłuszcz mleczny, składający się z ponad 400 różnych kwasów tłuszczowych (Gresti i in. 1993; Karlsson 2019). Różne kwasy tłuszczowe mogą zajmować różne pozycje w cząsteczce trójglicerydu. Przyjmuje się, że w tłuszczu mlecznym można znaleźć ponad 200 rodzajów trójglicerydów, co przekłada się na bardzo złożony profil krystalizacji (Troung i Bhandari 2020).

Trójglicerydy otoczone unikalną, trójwarstwową membraną tworzą kuleczki tłuszczowe (Lopez 2011). Membrana ta stanowi powierzchnię międzyfazową i jest kolejnym czynnikiem definiującym stabilność emulsji.

Przy fizjologicznym pH cząsteczki koloidalne w mleku noszą ujemny ładunek powierzchniowy. Warstwa elektrostatyczna stanowi więc ważne źródło stabilizacji mleka. Miarą ładunku na powierzchni kuleczek tłuszczowych jest wartość potencjału zeta. W mleku surowym potencjał na powierzchni natywnych kuleczek tłuszczowych wynosi ok. -13,5 mV, a na powierzchni kuleczek tłuszczowych mleka homogenizowanego ok. -17mV (Tab. 1). Natywna otoczka kuleczek tłuszczowych zbudowana jest z białek, glikoprotein, enzymów, neutralnych lipidów, polarnych lipidów i cholesterolu (Thum i in. 2021). Phan i in. (2016) wskazali, że białka specyficzne dla natywnej membrany kuleczek tłuszczowych przyczyniają się do stabilności w większym stopniu niż fosfolipidy. Jakkolwiek, Ye, Cui i Singh (2011) stwierdzili, że w przypadku braku natywnych białek membrany (lub ich niewystarczającej ilości), fosfolipidy również mogą zapobiec koalescencji kuleczek tłuszczowych. Jak wskazano w Tab. 1 wartość potencjału zeta na powierzchni natywnych kuleczek tłuszczowych jest zbliżona do potencjału zeta fosfolipidów. Podczas homogenizacji duże kuleczki tłuszczowe są rozbijane na mniejsze. Gwałtowny wzrost powierzchni międzyfazowej powoduje, że na otoczkach kuleczek tłuszczowych zostają zaadsorbowane inne białka mleka, w tym micele kazeinowe (Walstra 1980, 1999). Wartość potencjału zeta homogenizowanych kuleczek jest zbliżona do wartości potencjału zeta miceli kazeinowych. Im wyższe ciśnienie homogenizacji, tym wyższa bezwzględna wartość ładunku nowo powstałych kuleczek tłuszczowych (Tab. 2). Wzrost potencjału zeta następuje do wartości ok. -20mW, przy której emulsję można uznać za stabilną pod względem elektrostatycznym (Michalski i in. 2001).

Tab. 1. Potencjał zeta natywnych i homogenizowanych kuleczek tłuszczowych

Materiał	Potencjał zeta	Literatura
Natywne kuleczki tłuszczowe	-13,5 mV	Michalski i in. (2001)
Fosfolipidy otoczki kuleczek tłuszczowych	-13 mV	Liu i in. (2013)

Homogenizowane kuleczki tłuszczowe	-17 mV	Dalgleish (1984)
Micele kazeinowe	-18,1 mV	Dalgleish (1984)

Tab. 2. Potencjał zeta homogenizowanych i pasteryzowanych kuleczek tłuszczowych

Parametr	Mleko surowe	Mleko homogenizowane (p > 30 MPa)	Literatura
ζ	-13,5 mV	-20 mV (ζ wzrasta wraz ciśnieniem homogenizacji do -20 mV) $\zeta_{m.kazeinowe}$ = -18,1mV	Michalski i in. (2001); Anema i Klostermeyer (1997); Dalgleish 1984

Wybrane czynniki wpływające na stabilność emulsji:

Mleko, podobnie jak wszystkie emulsje, stanowi układ dynamiczny i niestabilny. Krople fazy rozproszonej ulegają przemieszczeniu w wyniku ruchów Browna i oddziaływania grawitacyjnego. Polimery zaadsorbowane na otoczkach kuleczek tłuszczowych podlegają zmianom konformacyjnym. Składniki aktywne w fazie ciągłej mogą wymieniać się ze składnikami membrany. Właściwości fizykochemiczne układu zmieniają się na skutek zderzeń kuleczek tłuszczowych, ale także w wyniku reakcji zachodzących w fazie ciągłej, w fazie zdyspergowanej i na powierzchni międzyfazowej (McClements 2014). Istnieje wiele czynników wpływających na stabilność mleka – począwszy od jego zmienności (gatunkowej, osobniczej, związanej z etapem laktacji, sezonowej), poprzez wpływ wszystkich operacji wykonanych z jego udziałem, zaczynając od udoju, poprzez schładzanie i transport, a kończąc na dalszej, przemysłowej obróbce technologicznej.

Sezonowość (Li,Ye i Singh 2019)

Doniesienia naukowe dotyczące zmian składu fizykochemicznego i właściwości mleka na tle sezonu różnią się w zależności od kraju ze względu na odmienne systemy rozrodu, karmienia krów, a także różnice klimatyczne (Grimley i in. 2009). Jak podają Li, Ye i Singh (2019) w krajach, w których funkcjonuje sezonowy system paszowy, np. w Nowej Zelandii, Australii i Irlandii, rozród krów przeprowadza się wiosną w celu maksymalizacji żywienia pastwiskowego. Taka synchronizacja powoduje zróżnicowanie w składzie mleka nie tylko ze względu na zmianę sposobu żywienia, ale również związaną z etapem laktacji. Jednocześnie, Li, Ye i Singh (2019) podkreślają, że w większości krajów Europejskich nie przeprowadza się synchronizacji rozrodu, w związku z czym sezonowość mleka jest związana tylko ze zmianą sposobu żywienia (z paszowego na pastwiskowe i odwrotnie). Badacze wskazują, że istotny wpływ na skład mleka ma również klimat. Udowodniono, że wysoka temperatura wywołuje stres termiczny i przekłada się na uzyskanie niższej efektywności udoju i pogorszenia jakości mleka (Pragna i in. (2017).

Standaryzacja

Standaryzacja to jedna z pierwszych operacji procesowych wykonanych na mleku, które zostało dostarczone do zakładu. Celem standaryzacji jest doprowadzenie zawartości tłuszczu do określonego przez producenta poziomu. Dzięki temu uzyskuje się powtarzalność produktu, niezbędną z punktu widzenia dobrych praktyk przemysłowych i wymaganą przez konsumentów. Standaryzację mleka pitnego prowadzi się zazwyczaj do niższej zawartości tłuszczu: 3,2%, 2% itd. Zmniejszanie zawartości tłuszczu powoduje ponadto zmniejszanie stopnia upakowania kuleczek tłuszczowych, a więc częstotliwości potencjalnych zderzeń i zwiększenie stabilności emulsji.

Standaryzację można prowadzić na dwa sposoby:

- poprzez całkowite oddzielenie strumienia śmietanki i mleka odtłuszczonego, a następnie zmieszanie ich w odpowiednich proporcjach, tak aby uzyskać zamierzony poziom tłuszczu w strumieniu wyjściowym

lub

- poprzez bezpośrednie oddzielenie ze strumienia mleka nadmiaru tłuszczu.

Wybór sposobu standaryzacji może nieść ze sobą konsekwencje w odniesieniu do mikrostruktury uzyskanego produktu. W pierwszym przypadku przypuszcza się, że mikrostruktura mleka standaryzowanego byłaby analogiczna do mikrostruktury mleka surowego. W drugim wypadku, mleko standaryzowane może charakteryzować się węższym rozkładem wielkości kuleczek tłuszczowych ze względu na odwirowanie frakcji kuleczek o największych rozmiarach.

Jak już wspomniano, proces standaryzacji zawartości tłuszczu w mleku przeprowadza się przemysłowo z wykorzystaniem siły odśrodkowej za pomocą wirówek (chociaż są pewne wyjątki, np. produkcja sera Grana Padano i Parmegianno Regiano, gdzie standaryzację prowadzi się w wyniku procesu śmietankowania pod wpływem sił grawitacji) (D'Inecco i in. 2017; Caplan, Melilli, Barbano 2012; McSweeney i in. 2004). Przed wirowaniem mleko należy podgrzać do temp. 55-60°C w celu zwiększenia różnicy gęstości faz, a także aby upłynnić tłuszcz mleczny i zmniejszyć ryzyko uszkodzenia kuleczek tłuszczowych. W warunkach przemysłowych, po procesie standaryzacji mleko poddawane jest pasteryzacji w celu zminimalizowania niepożądanych zmian mikrobiologicznych i enzymatycznych, jakie mogłyby nastąpić w surowcu podczas jego oczekiwania w zbiorniku buforowym na dalszą obróbkę technologiczną.

Zarówno transport wewnątrzzakładowy jak i procesy termiczne, którym poddawane jest mleko standaryzowane mogą wpłynąć na skład fizykochemiczny mleka, a także prowadzić do rozbicia kuleczek tłuszczowych i zmiany budowy ich membrany.

Homogenizacja

Zmiany zachodzące w mleku w wyniku homogenizacji wynikają z jej funkcji pełnionej w procesie przemysłowym – zmniejszenie rozmiaru i ujednorodnienie kuleczek tłuszczowych, zmiana składu otoczki kuleczek tłuszczowych i zwiększenie gęstości fazy rozproszonej. Dzięki temu zmniejsza się szybkość śmietankowania.

Troung i Bhandari (2020) donoszą, że w przemyśle spożywczym najczęściej spotyka się homogenizację dwustopniową, w której mleko ogrzewane jest do temperatury 50 – 60°C, a następnie poddawane działaniu ciśnienia 10 – 30 MPa na pierwszym stopniu i 3 – 5 MPa na drugim stopniu homogenizacji. Pierwszy stopień ma na celu zmniejszenie rozmiaru kuleczek tłuszczowych. Walstra (1980,1999) podaje, że zgodnie z prawami ruchu w warunkach turbulentnego przepływu, podczas homogenizacji duże cząstki, tj. micele kazeinowe, jako pierwsze przemieszczają się do powierzchni międzyfazowej i są na niej preferencyjnie adsorbowane, stanowiąc 93% białek membrany i pokrywając około 75% powierzchni nowo utworzonej kropli. Niektóre micele kazeinowe są adsorbowane w całości, a inne w formie fragmentów miceli lub submiceli. Podczas zderzenia kuleczki tłuszczowej częściowo pozbawionej otoczki i kuleczki tłuszczowej pokrytej micelami kazeiny, micele adsorbują się na powierzchni drugiej kropli, łącząc je ze sobą (tworząc w ten sposób skupiska homogenizacyjne). Zazwyczaj klastry homogenizacyjne są natychmiast rozbijane przez turbulentne wiry. Jakkolwiek, na pierwszym stopniu homogenizacji wysokie ciśnienie prowadzi do utworzenia w krótkim czasie dużej liczby nowych kuleczek tłuszczowych o znacznie mniejszych rozmiarach. Jeśli ilość składnika aktywnego (białka) w układzie jest niewystarczająca do pokrycia rozwiniętej powierzchni właściwej lub szybkość jego adsorpcji jest za niska, szybkość tworzenia agregatów może okazać się większa niż szybkość ich rozbijania.

Drugi stopień homogenizacji ma więc za zadanie rozbijanie klastrów homogenizacji. Na tym etapie niskie ciśnienie nie prowadzi już do powstawania mniejszych kuleczek tłuszczowych, ale jednocześnie jest wystarczające żeby rozerwać powstałe agregaty.

Homogenizacja w procesie technologicznym może następować przed lub po obróbce termicznej. Ze względów ekonomicznych, najczęściej spotykanym przemysłowo rozwiązaniem jest homogenizacja nieaseptyczna (przed obróbką termiczną). W takim wypadku koszt homogenizatora jest dużo niższy, ponieważ obróbka cieplna po homogenizacji stanowi wystarczające zapewnienie bezpieczeństwa mikrobiologicznego produktu i homogenizator nie musi spełniać warunku sterylności. W przypadku mleka homogenizowanego przed obróbką termiczną, kazeina (jako fragmenty miceli lub jako całe micele) pokrywa nowo utworzoną powierzchnię kuleczek tłuszczowych (Walstra i Oortwijn

1982) - na błonie nie ma natomiast białek serwatkowych (Sharma i Dalgleish 1993 a,b). Późniejsza obróbka termiczna powoduje reakcję między białkami serwatkowymi, a kazeiną zaadsorbowaną na rozwiniętej powierzchni kuleczek tłuszczowych.

W drugim wypadku, gdy mleko homogenizowane jest po obróbce termicznej, białka serum mleka są zdenaturowane i oddziałują z κ-kazeiną na powierzchni miceli kazeinowych i z natywnymi białkami otoczek kuleczek tłuszczowych jeszcze przed procesem homogenizacji (Dalgleish i Banks 1991). Następnie pod wpływem zastosowanych ciśnień, micelarny kompleks kazeiny i białek serum ulega adsorpcji na nowo utworzonej powierzchni międzyfazowej.

Te dwa zabiegi powodują duże różnice w jakości przetworzonych produktów mlecznych. Wzajemna sekwencja procesów homogenizacji i obróbki termicznej wpływa na przydatność technologiczną mleka, w tym na jego stabilność termiczną i czas koagulacji podpuszczkowej (Sweetsur i Muir 1983; Robson i Dalgleish 1984). Z tego powodu zaleca się stosowanie homogenizacji aseptycznej w przypadku produktów mlecznych o zawartości tłuszczu powyżej 6% lub z podwyższoną zawartością białka, np. zagęszczonego mleka (Tetra Pak 1995; Van Boekel i Walstra 1989). W Tab. 3 zebrano dane literaturowe dotyczące wpływu kolejności procesów homogenizacji i obróbki termicznej na parametry fizykochemiczne mleka.

Tab. 3. Wpływ kolejności procesów homogenizacji (p) i obróbki termicznej (T) na parametry fizykochemiczne mleka

Parametr	p, T	T, p	Literatura
Grubość otoczki kuleczek tłuszczowych	34 nm	20 nm	Sharma i Dalgleish (1994)
	ogrzewanie przed homogenizacją daje grubsze warstwy zaabsorbowanego białka na MFGM		Oortwijn i Walstra (1979)
Stosunek β-laktoglobuliny do κ-kazeiny	p,T > T,p		Sharma i Dalgleish (1994)
Rozmiar wielkości cząstek	p,T > T,p p,T < p		Sharma i Dalgleish (1994)
Ładunek białka	0,64 mg/ m^2	0,48 mg/ m^2	Sharma i Dalgleish (1993)
	2,44 mg/ m^2	2,39 mg/ m^2	Lee (1997)
Ładunek białek serwatkowych	0,33 mg/ m^2	0,30 mg/ m^2	Sharma i Dalgleish 1993, 1994
Ładunek natywnych białek membrany kuleczek tłuszczowych	0,24 g/ 100g kuleczek tłuszczowych	0,12 g/ 100g kuleczek tłuszczowych	Lee (2002)
Czas koagulacji enzymatycznej	p,T> T,p		Ghosh i in. (1994)
Stabilność termiczna	p,T<T,p		Van Boekel i Walstra (1989)
Denaturacja białek serwatkowych	p,T>T,p		Garcia-Risco i in. (2002)
Proteoliza w mleku odtłuszczonym	p,T< T,p		Garcia-Risco i in. (2002)

Legenda
p – homogenizacja
T – obróbka termiczna
MFGM – otoczka kuleczek tłuszczowych (ang. Milk Fat Globule Membrane)

Metody badania stabilności fizycznej emulsji

Jak wspomniano we wstępie, najistotniejsze z punktu widzenia badania stabilności fizycznej emulsji są:

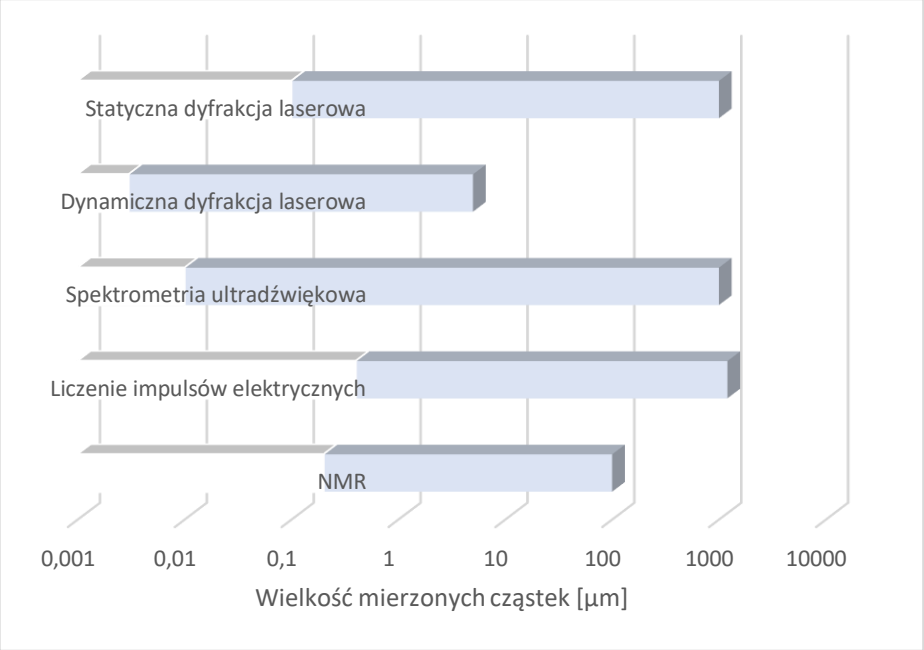
- wielkość,
- jednorodność,
- i sposób organizacji przestrzennej cząstek fazy rozproszonej.

Nowoczesne badania emulsji zakładają badania rozkładu wielkości cząstek fazy rozproszonej z zastosowaniem innowacyjnych metod analitycznych, takich jak dyfrakcja laserowa, spektrometria dźwiękowa, liczenie impulsów elektrycznych, czy NMR (Tab. 4).

Tab. 4. Innowacyjne metody badania rozkładu wielkości cząstek (McClements 2007)

Technika	Zasada pomiarowa	Stężenie mierzonych cząstek	Zakres pomiarowy cząstek
Statyczna dyfrakcja laserowa (ang. Laser Diffraction)	Pomiar intensywności rozproszonego światła	0,001 – 0,1%	0,1 μm – 1000 μm
Dynamiczne rozpraszanie światła (ang. Dynamic Light Scattering)	Pomiar częstotliwości zmiany intensywności rozproszonego światła	0,001 – 10%	0,003 μm – 5 μm
Spektrometria ultradźwiękowa (ang. Ultrasound Counting)	Pomiar tłumienia i/lub prędkości ultradźwięków w funkcji częstotliwości	1 – 30%	0,01 μm – 1000 μm
Liczenie impulsów elektrycznych (Electrical Pulse Counting, Electrozone Sensing, Coulter Counter)	Pomiar zmiany przewodności	0,1%	0,4 μm – 1200 μm
Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR - Nuclear Magnetic Resonance)	Pomiar interakcji między falami radiowymi, a jądrami atomów wodoru	1 – 80%	0,2 μm – 100 μm

Ze względu na różny zakres pomiarowy metody te mogą być stosowane komplementarnie (Rys. 1).



Rys. 1. Zakres metod analitycznych do pomiaru wielkości cząstek fazy rozproszonej emulsji o/w

Dyfrakcja laserowa

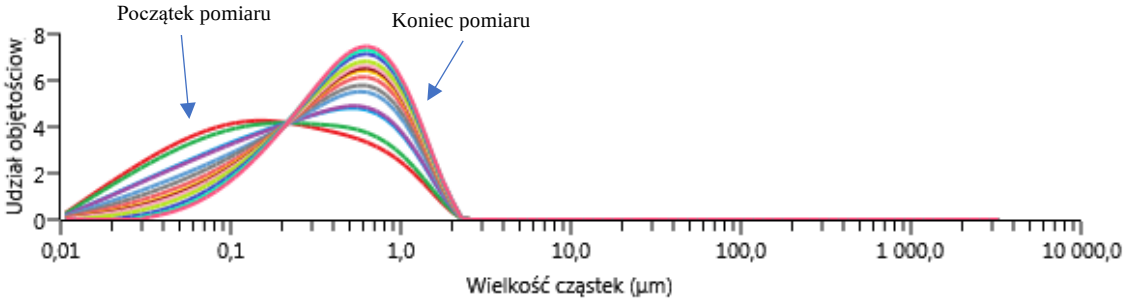
Najczęściej stosowaną techniką do pomiaru rozkładu wielkości cząstek fazy rozproszonej jest dyfrakcja laserowa. W Tab. 5 zebrano dane literaturowe dotyczące jej zastosowania do badania stabilności emulsji typu o/w.

Tab. 5. Zastosowanie statystycznej dyfrakcji laserowej do badania stabilności emulsji typu o/w

Materiał	Zastosowanie	Wyniki	Źródło
Układy modelowe emulsji monomodalnych typu o/w o różnej wielkości cząstek (R=43 µm i R=0,86µm)	Badanie wpływu wielkości i koncentracji kuleczek tłuszczowych emulsji na szybkość jej śmietankowania – analiza rozkładu wielkości cząstek w funkcji wysokości słupa cieczy emulsji.	Szybkość śmietankowania zwiększa się wraz ze wzrostem wielkości cząstek fazy rozproszonej i zwiększeniem koncentracji kuleczek tłuszczowych.	Chanamai i McClements (2000)b,d
Układy modelowe emulsji typu o/w charakteryzujących się różną gęstością fazy rozproszonej (dodatek środków obciążających 'weighting agents') i różnej gęstości fazy rozpraszającej (dodatek sacharozy).	Badanie wpływu zmian gęstości fazy rozpraszającej i rozproszonej na szybkość śmietankowania emulsji.	Szybkość separacji grawitacyjnej zależy od różnicy gęstości fazy rozproszonej i rozpraszającej. Dodatek środków obciążających do kropel fazy rozproszonej hamuje śmietankowanie.	Chanamai i McClements (2000)c
Mleko surowe, mleko pasteryzowane w temp. 62-65°C przez 30 min i mleko homogenizowane dwukrotnie pod wpływem ciśnienia 200 bar, w temp. 50°C.	Badanie zmian rozkładu wielkości cząstek pod wpływem zastosowanej obróbki technologicznej, analiza zmian rozkładu wielkości cząstek w czasie przechowywania przez 72 godz. w 4°C.	Obróbka termiczna powoduje wzrost wielkości kuleczek tłuszczowych wywołany oddziaływaniem pomiędzy hydrofobowymi fragmentami zdenaturowanych białek na powierzchni kuleczek tłuszczowych. Średnia średnica cząstek (D43) jest większa w przypadku mleka pasteryzowanego i poddanego homogenizacji niż w przypadku mleka homogenizowanego i pasteryzowanego. Chłodnicze przechowywanie powoduje wzrost wielkości kuleczek tłuszczowych w mleku surowym i pasteryzowanym, spowodowany sieciowaniem pomiędzy białkami otoczek kuleczek tłuszczowych i białkami mleka lub agregacją cząstek fazy rozproszonej na skutek kolizji kuleczek tłuszczowych wywołanych ruchami Browna. Homogenizacja powoduje zwiększenie lepkości, a co za tym idzie zmniejszenie częstotliwości kolizji kuleczek tłuszczowych i zwiększenie stabilności układu.	Ren i in. (2019)
Mleko pasteryzowane (65°C, 30min) i homogenizowane dwukrotnie pod wpływem ciśnienia 20, 30 lub 40MPa w temp. 50°C.	Wpływ parametrów procesu homogenizacji na rozkład wielkości cząstek w mleku; badanie zmiany rozkładu wielkości cząstek w mleku pasteryzowanym i homogenizowanym pod wpływem przechowywania przez tydzień w 4°C.	Średnia średnica (D43) mleka homogenizowanego (20MPa) uległa zwiększeniu pod wpływem chłodniczego przechowywania w wyniku stopniowego wzrostu kryształów tłuszczu aż do momentu gdy przebiły one membranę i wywołały częściową koalescencję kuleczek tłuszczowych. Wyższe ciśnienia homogenizacji zabezpieczyły układ przed zwiększenie rozkładu wielkości cząstek.	Ren i in. (2020)
Półtłuste mleko UHT.	Wpływ przechowywania przez 6 miesięcy w temp. 4, 20 i 40°C.	Zmniejszenie rozmiaru wielkości cząstek w temp. 20 i 40°C w wyniku zmniejszenia rozmiaru miceli kazeinowych pod	Gaucher i in. (2008)

		wpływem spadku pH i/lub działania enzymów proteolitycznych (w tym plazminy).	
Majonez.	Wpływ receptury i zastosowanych parametrów procesowych (ciśnienie, temperatura homogenizacji) na stabilność majonezu podczas przechowywania.	Rozkład wielkości cząstek zależy od ilości żółtka w recepturze i wysokości ciśnienia homogenizacji. Nie wykazano zależności pomiędzy rozkładem wielkości cząstek po wyprodukowaniu, a stabilnością majonezu podczas przechowywania.	Ariizumi i in. (2017)
Mleko surowe, mleko poddane obróbce wysokociśnieniowej p:100-600MPa, t:0-60 min.	Wpływ obróbki wysokociśnieniowej na rozkład wielkości kuleczek tłuszczowych i szybkość śmietankowania mleka.	Wysokie ciśnienia w zakresie 100 – 600 MPa, 30 min, 20°C nie spowodowały istotnych różnic w zakresie parametrów D10, D50, D90 i D32. Ciśnienie 600MPa, 30 min spowodowało istotny wzrost parametru D43. Po 4 godz. przechowywania w 5°C mleko niepoddane obróbce ciśnieniowej i mleko poddane działaniu ciśnienia 200MPa zaczęło wykazywać agregację kuleczek tłuszczowych. Mleko poddane działaniu ciśnienia 600 MPa po 24 godz przechowywania charakteryzowało się nieznaczną agregacją kuleczek tłuszczowych. Obróbka wysokociśnieniowa w zakresie 100-250MPa spowodowała przyspieszenie procesu śmietankowania. Ciśnienia w zakresie 400-600 MPa spowodowały natomiast redukcję procesu śmietankowania do 70%.	Huppertz i in. (2003)
Mleko zawierające natywne i zhomogenizowane kuleczki tłuszczowe.	Wpływ wielkości kuleczek tłuszczowych i składu ich powierzchni międzyfazowej na trawienie mleka.	Skład powierzchni międzyfazowej stanowi czynnik decydujący o szybkości trawienia kuleczek tłuszczowych (w mniejszym zaś stopniu istotny jest stopień rozwinięcia powierzchni międzyfazowej). Natywne kuleczki tłuszczowe ulegają trawieniu łatwiej niż kuleczki tłuszczowe poddane procesowi homogenizacji.	Berton i in. (2012)

Zaletą dyfrakcji laserowej jest szybki, automatyczny i obiektywny pomiar pełnego rozkładu wielkości cząstek. Metoda ta pozwala na analizę bardzo dużej ilości cząstek fazy rozproszonej w jednej serii pomiarowej. Jej wadą jest natomiast ograniczenie odnośnie koncentracji fazy rozproszonej, które wymaga rozcieńczenia badanej próbki. McCrae i Lepoetre (1996) stwierdzili, że rozkład wielkości cząstek mleka pasteryzowanego i homogenizowanego za pomocą dyfrakcji laserowej różni się w zależności od wybranego dysperganta. W przypadku, gdy dyspergantem był Isoton II, zawierający EDTA, rozkład wielkości cząstek był przesunięty w stronę cząstek o mniejszych średnicach ze względu na rozbijanie klastrów homogenizacji (poprzez dysocjację miceli kazeinowych). Zawieszenie próbki w wodzie prowadziło natomiast do powolnego rozpadu agregatów kuleczek tłuszczowych. Przykład zmiany rozkładu wielkości cząstek w czasie pomiaru mleka homogenizowanego, zawieszonego w wodzie, mierzonego za pomocą dyfrakcji laserowej przedstawiono na Rys. 2.



Rys. 2. Zmiana rozkładu wielkości cząstek w czasie pomiaru mleka homogenizowanego zawieszonego w wodzie, mierzonego za pomocą dyfrakcji laserowej

Kolejną trudność w zastosowaniu dyfrakcji laserowej stanowi odpowiednie przygotowanie próbki analitycznej przed pomiarem. Ma to szczególne znaczenie w przypadku badań przeprowadzanych na przestrzeni długiego okresu przechowywania.

a. Ogrzewanie

Większość analiz dotyczących tłuszczu wymaga wcześniejszego podgrzania próbki do 40°C (met. NIZO, Tetra Pak bd.), a nawet 50°C (met. mikroskopowa, PN-A-86059: 1975). Di Marzo, Cree i Barbano (2016), a także Ransmark i in. (2019) w swoich badaniach mleka homogenizowanego zastosowali podgrzewanie wstępne (odpowiednio na poziomie 42°C i 65°C). Autorzy nie stwierdzili istotnej statystycznie różnicy rozkładu wielkości cząstek próbki bez podgrzewania i z podgrzewaniem. Jakkolwiek, mierzenie rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych ze stopionym tłuszczem w stosunku do kuleczek tłuszczowych charakteryzujących się częściową krystalizacją poprawiło wynik parametru odpowiadającego za sygnał pochodzący od tła pomiarowego („residual measure”). Ponadto, przeprowadzanie pomiaru z wykorzystaniem podgrzewania wstępnego w celu stopienia

kryształów tłuszczu zabezpiecza przed potencjalnym załamaniem światła na kryształach tłuszczu i przekłada się na lepsze dopasowanie współczynnika absorpcji (Di Marzo, Cree i Barbano 2016).

Należy podkreślić, że w obu przytoczonych przypadkach materiał do badań stanowiło mleko homogenizowane, które ulega destabilizacji znacznie wolniej niż mleko surowe, czy standaryzowane (niehomogenizowane). Matryca, w której dochodzi do destabilizacji w wyniku separacji grawitacyjnej i która nie zostanie odpowiednio ujednolicona przed przeprowadzaniem pomiaru będzie powodować duże różnice wyników w zależności od miejsca poboru próbki analitycznej (dół-środek-góra naczynka).

Jednocześnie, ogrzewanie próbki wprowadza jednak poważne zmiany w strukturze fazy rozproszonej badanej emulsji. Jeśli kuleczki tłuszczowe były połączone za pomocą kryształów tłuszczu (częściowa koalescencja), ich stopienie może prowadzić do pełnej koalescencji lub wyolejenia.

b. Bufory

Wynik pomiaru z zastosowaniem dyfrakcji laserowej stanowi rozkład wielkości wszystkich cząstek w układzie. W przypadku badania stabilności emulsji wskazane jest uzyskanie informacji dotyczących jedynie rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych. Aby tego dokonać należy podjąć działania mające na celu eliminację sygnału pochodzącego od miceli kazeinowych (Tab. 6).

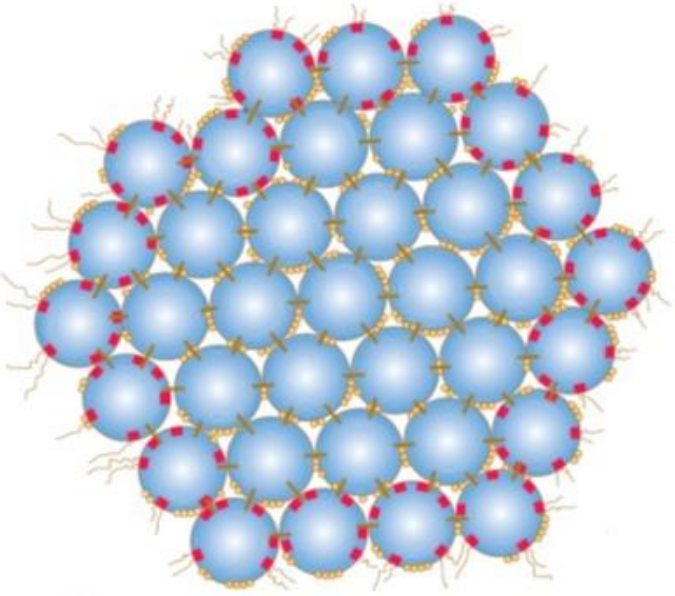
Tab. 6. Eliminacja miceli kazeinowych z wyniku rozkładu wielkości cząstek

Sposób eliminacji miceli kazeinowych z wyniku rozkładu wielkości cząstek	Opis	Literatura
Modyfikacja oprogramowania	Uruchomienie funkcji ‘data kill’. Rozkład wielkości cząstek rejestrowany od 0,195μm	Di Marzo, Cree, Barbano (2016)
	Eliminacja pierwszego piku w bimodalnym rozkładzie wielkości cząstek mleka surowego. Przekształcenie uzyskanych danych w funkcję gęstości prawdopodobieństwa.	Postelmans i in. (2020)
Zawieszenie próbki analitycznej w buforze EDTA	1:1:1, v:v:v, próbka:woda:bufor Bufor dysocjujący micele kazeinowe: 6,25 g Tween 20+18,75g EDTA+400ml wody dejonizowanej, 40°C, pH=10	Ransmark i in. (2019)
	1:1,v:v, próbka:bufor 35 mmol/l EDTA, pH=7	Lu i in. (2021)
	1:1, v:v, próbka:bufor 35mmol/l EDTA/NaOH, pH=7	Michalski, Briard, Michel (2001)
	1:10, v:v, próbka:bufor Bufor: 8M mocznik + 50mM EDTA, pH=7	Thiebaud i in. (2003)
	1:1, v:v, próbka:bufor 35mM EDTA/NaOH, pH=7 + 5g/l Tween20	McCrae i Lepoetre (1996)
	0,2:1, v:v, próbka:bufor, Bufor: 35 mM EDTA/NaOH, pH=7	Berton i in. (2012)
Zawieszenie próbki analitycznej w buforze TCA	3:1, v:v, próbka:bufor TCA+SDS 0,4M TCA + 4% SDS	Huppertz i in. (2003)

Najczęściej stosowanym podejściem do eliminacji sygnału pochodzącego od miceli kazeinowych jest zawieszenie próbki analitycznej w buforze EDTA.

Bufor EDTA

Bufor EDTA powoduje dysocjację miceli kazeinowych w wyniku kompleksowania wapnia i magnezu (rozpad fosforanu wapnia) (Rys. 3).



Legenda:

Submicele

Polipeptydowe łańcuchy κ-kazeiny

Fosforan wapnia

κ-kazeina

Interakcje hydrofopowe (grupy PO_4^{3-})

Rys. 3. Budowa miceli kazeinowych (Tetra Pak 1995)

Procesy starzenia emulsji stanowią złożony problem badawczy ze względu na to, że wszystkie mechanizmy destabilizacji mają wspólny efekt, tj. zwiększenie wielkości kropel fazy rozproszonej. Rozróżnienie zjawiska agregacji i koalescencji jest możliwe dzięki zastosowaniu buforów pozwalających uzyskać rozkład wielkości pojedynczych kuleczek tłuszczowych (Tab. 7).

Tab. 7. Bufory powodujące rozpad agregatów kuleczek tłuszczowych

Bufor	Opis/ Uwagi	Literatura
SDS	1:9, v:v, próbka:bufor 0,2% SDS Zapobieganie procesowi agregacji kuleczek tłuszczowych	Braun, Hanewald, Vilgis (2019)
	Zawieszenie niewielkiej ilości próbki w 100 ml 0,1% SDS Zawieszenie w buforze SDS może powodować zaniżenie rozmiaru wielkości cząstek ze względu na obecność molekuł SDS.	Michalski, Briard, Michel (2001)
	3:1, v:v, próbka:bufor TCA+SDS 0,4M TCA + 4% SDS Usunięcie materiału zaadsorbowanego na powierzchni międzyfazowej o/w	Huppertz i in. (2003)
	1:10, v:v, próbka: bufor SDS 5 g/l	Thiebaud i in (2003)
Tween 20	1:1:1, v:v:v, próbka:woda:bufor Bufor: 6,25 g Tween 20+18,75g EDTA+400ml wody dejonizowanej, 40°C, pH=10 Tween 20 użyty jako emulgator, pozwalający na dezintegrację agregatów kuleczek tłuszczowych	Ransmark i in. (2019)
	1:1, v:v, próbka:bufor Bufor: 35mM EDTA/NaOH, pH=7 + 5g/l Tween20	McCrae i Lepoetre (1996)

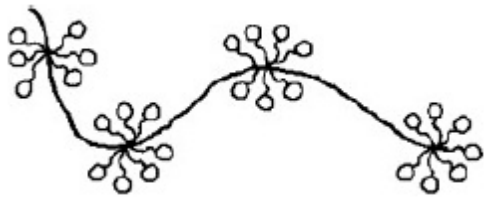
McClements (2007) podaje, że jeśli rozkład wielkości kuleczek tłuszczowych zwiększył się w czasie, a po dodaniu buforu deflokulującego nie uległ zmianie, to mechanizmem destabilizującym była najprawdopodobniej koalescencja. Jeśli natomiast wielkość cząstek po dodaniu buforu zmalała, należy przypuszczać, że mechanizmem tym była agregacja. Zgodnie z przeprowadzonym badaniem literaturowym najczęściej stosowaną techniką, mającą na celu rozbicie agregatów kuleczek tłuszczowych jest zawieszenie próbki analitycznej w buforze SDS.

Bufor SDS

Dodatek amfifilowego SDS, który oddziałuje z niepolarnymi grupami bocznych łańcuchów białkowych, powoduje dysocjację miceli kazeinowych poprzez kompetencyjne zrywanie interakcji hydrofobowych (Lefebvere-Cases i in. 2001; Smiddy i in. 2006; Damodaran 1996) (Rys. 3). Początkowo, wiązanie SDS z białkami zachodzi poprzez interakcję elektrostatyczną między ujemnie naładowaną grupą siarczanową SDS i dodatnimi resztami aminokwasowymi. Interakcja szybko zostaje jednak zdominowana poprzez oddziaływanie łańcucha alkilowego SDS i hydrofobowych łańcuchów bocznych aminokwasów (Nozaki i wsp. 1974; Rao i Prakash 1993; Lefebvre-Cases i in. 1998). Mechanizm oddziaływania SDS z micelami kazeinowymi zaprezentowano na Rys. 4.

Ponadto, Velasco (2010) wykazał, że SDS odwraca częściową koalescencję kropel ze względu na jego zdolność do zmiany właściwości zwilżających kryształów tłuszczu. Adsorpcja SDS na kryształach tłuszczu powoduje, że napięcie międzyfazowe między

skrystalizowanym tłuszczem, a fazą wodną jest niższe niż między skrystalizowanym tłuszczem, a ciekłą fazą tłuszczową, powodując w ten sposób ich preferencyjne zwilżanie przez fazę wodną.



Rys. 4. Schematyczny rysunek struktury kompleksu kazeiny z SDS (Chakraborty 2008)

Należy sądzić, że zmiana rozkładu wielkości cząstek w wyniku zawieszenia w buforach EDTA i SDS jest wynikiem:

a. Znalezienia się części cząstek poniżej poziomu detekcji (proporcjonalne zwiększenie udziału objętościowego większych frakcji) (EDTA/ SDS).
b. W przypadku mleka homogenizowanego – rozbicia agregatów kuleczek tłuszczowych połączonych micelami kazeinowymi (flokulacja mostkowa) (McCrae i Lepoetre 1996) (EDTA/ SDS)
c. Rozpadem agregatów kuleczek tłuszczowych połączonych kryształami tłuszczu (SDS).

Natomiast ogrzewanie próbki powoduje rozpad części agregatów. Kuleczki tłuszczowe połączone wcześniej kryształkami tłuszczu mogą ulec całkowitej koalescencji ze względu na to, że ich membrany zostały uszkodzone (co niweluje efekt działania buforu powodującego rozpad agregatów (SDS)). Rozkład wielkości cząstek mierzony po wstępnym rozgrzaniu próbki i zawieszeniu w buforze EDTA i SDS będzie do siebie zbliżony.

3. Cele i hipotezy pracy dysertacyjnej

Koncentracja produkcji i przetwarzania mleka oraz wydłużający się dystans dostaw i zmienne warunki przewozu, a także wzrost wymagań konsumentów wymagają zwiększenia stabilności oraz standaryzacji cech fizykochemicznych mleka płynnego. Jednocześnie stabilność mleka jest ważnym czynnikiem determinującym akceptację konsumencką, a także okres przydatności do spożycia. Dlatego celem pracy było:

- Ocena wpływu wybranych parametrów obróbki technologicznej w warunkach przemysłowych na zmianę składu i stabilności mleka w czasie przechowywania;
- Zbadanie różnicy składu i stopnia dyspersji kuleczek tłuszczowych mleka surowego w zależności od sezonu;
- Ocena przydatności wybranych metodyk do śledzenia zmian stabilności emulsji;
- Zbadanie mechanizmu destabilizacji emulsji mlecznych typu o/w.

Przyjęte cele badawcze definiują następujące postawione hipotezy robocze:

H^1 Stabilność mleka surowego, a także jego przydatność technologiczna do produkcji mleka pitnego zależy od sezonu roku.

H^2 Standaryzacja (łącznie z pasteryzacją) powodują istotne zmiany w składnikach i mikrostrukturze mleka, co skutkuje zmianami w mechanizmie jego destabilizacji w porównaniu do emulsji wyjściowej, tj. mleka surowego.

H^3 Różnice składu kwasów tłuszczowych i wielkości kuleczek tłuszczowych (a więc również składu samej membrany) przekładają się na różną podatność tłuszczu mlecznego na proces homogenizacji.

H^4 Nie tylko parametry procesu homogenizacji, ale także jej typ (homogenizacja aseptyczna./ homogenizacja nieaseptyczna) kształtują stabilność emulsji, wpływając na jednorodność i stabilność fazy rozproszonej (tłuszczu).

4. Część doświadczalna

4.1. Materiały

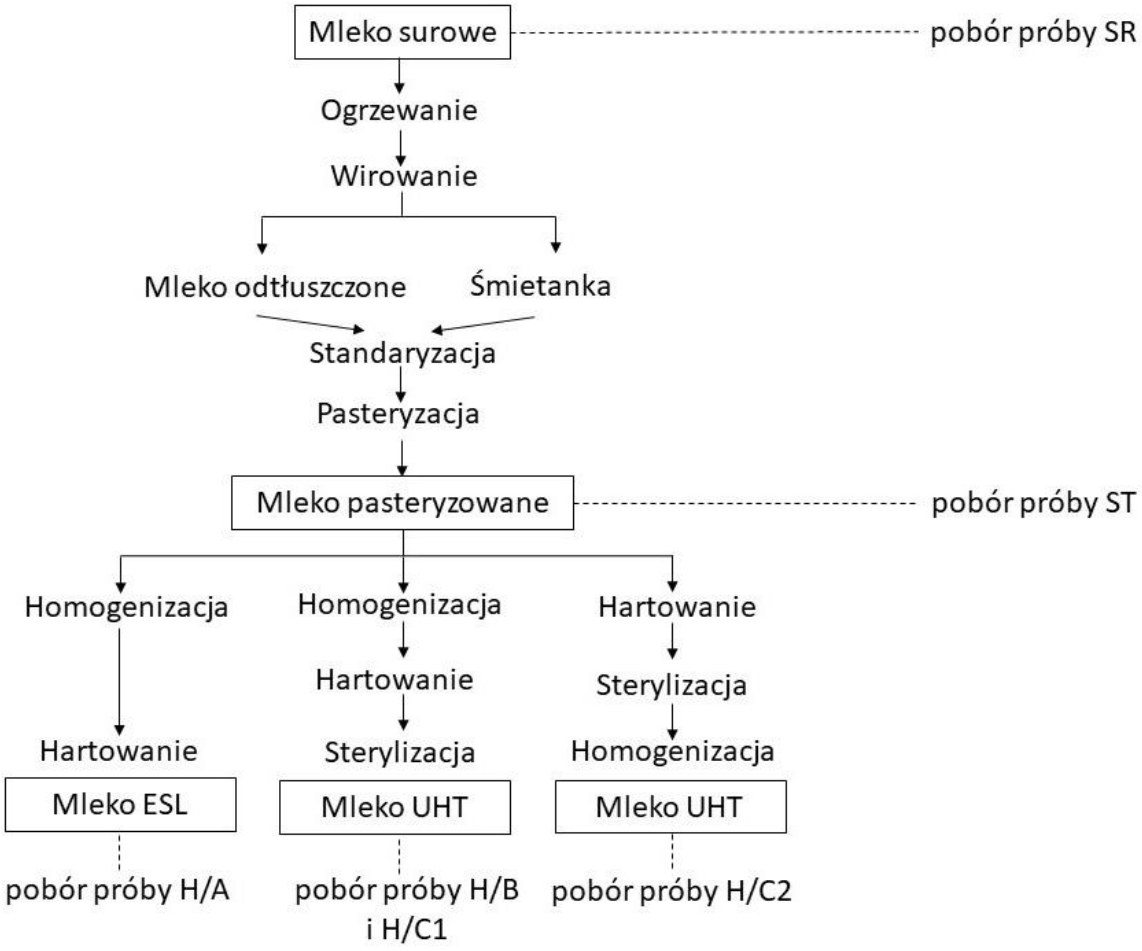
Materiały do badań przedstawiono w Tab. 8. Mleko transportowano z poszczególnych źródeł do laboratorium, w warunkach chłodniczych. Po odebraniu, próbki mlek surowego, standaryzowanego i homogenizowanego, zostały natychmiast zakonserwowane azydkiem sodu (0,02%), ujednolicone i podzielone na próbki analityczne o małej objętości w celu umożliwienia przeprowadzania poszczególnych pomiarów za każdym razem z nowej porcji materiału (bez konieczności wielokrotnego podgrzewania i chłodzenia). W celu wykonania testów przechowalniczych, mleko homogenizowane (nazywane dalej mlekiem komercyjnym, K) przechowywano również bez konserwacji, w opakowaniach przemysłowych.

Tab. 8. Materiały

Produkt	Wariant obróbki mleka			
	Kod produktu	A	Kod produktu	B
Mleko surowe SR	SR	mleko surowe, niestandaryzowane, nie poddane obróbce termicznej, niehomogenizowane, zakonserwowane, ujednolicone i podzielone na próbki analityczne o małej objętości		
Mleko ST	ST	mleko standaryzowane do zawartości tłuszczu 3,2%, poddane pasteryzacji, niehomogenizowane, zakonserwowane, ujednolicone i podzielone na próbki analityczne o małej objętości		
Mleko ESL	H/A	mleko standaryzowane do zawartości tłuszczu 3,2%, poddane pasteryzacji, homogenizowane nieaseptycznie 160/60 bar (16/6 MPa) temp. 75°C i poddane hartowaniu: 125°C, 2s, zakonserwowane, ujednolicone i podzielone na próbki analityczne o małej objętości		
Mleko UHT (homogenizacja nieaseptyczna)	H/B	mleko standaryzowane do zawartości tłuszczu 3,2%, pasteryzowane, homogenizowane nieaseptycznie, dwustopniowo: 200/40 bar, 75 – 80°C, poddane hartowaniu (90°C, 90s) i obróbce: UHT (135-145°C, 1-10s), zakonserwowane, ujednolicone i podzielone na próbki analityczne o małej objętości	H/C1	mleko standaryzowane do zwartości tłuszczu 3,2%, pasteryzowane, homogenizowane nieaseptycznie jednostopniowo 200 bar, 65 – 75°C, poddane hartowaniu (90°C, 90s) i obróbce UHT (135-145°C, 1-10s), zakonserwowane, ujednolicone i podzielone na próbki analityczne o małej objętości
Mleko UHT (homogenizacja aseptyczna)	H/C2	mleko standaryzowane do zawartości tłuszczu 3,2%, pasteryzowane, poddane hatowaniu (90°C, 60s) i obróbce UHT (135-145°C, 1-10s)		

		i homogenizowane aseptycznie, dwustopniowo: 150/50 bar, 65 – 75°C, zakonserwowane, ujednolicone i podzielone na próbki analityczne o małej objętości		
Mleko komercyjne	K	mleko ESL (H/A) i mleko UHT (H/B, H/C2, H/C1). niezakonserwowane, przechowywane w opakowaniach przemysłowych		

Schemat technologiczny produkcji komercyjnego mleka pitnego (ESL/UHT) przedstawiono na Rys. 5. Próba mleka homogenizowanego stanowiła produkt końcowy – tj. po drugiej obróbce termicznej (ze względu na brak możliwości pobrania próbki bezpośrednio po procesie homogenizacji).



Rys. 5. Schemat technologiczny produkcji mleka pitnego (ESL/ UHT)

Stosowane skróty

Sposób kodowania próbki: Sezon/Przeznaczenie/typ próbki/czas badania/źródło

Z	Sezon jesienno-zimowy (w przypadku opisu próbki brak zaznaczenia sezonu na początku kodu oznacza, że mleko pochodzi z sezonu jesienno-zimowego)
L	Sezon wiosenno-letni
3,2	Mleko na mleko komercyjne 3,2%
SR	Mleko surowe zbiorcze
ST	Mleko standaryzowane (i pasteryzowane)
H	Mleko homogenizowane (i poddane właściwej obróbce termicznej)
50C	Mleko przed badaniem podgrzane do 50°C
EDTA; SDS	Mleko przed badaniem zawieszone w buforze EDTA lub SDS
A;B;C1;C2	Oznaczenie źródła (a w przypadku C dodatkowo rozróżnienie linii produkcyjnej)
0;1;2;4;6	Czas chłodniczego przechowywania (miesiąc)
S	Sezon
Pr	Próba
t	Czas
T	Temperatura
RT	Temperatura pokojowa
ESL	Extended Shelf Life, Mleko o Przedłużonej Trwałości
UHT	Ultra High Temperature
WKT	Wolne Kwasy Tłuszczowe
BDI	Bureau of Dairy Industries
NIZO	Netherlands Institute for Dairy Research
TAG	Triacyloglicerole

4.2. Metody

4.2.1. Zawartość białka, azotu niebiałkowego, białek serwatkowych i kazeiny, met. Kjeldahla (PN-EN ISO 8968-4)

Zawartość białka, azotu niebiałkowego, białek serwatkowych i kazeiny oznaczono zgodnie z normą PN-EN ISO 8968-4.

4.2.2. Zawartość tłuszczu, met. grawimetryczna (PN-EN ISO 1211 ISO 1211:2010, IDF 1:2010)

Zawartość tłuszczu oznaczono zgodnie z normą PN-EN ISO 1211 ISO 1211:2010, IDF 1:2010

4.2.3. Profil kwasów tłuszczowych, met. chromatograficzna (ISO 15885:2002, IDF 184:2002)

Profil kwasów tłuszczowych badano przy użyciu chromatografu gazowego Agilent GC 7890A z detektorem FID (flame ionization detector). Zastosowane parametry metody, określone normą ISO 15885:2002 umieszczono w Tab. 9.

.Tab. 9. Ustawienia programu do chromatograficznego rozdziału kw. tłuszczowych

Dozowanie automatyczne (AS – auto sampler)	Typ strzykawki		10 µl
	Objętość nastrzyku		0,2 µl
	Płukanie rozpuszczalnikiem	Przed iniekcją	3
		Po iniekcji	3
Wlot	Split/splitless		
	Temperatura		230°C
	Współczynnik podziału		50:1
Kolumna	J&W 112-88A7: 250°C: 100m x 250µm x 0.25µm		
	Nośnik gazowy		Hel
	Przepływ		1,5 ml/ min
	Stały przepływ		
Piec	Początek	Temperatura	60°C
		Czas przetrzymania	1 min
	Rampa 1	Prędkość	5°C/ min
		Temperatura	60°C→180°C
		Czas przetrzymania	27 min
Detektor płomieniowo – jonizacyjny (FID)	Podgrzewacz		300°C
	Przepływ H_2		30 ml/ min
	Przepływ powietrza		300 ml/ min
	Przepływ N_2		35 ml/ min

4.2.4. Zawartość WKT (Wolne Kwasy Tłuszczowe), met. BDI - Bureau of Dairy Industries (IDF Bulletin no 265/1991)

Oznaczenie WKT przeprowadzono po uprzednim przygotowaniu odczynników: BDI (roztw. Tritonu X-100 i tetrafosforanu sodu w wodzie, pH 6,6), błękitu tymolowego (roztw. soli sodowej błękitu tymolowego w 2-propanolu), rozpuszczalnika tłuszczu (mieszanina lekkiej benzyny z dodatkiem błękitu tymolowego) i wodorotlenku tetra-n-butyloamoniowego (roztw. wodorotlenku tetra n-butyloamoniowy w 2-propanolu).

Do butyrometru dodano mleko i odczynnik BDI. Butyrometr zamknięto korkiem, wymieszano i wstawiono do wrzącej łaźni wodnej. Po wydzieleniu warstwy tłuszczu, butyrometr przeniesiono do łaźni o temp. 45°C. Po schłodzeniu do w/w temperatury, wydzielono tłuszcz i razem z rozpuszczalnikiem miareczkowano standardowym roztworem wodorotlenku tetra-n-butyloamoniowego do zmiany barwy z żółtej na jasno-zieloną. Wartość kwasowości porównano z wynikiem uzyskanym dla tłuszczu wzorcowego.
WKT wyrażono w mmol na 100 g tłuszczu, zgodnie ze wzorem:

$$WKT = \frac{100 \cdot V \cdot c}{m} \quad (2)$$

gdzie:

WKT (=BDI) – wartość kwasowości tłuszczu w mmol na 100 g tłuszczu,
c – stężenie roztworu standardowego wodorotlenku tetra-n-butyloamoniowego,
V – objętość roztworu standardowego wodorotlenku tetra-n-butyloamoniowego użytego do miareczkowania próbki,
m – masa tłuszczu.

4.2.5. Liczba nadtlenkowa, met. miareczkowa (ISO 3976:2006, IDF 74:2006)

Liczbę nadtlenkową oznaczono zgodnie z normą ISO 3976:2006, IDF 74:2006.

4.2.6. Śmietankowanie, met. podstojowa (specyficzna)

Przygotowano 1 % w/w roztwór barwnika Sudanu III w mieszaninie alkoholu etylowego i gliceryny w stosunku 1:1 v/v. Przygotowany roztwór barwnika w ilości 3 ml wlano do 250 ml mleka umieszczonego w cylindrach 250 ml, zasłonięto szczelnie folią aluminiową i przechowywano w 4°C, okresowo rejestrując wysokość warstwy podstojowej (ml).
Ponadto sprawdzano obecność:

- wolnego tłuszczu na powierzchni lustra cieczy,
- osadu na dnie cylindra.

4.2.7. Wolny tłuszcz, zmodyf. met. Gerbera (Halter i in. 1978, Fink i Kessler 1983, Kessler i Fink 1992)

Do buteleczek Babcocka odmierzono 17g mleka (40°C), dodano 1 ml 1% roztw. Sudanu III (etanol:gliceryna, 1:1, v/v) i uzupełniono wodą destylowaną (40°C). Wirowanie przeprowadzono w wirówce Gerbera z wychylanymi kubeczkami wirowniczymi przy parametrach: 417g, 40°C, 15 min.

4.2.8. Ocena skuteczności homogenizacji, zmodyfikowana met. mikroskopowa (PN-A-86059:1975)

a) Mleko surowe i standaryzowane

Próbkę przed analizą ogrzano do 50°C. Barwienie przeprowadzono dodając do 1 ml próbki, 9 ml 1% roztw. Sudanu III (alkohol etylowy: gliceryna, 1:1, v/v). Z każdej próbki wykonano trzy preparaty. Z każdego preparatu wybrano 5 pól widzenia i na każdym z nich zmierzono średnicę przynajmniej 30 kuleczek tłuszczowych. Wynik oceny skuteczności homogenizacji wyrażono w postaci procentowego udziału kuleczek tłuszczowych większych od 2 μm. Badanie przeprowadzono przy użyciu mikroskopu optycznego Olympus BX41, powiększenie 100x.

b) Mleko homogenizowane

Mleko homogenizowane przed badaniem rozcieńczono 10-krotnie wodą destylowaną (również podgrzaną do temperatury 50°C). Następnie postępowano jak w podpunkcie a).

4.2.9. Analiza rozkładu wielkości cząstek, met. dyfrakcji laserowej (Michalski i in. 2001, Nowak i in. 2017)

Przygotowanie próbki do badań

Badanie rozkładu wielkości cząstek przeprowadzono w wariantach:

a) Bez podgrzewania (po wyciągnięciu z chłodni i inkubacji w temp. pokojowej przez 30 min)

- Po zawieszeniu mleka w buforze EDTA-Na_2, pH = 7 (dysocjującym micele kazeinowe) w proporcji 1:5, v/v
- Po zawieszeniu w buforze SDS (rozbijającym agregaty tłuszczowe i dysocjującym micele kazeinowe) w proporcji 1:10, v/v

b) Z podgrzaniem próbki mleka przed badaniem (t=50°C)

- Analogicznie jak w podpunkcie 4.2.9 a)

Tab. 10. Ustawienia programu do badania rozkładu wielkości cząstek met. dyfrakcji laserowej

Parametr	Wartość
Rodzaj cząstek	Kuliste
Model	Ogólnego zastosowania
Współczynnik refrakcji dysperganta	1,33
Współczynnik refrakcji próbki	1,46
Absorbancja	0,001
Ilość powtórzeń	5

Tab. 11. Objaśnienie parametrów rozkładu wielkości cząstek, Malvern Manual (2005)

Parametr	Wzór/ opis
Span	$$Span = \frac{D(90) - D(10)}{D(50)}$$ Parametr w przybliżeniu proporcjonalny do szerokości rozkładu badanych cząstek
Jednorodność	$$Jednorodność = \frac{\sum v_i \lvert d(c,0{,}5) - d_i \rvert}{d(c,0{,}5) \sum v_i}$$ gdzie: d(v, 0,5) – mediana wielkości rozkładu, d_i – średnia średnica klasy i, v_i – klasa wielkości i
Pow. Wł.	$$S_e = \frac{6 \sum \frac{V_i}{d_i}}{\rho \sum V_i} = \frac{6}{\rho D32}$$ gdzie: V_i – objętość względna w klasie i, d_i – średnia średnica w klasie i, ρ – gęstość, D32 – średnia średnica Sauter'a
D32	$$D32 = \frac{\sum_1^n d_i^3 v_i}{\sum_1^n d v_i}$$ gdzie: d_i – średnia średnica klasy i, v_i – klasa wielkości i
D43	$$D43 = \frac{\sum_1^n d_i^4 v_i}{\sum_1^n d v_i}$$ gdzie: d_i – średnia średnica klasy i, v_i – klasa wielkości i
D53	$$D53 = H\ [\mu m^2] = \frac{\sum N_i d_i^5}{\sum N_i d_i^3}$$ Mulder, Walstra (1974) gdzie: N_i – liczba kuleczek tłuszczowych klasy i, d_i – średnia średnica kuleczek tłuszczowych klasy i Parametr mogący opisać zależność szybkości śmietankowania od wielkości kuleczek tłuszczowych (bez względu na to jak ukształtowany jest rozkład wielkości cząstek). Ma on zastosowanie tylko w wypadku stanu ustalonego, który w większości dotyczy mniej niż 10% kuleczek tłuszczowych. $$szybkość\ śmietankowania\ [\%\ na\ dzień] = \frac{4{,}7(\rho_D - \rho_f)H}{\eta_D D}$$ D – wysokość naczynia, cm η_D – lepkość fazy rozpraszającej, poise ρ_D – gęstość fazy rozpraszającej, g/ml ρ_f – gęstość fazy rozpraszanej (kuleczek tłuszczowych), g/ml 4,7 – współczynnik korekcji Tetra Pak (b.d.) podaje korelację D53 z parametrem NIZO według wzoru: $$NIZO_{D53} = 100 \cdot exp\left(\frac{-\lvert D53 - A \rvert^B}{C}\right)$$ Gdzie: A = 0,08019, B = 2,06686, C = 1,63085
D(10) D(50) D(90)	D10, D50, D90 to średnice „odcięcia", to znaczy średnice poniżej których znajduje się odpowiednio 10, 50 i 90% objętościowych mierzonych cząstek.
V(100)	Procent objętościowy cząstek, których średnice są mniejsze od 100 μm.

4.2.10. Ocena jednorodności/ skuteczności homogenizacji, met. NIZO

Ocenę jednorodności mleka przeprowadzono w następujących etapach:

- analiza zawartości tłuszczu w próbce wyjściowej,
- wirowanie 350g, 40°C, 30 min (w pipecie wirowniczej 25 ml),
- pobranie 20 ml dolnej frakcji mleka po wirowaniu i analiza zawartości tłuszczu.



Rys. 6. Pipeta wirownicza

NIZO obliczono ze wzoru (Tetra Pak, b.d.):

$$NIZO = \frac{zawartość\ tł.w\ dolnej\ frakcji\ (20\ ml)\ próbki\ po\ wirowaniu}{zawartość\ tł.w\ próbce\ (25\ ml)\ przed\ wirowaniem} \cdot 100\% \quad (3)$$

4.2.11. Ilość białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi, Cano Ruiz i Richter (1997)

Ilość białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi zbadano przy użyciu zmodyfikowanej metody Cano Ruiz i Richter'a (1997). W celu zwiększenia różnicy gęstości faz, do mleka przed wirowaniem dodano sacharozę (28,6g/100ml). Dzięki temu uzyskano większą efektywność odwirowania tłuszczu. Wirowanie przeprowadzono w warunkach: 4407g, 20°C, 60 min. Po wirowaniu oddzielono warstwę tłuszczu, a powstały osad dokładnie wymieszano z serum. Wartość ilości białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi podano w g białka na g oddzielonego tłuszczu. W celu porównania wyników uzyskanych dla mleka homogenizowanego z wynikami Cano Ruiz i Richtera (1997) uzyskane wartości przeliczono na ładunek białka zgodnie z równaniem:

$$\Gamma = \frac{(p_0 - p_s)\rho_f}{sa(f_0 - f_s)} \quad (4)$$

gdzie,

- Γ ładunek białka, mg białka/m^2 tłuszczu,
- p_o ilość białka w mleku, mg białka/g mleka,
- p_s ilość białka w serum, mg białka/g mleka,
- ρ_f gęstość tłuszczu mlecznego, 0,916 g/ml w temp. 20°C,
- sa powierzchnia właściwa tłuszczu mlecznego, m^2 $_{\text{powierzchni międzyfazowej}}$/ml $_{\text{fazy rozproszonej (kuleczek tłuszczowych)}}$,
- f_0 zawartość tłuszczu w mleku, g tł./g mleka,
- f_s Zawartość tłuszczu w serum, g tł./g serum.

4.2.12. Test przechowalniczy

Mleko przechowywano w warunkach chłodniczych w opakowaniach komercyjnych (4°C) bez dostępu światła przez 2 miesiące – mleko ESL i 6 miesięcy – mleko UHT. W ustalonych interwałach czasowych (co miesiąc dla mleka ESL i co dwa miesiące w przypadku mleka UHT) opakowania otwierano i oceniano ilość tłuszczu przylegającego do wieczka, a po wylaniu zawartości, ilość osadu, jaka utworzyła się na dnie opakowania.

4.2.13. Szacowanie stabilności mleka

Szacowanie stabilności mleka przeprowadzono z wykorzystaniem siły odśrodkowej. Mleko wirowano w warunkach: 4407g, 45°C 10 min, a następnie określano procent wagowy osadu, który utworzył się na dnie naczynka wirowniczego.

4.2.14. Analiza statystyczna

Analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu programów Microsoft Excel 2019 i Statistica 13.3. Poziom istotności przyjęto na poziomie $\alpha=0,05$, chyba że podano inaczej. Analizę danych przeprowadzano według następującej procedury (StatSoft 1984-2011):

- grupowanie,
- eliminacja obserwacji odstających (test Grubbsa),
- w przypadku brakujących obserwacji dokonywano imputacji danych na podstawie regresji liniowej,
- sprawdzenie założeń do przeprowadzenia odpowiednich testów: m.in. rozkładu normalnego (test Shapiro Wilka), jednorodności wariancji (test Levene'a), a w przypadku testów z powtarzanymi pomiarami dodatkowo przeprowadzono sprawdzenie założenia sferyczności (test Mauchley'a)
- dobór odpowiedniego testu statystycznego: test parametryczny (założenia spełnione) lub test nieparametryczny (brak spełnienia założeń),
- analiza istotności efektu,
- badanie post hoc (test NIR Fishera).

<u>Analizy statystyczne przeprowadzane na tym samym poziomie czasowym</u>

a. Porównanie dwóch grup niezależnych (np. mleko zimowe vs mleko letnie) przeprowadzono za pomocą testu T (test parametryczny) lub testu U-Manna Whitney'a (test nieparametryczny).
b. Porównanie dwóch grup zależnych (np. mleko surowe vs mleko standaryzowane lub mleko standaryzowane vs mleko homogenizowane) przeprowadzono za pomocą testu T dla prób zależnych (test parametryczny) lub za pomocą testu Wilcoxona (test

nieparametryczny), przy czym w wypadku porównania grup zależnych nie było konieczności badania jednorodności wariancji.

Analizy statystyczne dotyczące wpływu czasu przechowywania na zmiany badanych parametrów

a. Do analizy na różnych poziomach czasowych zastosowano układ z powtarzanymi pomiarami. W przypadku spełnienia założeń (normalność rozkładu, jednorodność wariancji) analizę przeprowadzano testem parametrycznym: jednowymiarowym (gdy wynik testu sferyczności był istotny) lub wielowymiarowym (jeśli wynik testu sferyczności był nieistotny).
b. Jeśli którekolwiek z założeń nie zostało spełnione, analizę przeprowadzano za pomocą testu ANOVA Friedmana.

Zaobserwowane odchylenia wynikały z układu eksperymentu. W analizie nie uwzględniono niepewności wynikających z zastosowanych metod analitycznych.

Surowe wyniki umieszczono w Załączniku, natomiast w Wynikach i dyskusji przedstawiono (co najmniej istotne) wyniki analizy statystycznej.

Stosowane skróty

n/s	Wynik nieistotny statystycznie	$p>\alpha$, gdzie $\alpha=0,05$
*	Wynik istotny statystycznie	$p<0,05$
**	Wynik wysoce istotny statystycznie	$p<0,01$

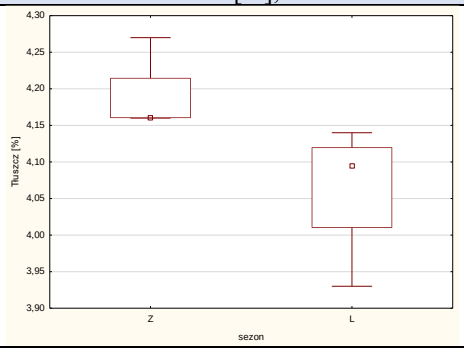
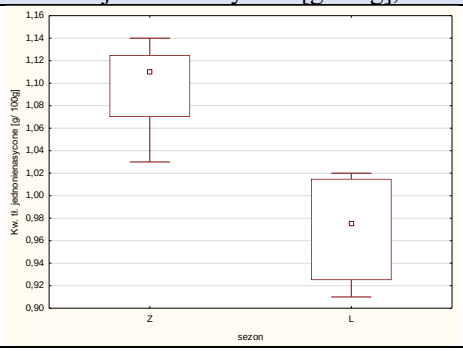
5. Wyniki i dyskusja

5.1.Wpływ sezonu

5.1.1. Wpływ sezonu na zmianę właściwości fizykochemicznych

Dla wszystkich badanych mlek, okres produkcji mleka (sezon) miał różny wpływ na zmianę jego właściwości fizykochemicznych podczas przechowywania (wyniki szczegółowe: Załącznik, Tab. 45). W przypadku mleka surowego (SR) sezon miał istotny wpływ na parametry: tłuszcz i kwasy tłuszczowe jednonienasycone (Tab. 12). Dla mleka standaryzowanego (ST) sezon miał istotny wpływ na następujące parametry: azot niebiałkowy i kwasy tłuszczowe trans (Tab. 13). W przypadku mleka homogenizowanego (H) sezon miał istotny wpływ jedynie na zawartość azotu niebiałkowego (Rys. 7), który okazał się wyższy latem niż zimą. Tylko dla mleka komercyjnego (K) sezon nie miał istotnego wpływu na badane parametry fizykochemiczne (zarówno na początku eksperymentu, jak i przez cały okres chłodniczego przechowywania).

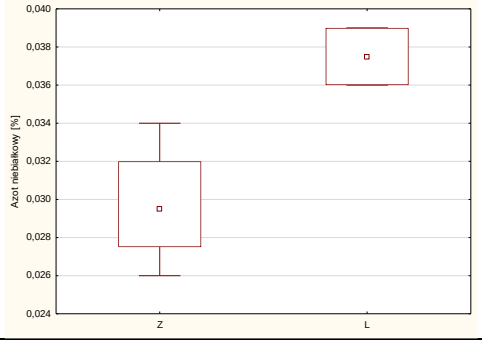
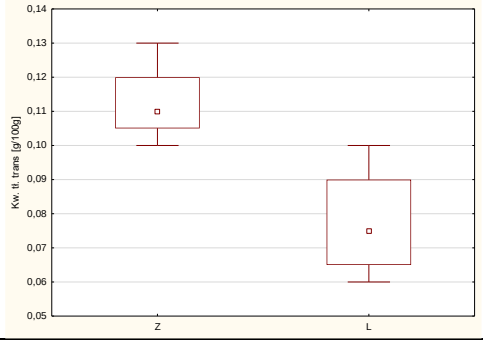
Tab. 12. Porównanie parametrów fizykochemicznych mleka surowego jesienno-zimowego (Z) i wiosenno-letniego (L) w trakcie przechowywania

	Tłuszcz [%], t=0	Kw. tł. jednonienasycone [g/100g], t=1
Wykres		
p	Z0>L0*	Z1>L1*

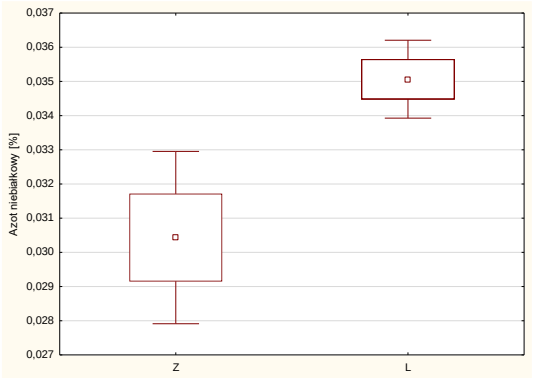
Legenda:

- Mediana
- 25-75%
- Min-Maks

Tab. 13. Porównanie parametrów fizykochemicznych mleka standaryzowanego jesienno-zimowego (Z) i wiosenno-letniego (L) w trakcie przechowywania

	Azot niebiałkowy [%], t=1	Kw. tł. trans [g/100g], t=1
Wykres		
p	Z1<L1*	Z1>L1*

Legenda:
- Mediana
- 25-75%
- Min-Maks



Legenda:
- Średnia
- Średnia±Błąd std
- Średnia±1,96*Błąd std

Rys. 7. Azot niebiałkowy, mleko homogenizowane po pierwszym miesiącu przechowywania – sezon jesienno-zimowy (Z) vs sezon wiosenno-letni (L), Z<L*

W mleku surowym (SR) wykazano, że zawartość tłuszczu latem była istotnie niższa niż zimą (Z0>L0*). Po miesiącu przechowywania mleka surowego zawartość kw. tł. jednonienasyconych również była istotnie niższa latem niż zimą (Z1>L1*).

Podobne wyniki dotyczące zawartości tłuszczu w swojej pracy na temat sezonowej zmienności składu mleka, zaprezentowali Heck i in. (2009). W ich doświadczeniu mleko letnie (czerwcowe) charakteryzowało się najniższą zawartością tłuszczu, a mleko zimowe (styczniowe), najwyższą zawartością tłuszczu (badania przeprowadzono w Danii). Natomiast Li, Ye i Singh (2019) odnotowali odwrotny trend, tzn. mleko w okresie jesienno-zimowym (wrzesień/ październik) charakteryzowało się niższą zawartością tłuszczu niż mleko wiosenno-letnie (kwiecień/ maj) (mleko pochodzące z Nowej Zelandii). Należy jednak wziąć pod uwagę, że w przypadku Nowej Zelandii, która leży na półkuli południowej, sezony są odwrócone (tzn. przesunięte o pół roku w stosunku do półkuli

północnej). Nateghi i in. (2014) stwierdzili natomiast, że mleko nie wykazuje sezonowej zmienności w zawartości tłuszczu (badania przeprowadzone w Iranie). Do podobnych wniosków doszli Jarosińska i in. (2014) badając skład chemiczny mleka dostarczanego do mleczarni w Polsce. Brak zmienności sezonowej mleka może być wynikiem prowadzenia chowu alkierzowego z zastosowaniem paszy stabilnej pod względem składu, w czasie trwania całego roku.

Auldist i in. (1998) wykazali, że w Nowej Zelandii mleko w miesiącach zimowych charakteryzowało się wyższą zawartością jednonienasyconych kw. tłuszczowych niż mleko w miesiącach letnich. Ponownie, były to badania przeprowadzone na półkuli południowej, co sugeruje że miesiące zimowe przypadały na sezon letni (i odwrotnie). Barłowska i in. (2016) potwierdzili sezonową zmienność nienasyconych kw. tłuszczowych. W przypadku ich badań mleko pochodzące z Polski w sezonie letnim charakteryzowało się wyższym udziałem kw. nienasyconych niż mleko w sezonie zimowym. Podobne wyniki uzyskali Heck i in. (2009), którzy wskazali, że duńskie mleko letnie zawierało dwukrotnie więcej kw. tł. C16:1 trans-9, C18:1 trans-11 i C18:2 cis-9, trans-11 (CLA). W niniejszej pracy (Tab. 12) niższa zawartość jednonienasyconych kw. tłuszczowych w mleku surowym, w sezonie letnim mogła być związana z niższą zawartością tłuszczu, ponieważ jest to parametr liczony na 100 g produktu, a nie na 100 g tłuszczu. Szczegółowy profil kw. tłuszczowych, przedstawiony w g/100 g tł. został omówiony w dalszej części pracy (Tab. 16). Należy jednak zauważyć, że zmienność związana z profilem kw. tłuszczowych jest zależnością bardzo złożoną i doniesienia naukowe w tym obszarze nie są ze sobą zbieżne. Hanus i in. (2018) wymieniają czynniki wpływające na zmienną zawartość kwasów tłuszczowych w mleku, dzieląc je na biologiczne (tj. rasę, zmienność osobniczą, wydajność mleczną i etap laktacji, a także liczbę wycieleń), jak i zewnętrzne (w tym – dietę, sposób udoju i typ hodowli).

W przypadku mleka standaryzowanego (ST) wykazano, że zawartość azotu niebiałkowego po miesiącu przechowywania latem była istotnie wyższa niż zimą (Z1<L1*). W tym samym czasie ilość kw. tł. jednonienasyconych była niższa latem niż zimą (Z1>L1*). Wymienione zależności wykazano jednak jako istotne tylko na poziomie czasowym „1", czyli po miesiącu przechowywania, a nie dla pełnego czasu trwania eksperymentu.

Podobnie, jak w przypadku mleka surowego, zawartość kw. tł. trans w mleku standaryzowanym była wyższa w sezonie zimowym niż w sezonie letnim.

Zimowe mleko standaryzowane charakteryzowało się ponadto niższą zawartością azotu niebiałkowego. Mehra i in. (1999) (Irlandia), a także Verdi i in. (1987) (USA) również wykazali niższą zawartość azotu niebiałkowego zimą niż latem. Natomiast Ng-Kwai-Hang

i in. (1985) (Kanada) i Auldist i in. (1998) (Nowa Zelandia) stwierdzili, że ilość azotu niebiałkowego jest najwyższa w miesiącach zimowych, a następnie stopniowo spada, osiągając wartość najniższą w miesiącach letnich.

Jak podaje DePeters i Ferguson (1992) zawartość azotu niebiałkowego w mleku, podobnie jak skład kwasów tłuszczowych, stanowi parametr o złożonej zmienności, który zależy od wielu czynników, tj. od rasy krów, stanu ich zdrowia, liczby wycieleń, etapu laktacji, diety i klimatu.

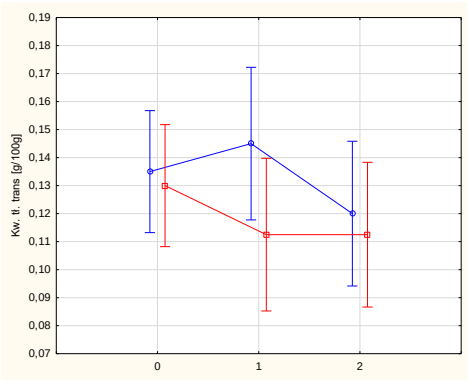
W przypadku mleka homogenizowanego (H) sezon miał istotny wpływ jedynie na zawartość azotu niebiałkowego (Rys. 7), który okazał się wyższy latem niż zimą. Taką samą zależność stwierdzono dla mleka standaryzowanego. Ilość azotu niebiałkowego w mleku homogenizowanym była więc zależna od wartości tego parametru w mleku przed homogenizacją (tj. w mleku standaryzowanym).

W przypadku spełnienia odpowiednich założeń, parametry fizykochemiczne mleka przetestowano pod kątem istotności interakcji efektów: sezonu (S) i czasu chłodniczego przechowywania (t). Zależność była istotna jedynie dla mleka surowego w odniesieniu do kwasów tłuszczowych trans Tab. 14.

Tab. 14. Wyniki istotności interakcji efektu sezonowości i czasu przechowywania – mleko surowe, wł. fizykochemiczne

	Kw. tł. trans
S·t	*
Post hoc: NIR Fishera	Z1>Z2** L0>L1,L2*

Analizowana korelacja okazała się istotna dla kwasów tłuszczowych trans (Rys. 8).



Legenda:

Z – sezon jesienno-zimowy
L – sezon wiosenno-letni
Miara tendencji centralnej: średnia
Pionowe słupki oznaczają 0,95 przedziały ufności

Rys. 8. Interakcja efektów S·t – mleko surowe, kw. tł. trans

Zarówno w sezonie jesienno-zimowym, jak i wiosenno-letnim poziom kw. tłuszczowych trans (a więc nienasyconych kw. tłuszczowych) zmalał po dwóch miesiącach

przechowywania, co może mieć związek z reakcją oksydacji lub działaniem enzymów lipolitycznych podczas chłodniczego przechowywania mleka. Testy post hoc nie wykazały istotnej zależności między zawartością kw. tł. trans między sezonem jesienno-zimowym, a wiosenno-letnim, jednak z Rys. 8 można odczytać, że krzywa zimowa znajduje się na wszystkich poziomach czasowych powyżej krzywej letniej.

5.1.1. Wpływ sezonu na zmianę profilu kwasów tłuszczowych

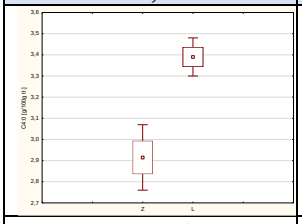
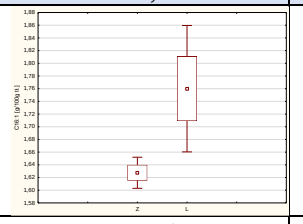
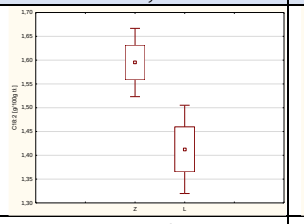
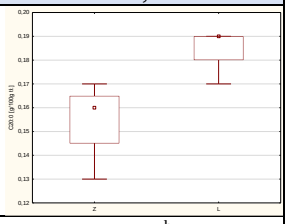
Badanie profilu kwasów tłuszczowych mleka obejmowało analizę kwasów przedstawionych w Tab. 15.

Tab. 15. Wykaz badanych kw. tłuszczowych

Symbol	Kw. tłuszczowy
C4:0	masłowy
C6:0	kapronowy
C8:0	kaprylowy
C10:0	kaprynowy
C11:0	undekanowy
C12:0	laurynowy
C13:0	tridekanowy
C14:0	mirystynowy
C14:1	mirystoleinowy
C15:0	pentadekanowy
C16:0	palmitynowy
C16:1	palmitoleinowy
C17:0	margarynowy
C17:1	heptadekanowy
C18:0	stearynowy
ΣC18:1 Δc	oleinowy (cis)
C18:2	linolowy (cis)
C20:0	arachidowy
C20:1	eikozenowy
C18:3	linolenowy
C18:2 CLA	linolowy sprzężony (CLA)
ΣC18:1 trans	oleinowy (trans)
ΣC18:2 trans	linolowy (trans)

W mleku surowym (SR) sezonowość miała istotny wpływ na zawartość kw. tł. C4:0, C16:1, C18:2 i C20:0 (Tab. 16; szczegółowe wyniki Załącznik, Tab. 46). Poziom kwasów tłuszczowych C4:0 i C16:1 był co najmniej istotnie statystycznie mniejszy w sezonie jesienno-zimowym po pierwszym miesiącu przechowywania. W czasie „0" wartość p-value poziomu kwasu tłuszczowego C16:1 dążyła natomiast do istotności, osiągając wartość 0,061. Na początku eksperymentu poziom kw. tł. C18:2 był istotnie wyższy w sezonie jesienno-zimowym, a poziom kw. tł. C20:0 istotnie wyższy w sezonie wiosenno-letnim.

Tab. 16. Porównanie profilu kw. tł. mleka surowego jesienno-zimowego (Z) i wiosenno-letniego (L) w trakcie przechowywania

C4:0, t=1	C16:1, t=1	C18:2, t=0	C20:0, t =0
			
Z<L**[a]	Z<L*[a]	Z>L*[a]	Z<L*[b]

Legenda:

a
- Średnia
- Średnia±Błąd std
- Średnia±1,96*Błąd std

b
- Mediana
- 25-75%
- Min-Maks

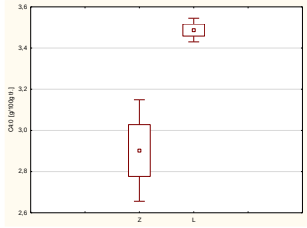
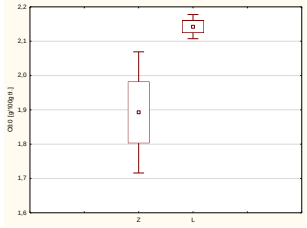
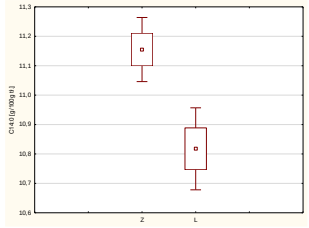
Heck i in. (2009) postawili hipotezę, że kwasy tłuszczowe wytwarzane w dużej ilości zimą są syntetyzowane de novo, podczas gdy kwasy tłuszczowe wytwarzane w dużej ilości latem są krwiopochodne. Uzyskane wyniki badań zaprzeczają jednak prawdziwości tej tezy, wskazując, że musi istnieć więcej czynników wpływających na zmienną zawartość poszczególnych kwasów tłuszczowych w mleku. Jakkolwiek złożona wydaje się to być zależność, należy przyznać, że surowe mleko jesienno-zimowe i wiosenno-letnie wykazywało co najmniej istotną różnicę w zakresie 17% badanych kwasów tłuszczowych.

Wykazano, że kw. tł. C4:0 występował w większej ilości w sezonie wiosenno-letnim niż w sezonie jesienno-zimowym. Thomas i Rowney (1996) uzyskali podobny wynik, wskazując na najwyższą zawartość kw. tł C4:0 wiosną (Australia). Przeciwnie, Heck i in. (2009) wykazali natomiast, że minimum kw. tł. C4:0 jest produkowane wiosną, a maksimum jesienią (Dania). Lindmark Månsson (2008) nie wykazała sezonowej zmienności w zawartości kw. masłowego (Szwecja).

Zawartość kw. tł. palmitooleinowego (C16:1) w mleku surowym również była wyższa w mleku wiosenno-letnim niż jesienno-zimowym. Auldist i in. (1998) (Nowa Zelandia) wykazali, że zawartość jednonienasyconych kwasów tłuszczowych była wyższa w miesiącach zimowych (sezon letni). Ci sami autorzy podają, że mleko w miesiącach zimowych charakteryzowało się również wyższą zawartością wielonienasyconych kw. tł. Mleko badane przez Ozcan'a i in. (2015) (Turcja) także charakteryzowało się wyższą zawartością kw. C18:2 zimą niż latem. Król, Litwińczuk i Matwijczuk (2015) (Polska) nie wykryli natomiast sezonowej zmienności nienasyconych kw. tłuszczowych. Badacze tłumaczą, że jest to związane z faktem iż w gospodarstwach o wysokowydajnych krowach, z których pobierane było mleko do badań, przez cały rok stosuje się żywienie w systemie paszowym TMR (Total Mixed Ration). O braku sezonowej zmienności kw. tł. C16:1, jak i C18:2 donosi ponadto Lindmark Månsson (2008).

Analogicznie jak w mleku surowym (SR), zawartość kw. tł. C4:0 w mleku standaryzowanym (ST) była niższa po miesiącu przechowywania w sezonie jesienno-zimowym (natomiast p-value zmiennej w czasie „0" dążyło do istotności, osiągając 0,057). Mleko standaryzowane (ST) charakteryzowało się ponadto sezonową różnicą w zawartości kw. tł.: C6:0 i C14:0. Określono, że kw. kapronowy był obecny w wyższej ilości w mleku standaryzowanym pochodzącym z sezonu wiosenno-letniego, a kwasu mirystynowego było więcej w sezonie jesienno-zimowym (Tab. 17; szczegółowe wyniki Załącznik, Tab. 46).

Tab. 17. Porównanie profilu kw. tł. mleka standaryzowanego jesienno-zimowego (Z) i wiosenno-letniego (L) w trakcie przechowywania

C4:0, t=1	C6:0, t=1	C14:0, t=0
		
Z<L**	Z<L*	Z>L**

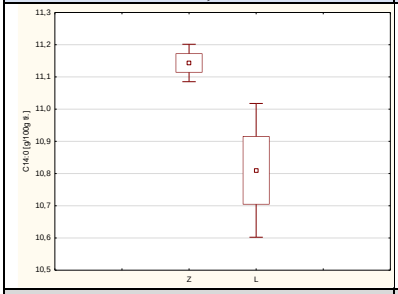
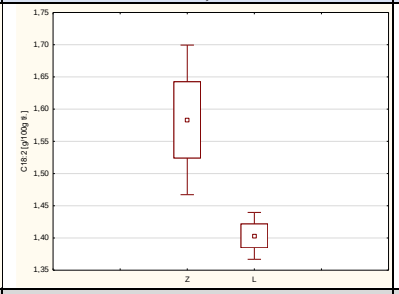
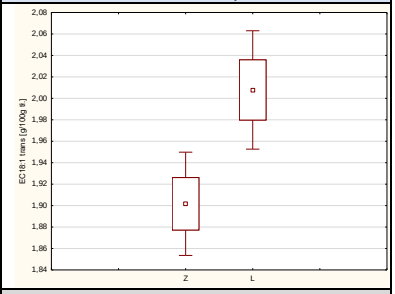
Legenda:
Średnia
Średnia±Błąd std
Średnia±1,96*Błąd std

Logan, Muller i Versteeg (2019) w swoim opracowaniu dotyczącym sezonowej zmienności profilu kwasów tłuszczowych w mleku, odnoszą się do badań Auldist'a (1998) i Palmquist'a (2006) i wskazują wyższą zawartość kw. kapronowego (C6:0) latem niż zimą. Odwrotną zależność opublikowali Ozcan i in. (2015), a także Heck i in. (2009) wskazując, że zawartość kw. tł. C6:0 jest wysoce istotnie wyższa zimą niż latem. Lindmark Månsson (2008) nie wykazała natomiast sezonowej zmienności w zawartości kwasu kapronowego. Badania tej samej autorki wskazują jednak, że kw. tł. C14:0 wykazuje bardzo wysoce istotną zmienność w zależności od sezonu. Logan, Muller i Versteeg (2019) na podstawie badań własnych, stwierdzili, że kw. mirystynowy (C14:0) znajduje się w mniejszej ilości w mleku letnim niż zimowym. Tą samą zależność znaleźli Ozcan i in. (2015), a także Heck i in. (2009), co potwierdza wyniki uzyskane w niniejszej pracy. Kwas mirystynowy (C14:0) stanowi jeden z markerów pozytywnie skorelowanych z zawartością tłuszczu stałego (Larsen i in. 2014).

Jesienno-zimowe mleko homogenizowane (H) charakteryzowało się wyższą zawartością kw. tł. C14:0 (podobnie jak miało to miejsce w przypadku mleka standaryzowanego). Ponadto, analogicznie do mleka surowego, zimowe mleko homogenizowane wykazało wyższą zawartość kw. tł. C18:2. Po pierwszym miesiącu przechowywania poziom kw. tł.

C18:1 trans był natomiast niższy w homogenizowanym mleku jesienno-zimowym niż wiosenno-letnim (Tab. 18; szczegółowe wyniki Załącznik, Tab. 46).

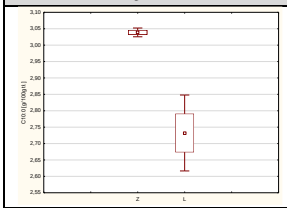
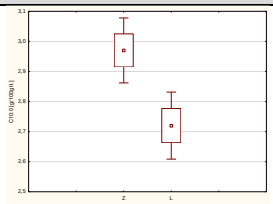
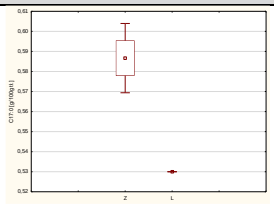
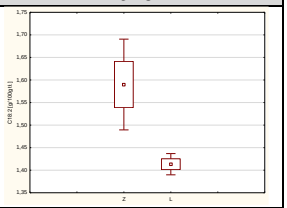
Tab. 18. Wyniki porównania profilu kw. tł. prób mleka homogenizowanego w sezonie jesienno-zimowym (Z) i wiosenno-letnim (L) w trakcie przechowywania

C14:0, t=0	C18:2, t=0	C18:1 trans, t=1
		
Z>L*	Z>L*	Z<L*

Legenda:
Średnia
Średnia±Błąd std
Średnia±1,96*Błąd std

Istotne statystycznie wyniki różnic poziomu kwasów tłuszczowych w mleku komercyjnym (K) w sezonie jesienno-zimowym (Z) i wiosenno-letnim (L) przedstawiono w Tab. 19 (szczegółowe wyniki Załącznik, Tab. 46).

Tab. 19. Wyniki porównania profilu kw. tł. prób mleka komercyjnego w sezonie jesienno-zimowym (Z) i wiosenno-letnim (L) w trakcie przechowywania

C10:0		C17:0	C18:2
t=4	t=6	t=6	t=0
			
Z>L**	Z>L**	Z>L**	Z>L*

Legenda:
Średnia
Średnia±Błąd std
Średnia±1,96*Błąd std

Mleko komercyjne (K) w sezonie jesienno-zimowym charakteryzowało się co najmniej istotną statystycznie wyższą zawartością kw. tł. C10:0, C17:0 i C18:2. Wyższa zawartość izomeru cis kw. linolowego wykazano również w przypadku mleka surowego i homogenizowanego.

Różnice profilu kwasów tłuszczowych mogą wpływać na odmienną zawartość skrystalizowanego tłuszczu mlecznego. Larsen i in. (2014) wykazali, że temperatura topnienia niskotopliwej frakcji mleka wykazuje pozytywną korelację z zawartością kw. tł. C14:0 i C16:0, natomiast negatywną korelację z zawartością kw. tł. C18:1 cis-9, a także C18:0. Zgodnie z wynikami uzyskanymi w ramach niniejszej pracy mleko surowe nie

charakteryzowało się istotną różnicą zawartości tych kwasów w sezonie jesienno-zimowym i wiosenno-letnim.

Zawartość stałego tłuszczu mlecznego w mleku jest jednak związana nie tylko z zawartością poszczególnych kw. tłuszczowych, ale również ich umiejscowieniem w cząsteczce triacyloglicerolu. Lindmark Månsson (2008) podaje, że:

- krótkołańcuchowe kw. tłuszczowe (C4 – C6) występują na pozycji sn-3,
- średniołańcuchowe kw. tłuszczowe (C8 – C16) spotyka się na pozycji sn-1 i sn-2,
- kw. stearynowy (C18:0) zawsze występuje na pozycji sn-1,
- natomiast C18:1 na pozycji sn-1 i sn-3.

Taki układ pozwala na uzyskanie ciekłej fazy tłuszczowej w temp. 37°C, czyli fizjologicznej temperaturze ciała krowy (Guelph, b.d.).

Tłuszcz mleczny składa się z trzech frakcji (Shi, Smith i Hartel 2001):

- wysoko topliwej (5-10%) składającej się z triacylogliceroli (TAG) długołańcuchowych, nasyconych kw. tłuszczowych,
- średnio topliwej (25%) o TAG złożonym z dwóch długołańcuchowych kwasów tłuszczowych i jednego krótkołańcuchowego kw. tłuszczowego lub nienasyconego kw. tł. cis,
- i niskotopliwej (65-70%) charakteryzującej się TAG z jednym długołańcuchowym, nasyconym kw. tłuszczowym i dwoma krótkołańcuchowymi kw. tłuszczowymi lub nienasyconym kw. tł. cis.

Niestety na podstawie uzyskanych wyników nie można wyciągać wniosków dotyczących budowy cząsteczek TAG w tłuszczu mlecznym. W związku z różną zawartością kwasów tłuszczowych w sezonie jesienno-zimowym i wiosenno-letnim, wysoce prawdopodobny wydaje się jednak fakt, że budowa triacylogliceroli również była różna. W literaturze spotyka się doniesienia, że mleko letnie charakteryzuje się wyższą koncentracją krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych w cząsteczkach triacylogliceroli, natomiast mleko zimowe zawiera więcej nasyconych i mniej nienasyconych kwasów tłuszczowych (Hinrichs i in. 1992). Ponadto, Boranz i in. (1992) wykazali, że szczególnie dwa typy triacylogliceroli (C16:0-C18:1-C18:1 i C14-C18:1-C18:1) występują częściej latem niż zimą.

Wyższa zawartość tłuszczu stałego może ułatwiać zachodzenie zjawiska częściowej koalescencji ze względu na większą ilość kryształów tłuszczu, które mogą przebić membrany kuleczek tłuszczowych, łącząc je ze sobą. Z drugiej strony, zwiększenie gęstości – wynikające z krystalizacji tłuszczu – może stabilizować kuleczki tłuszczowe w mleku

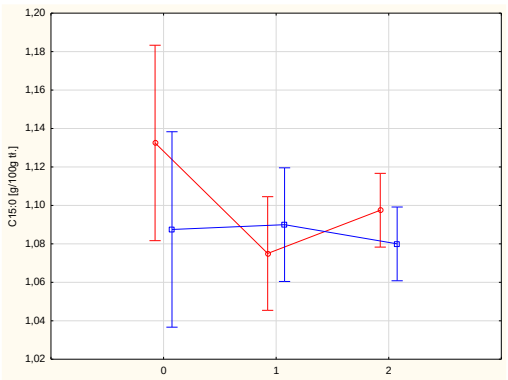
spowalniając śmietankowanie (McClements 2007). W związku z powyższym mleko zimowe może ulegać destabilizacji w odmienny sposób (lub z inną prędkością) niż mleko letnie.

Przy spełnieniu wszystkich założeń statystycznych, przeprowadzona została analiza interakcji sezonu (S) i czasu przechowywania (t). Interakcja efektów okazała się istotna statystycznie w przypadku mleka surowego, standaryzowanego i homogenizowanego dla kw. tł. C15:0, a w przypadku mleka komercyjnego dla kw. tł. C18:2.

Dla mleka surowego zawartość kwasu pentadekanowego (C15:0) w sezonie jesienno-zimowym utrzymywała się na stałym poziomie przez cały okres trwania eksperymentu. W sezonie wiosenno-letnim, początkowa zawartość kw. tł. C15:0 była wysoka, ale po pierwszym miesiącu przechowywania spadła (Rys. 9; Tab. 20). Pomijając początkową zawartość kwasu pentadekanowego w sezonie wiosenno-letnim, ilość tego kwasu znajdowała się na podobnym poziomie zimą i latem. Ozcan i in. (2015), jak również Lindmark Månsson (2008) nie znaleźli istotnej zależności zawartości kw. tł. C15:0 w odniesieniu od sezonu. Heck i in. (2009) wskazali natomiast, że zawartość kw. pentadekanowego jest wysoce istotnie wyższa zimą (grudzień) niż latem (sierpień).

Tab. 20. Wyniki istotności interakcji efektu sezonowości i czasu przechowywania – mleko surowe, profil. kw. tł.

	C15:0
p	*(S·t)
Post hoc: NIR Fishera	L0>L1** L0>L2* L0>Z3*



Legenda:
Z – sezon jesienno-zimowy
L – sezon wiosenno-letni
Miara tendencji centralnej: średnia
Pionowe słupki oznaczają 0,95 przedziały ufności

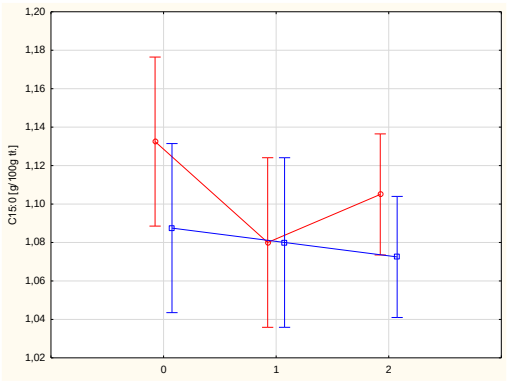
Rys. 9. Interakcja efektów S x t – mleko surowe, C15:0

Początkowa zawartość kw. tł. C15:0 w mleku standaryzowanym latem była wyższa niż zimą (podobnie, jak w przypadku mleka surowego). Podobieństwo wykazuje również fakt, że

zmienność kw. tł. C15:0 była znacznie większa latem niż zimą (Rys. 10; Tab. 21). Wykazane zależności są więc ze sobą zbieżne i wzajemnie się potwierdzają.

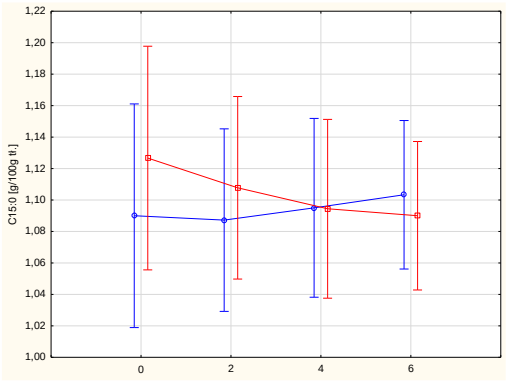
Tab. 21. Wyniki istotności interakcji efektu sezonowości i czasu przechowywania – mleko standaryzowane, profil. kw. tł.

	C15:0
p	*(S·t)
Post hoc: NIR Fishera	L0>L1** L0>L2* L0>Z2* L1<L2*



Legenda:
Z – sezon jesienno-zimowy
L – sezon wiosenno-letni
Miara tendencji centralnej: średnia
Pionowe słupki oznaczają 0,95 przedziały ufności
Rys. 10. Interakcja efektów S x t – mleko standaryzowane, C15:0

W mleku homogenizowanym ponownie początkowa zawartość kw. pentadekanowego (C15:0) była najwyższa w sezonie wiosenno-letnim. Zawartość tego kwasu podczas chłodniczego przechowywania rosła w sezonie jesienno-zimowym (brak istotności statystycznej), natomiast malała w sezonie wiosenno-letnim (zależność istotna po czwartym miesiącu przechowywania (Rys. 11, Tab. 22).

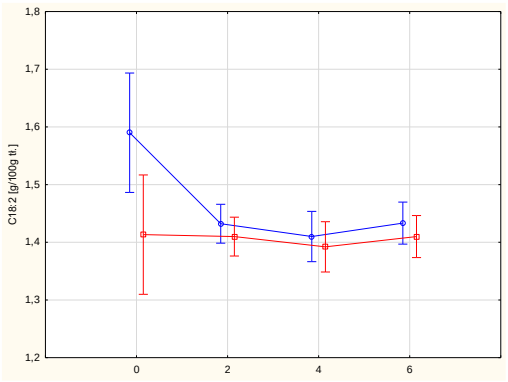


Legenda:
Z – sezon jesienno-zimowy
L – sezon wiosenno-letni
Miara tendencji centralnej: średnia
Pionowe słupki oznaczają 0,95 przedziały ufności
Rys. 11. Interakcja efektów S x t – mleko homogenizowane, C15:0

Tab. 22. Wynik istotności interakcji efektów S·t profilu kw. tł. mleka homogenizowanego – C15:0

	p
(S·t)	*
Post hoc: NIR Fishera	L0 > L4, L6*

Inaczej niż w wyżej opisanych przypadkach, w mleku komercyjnym, istotną interakcję sezonu i czasu wykazano dla kw. tł. C18:2. Początkowa zawartość izomeru cis kw. linolowego była najwyższa w sezonie jesienno-zimowym. Zawartość tego kwasu zimą charakteryzowała się spadkiem na przestrzeni dwóch pierwszych miesięcy. Mimo spadku, zawartość kw. tł. C18:2 mleka zimowego w czasie przechowywania była wyższa niż w przypadku mleka letniego (mowa o wartościach średnich) nie została jednak wykazana statystyczna istotność tej zależności. Ilość kw. tł. C18:2 w mleku letnim plasowała się na stałym poziomie przez cały okres trwania eksperymentu.
(Rys. 12, Tab. 23). Interakcja efektów okazała się istotna statystycznie w przypadku kw. tł. C18:2.



Legenda:
Z – sezon jesienno-zimowy
L – sezon wiosenno-letni
Miara tendencji centralnej: średnia
Pionowe słupki oznaczają 0,95 przedziały ufności
Rys. 12. Interakcja efektów S x t – mleko homogenizowane, C18:2

Tab. 23. Wynik istotności interakcji efektów S·t profilu kw. tł. mleka komercyjnego – C18:2

	p
(S·t)	**
Post hoc: NIR Fishera	Z0 > Z2, Z4, Z6, L0, L2, L4, L6**

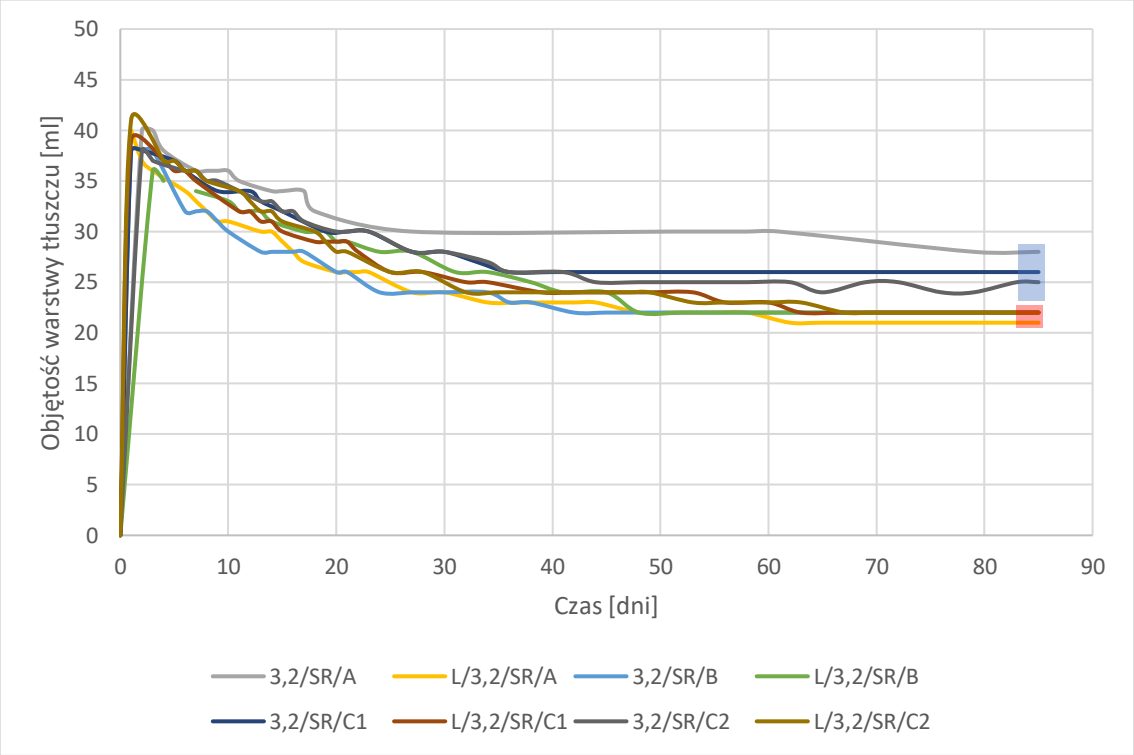
5.1.2. Wpływ sezonu na śmietankowanie

Śmietankowanie to jeden z mechanizmów destabilizacji emulsji. W przypadku, gdy faza ciągła i faza zdyspergowana wykazują różną gęstość, dochodzi do ich grawitacyjnej separacji. Cząstki fazy rozproszonej mające niższą gęstość od fazy ciągłej (jak ma to miejsce w przypadku kuleczek tłuszczowych zawieszonych w serum mleka) wznoszą się ku górze. W kontekście stabilności i jednorodności emulsji, śmietankowanie jest zjawiskiem

niekorzystnym, jednak w technice przemysłowej separacja grawitacyjna jest wykorzystywana do produkcji sera Grana Padano i Parmeggiano Reggiano DOP (D'Inecco i in. 2017; Caplan, Melilli, Barbano 2013; McSweeney i in. 2004). Serowarzy uważają, że separacja grawitacyjna pozwala na uzyskanie wyjątkowego profilu smakowo-zapachowego. Caplan, Melilli i Barbano (2013) tłumaczą, że przyczyną wyższości separacji grawitacyjnej nad wirowniczą może być uzyskanie mleka o mniejszej średniej wielkości kuleczek tłuszczowych i większej ilości natywnej membrany na jednostkę powierzchni tłuszczu. Uważa się ponadto, że mleko poddane separacji grawitacyjnej charakteryzuje się mniejszą ilością bakterii i spor, mogących powodować wady gotowego produktu. Co więcej proces separacji grawitacyjnej może być przeprowadzany w niskich temperaturach, które nie wywołują zmian otoczki kuleczek tłuszczowych. Dzięki temu kuleczki nie ulegają koalescencji (jak ma to miejsce w wysokich temperaturach), a jedynie agregacji (w wyniku aglutynacji lub częściowej koalescencji) (Frederick i in. 2010). Przypuszcza się, że do podobnych zmian reorganizacyjnych, jak te w warstwie śmietanki, dochodzi również w warstwie mleka częściowo odtłuszczonego, co może wpływać na organizację kuleczek tłuszczowych w serze i kształtować jego właściwości teksturalne. W zależności od rodzaju sera wolny tłuszcz może stanowić element pogarszający jego jakość - ze względu na intensywność przebiegu procesów lipolitycznych, czy wady tekstury, np. oleisty wygląd - lub może stanowić element podbijający właściwości termo-funkcjonalne (wspomagając lubrykację pomiędzy poszczególnymi włóknami matrycy podczas topienia) (Troung i Bhandari 2020).

a. Mleko surowe (SR)

Wyniki testu śmietankowania mleka surowego zamieszczono na Rys. 13.



Legenda

sezon jesienno-zimowy
sezon wiosenno-letni

Rys. 13. Śmietankowanie – mleko surowe

Śmietankowanie mleka surowego (Rys. 13) przebiegało w charakterystyczny dla tej grupy sposób. Warstwa tłuszczu szybko osiągnęła swoje maksimum, po czym jej objętość zaczęła spadać, wskazując na zjawisko kompresji.

Wysokość warstwy tłuszczu jest w każdym układzie (SR/ST/H) zależna od równowagi sił międzycząsteczkowych i sił zewnętrznych (grawitacyjnych). Podczas tworzenia warstwy tłuszczu, zachodzi jej jednoczesne zagęszczanie. Gdy kuleczki tłuszczowe charakteryzują się szerokim rozkładem wielkości, drobne kropelki wypełniają przestrzenie pomiędzy dużymi kuleczkami tłuszczowymi prowadząc do wzrostu stopnia upakowania układu. Dalsza kompresja zachodzi w wyniku ciśnienia, jakie wywierają na siebie kuleczki tłuszczowe w warstwie, a także na skutek przemian otoczek kuleczek tłuszczowych – w tym proteolizy membrany – które prowadzą do koalescencji. Zjawiskiem hamującym powstawanie zwartej warstwy śmietany jest natomiast tworzenie agregatów kuleczek tłuszczowych, które wznoszą się szybko w górę, ale utworzona przez nie warstwa jest bardziej otwarta, a struktura bardziej przypadkowa (Blanshard i Mitchell 2016).

Wykres szybkości śmietankowania mleka surowego wyraźnie dzieli się na dwie części – część charakterystyczną dla mleka zimowego (niebieską), znajdującą się wyżej i część odpowiadającą mleku letniemu (czerwoną), znajdującą się niżej. Mleko zimowe charakteryzowało się wyższą zawartością tłuszczu, co wykazano w sekcji 5.1.1, Tab. 12. Możliwe również, że szybkość kompresji w warstwie tłuszczu mleka zimowego zachodziła wolniej niż w mleku letnim.

Zgodnie z równaniem Stokesa, kuleczki tłuszczowe o większych rozmiarach i mniejszej gęstości śmietankują szybciej. Różnica w gęstości małych i dużych kuleczek tłuszczowych jest powiązana z wielkością powierzchni międzyfazowej, a co za tym idzie - ładunku białka (zgodnie ze wzorem przedstawionym w części 4.2.11). Przy tej samej wielkości kuleczek tłuszczowych, im wyższy ładunek białka, tym cięższe są kuleczki tłuszczowe i trudniej jest im unieść się ku górze. Szybkość śmietankowania zależy również od temperatury:

Tab. 24. Dane literaturowe dotyczące szybkości śmietankowania

Szybkość śmietankowania	Czas	Literatura
15°C > 4°C	24 godz	Ma i Barbano (2000)
40°C, 22°C >8°C, 4°C	24 godz	D'Inceco i in. (2017)
Spadek szybkości śmietankowania w zakresie temperatur od 0°C do 40°C	2 godz	Walstra (1983)

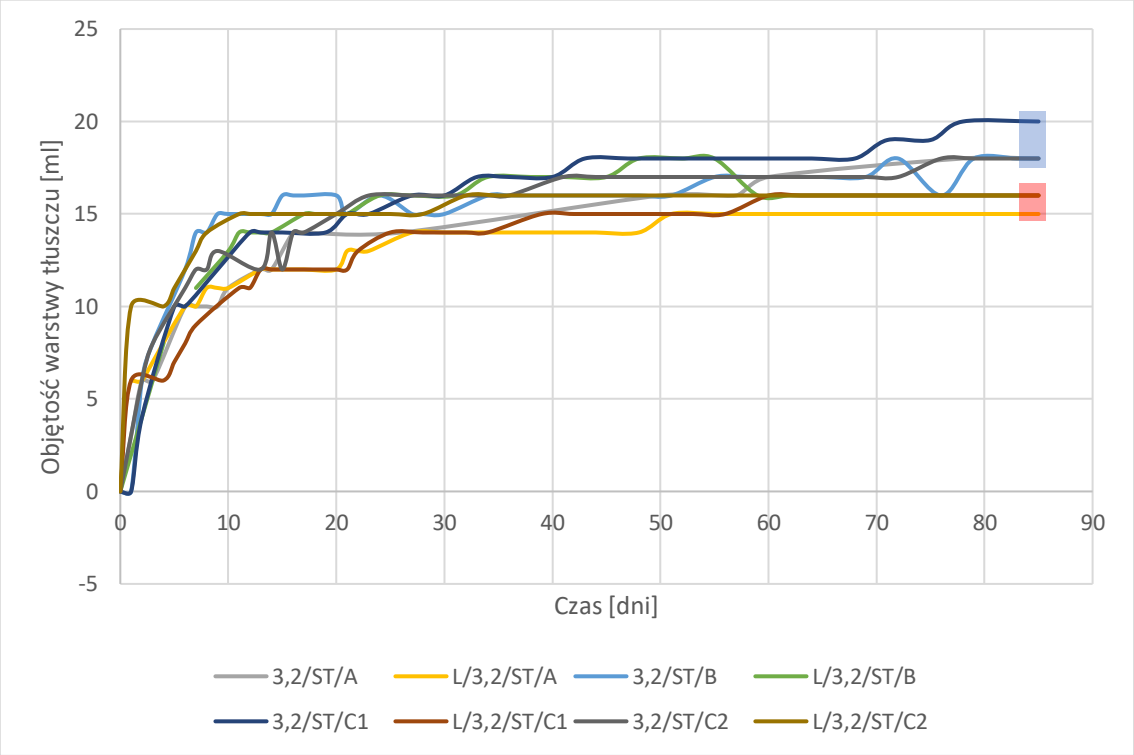
W przypadku doświadczenia przeprowadzonego przez Walstrę (1983) warstwa tłuszczu na powierzchni cylindra była największa w niskich temperaturach. Mleko surowe przechowywane chłodniczo uległo zjawisku aglutynacji, czyli agregacji poprzez mostki immunoglobulinowo-lipoproteinowe (Fox i McSweeney 2007). Powstałe w ten sposób agregaty znacznie przyspieszyły proces rozdziału faz. Z drugiej strony badania Ma i Barbano (2000), a także D'Inecco i in. (2017) wskazały, że szybkość śmietankowania prób mleka przechowywanego w temperaturze (15; 22 i 40°C) była wyższa względem prób mleka przechowywanych w temperaturze chłodniczej (8; 4°C) ponieważ:

- im wyższa temperatura, tym większa różnica gęstości fazy rozpraszającej i rozproszonej,
- wyższa temperatura powoduje wzrost energii kuleczek tłuszczowych, przez co zwiększa się prawdopodobieństwo zderzeń i agregacji,
- długotrwałe przetrzymywanie w wysokiej temperaturze prowadzi do destabilizacji emulsji i wyolejania. Wolny tłuszcz szybko wznosi się ku górze porywając ze sobą i sklejając w rozległe agregaty kuleczki tłuszczowe, które spotka na swej drodze.

Jak wskazują D'Inecco i in. (2017) wynik eksperymentu jest zależny od wypadkowej zmian właściwości fazy ciągłej (gęstość, lepkość) i rozproszonej (aglutynacja, agregacja, koalescencja).

b. Mleko standaryzowane (ST)

Szybkość śmietankowania mleka standaryzowanego przedstawiono na Rys. 14.



Legenda

sezon jesienno-zimowy
sezon wiosenno-letni

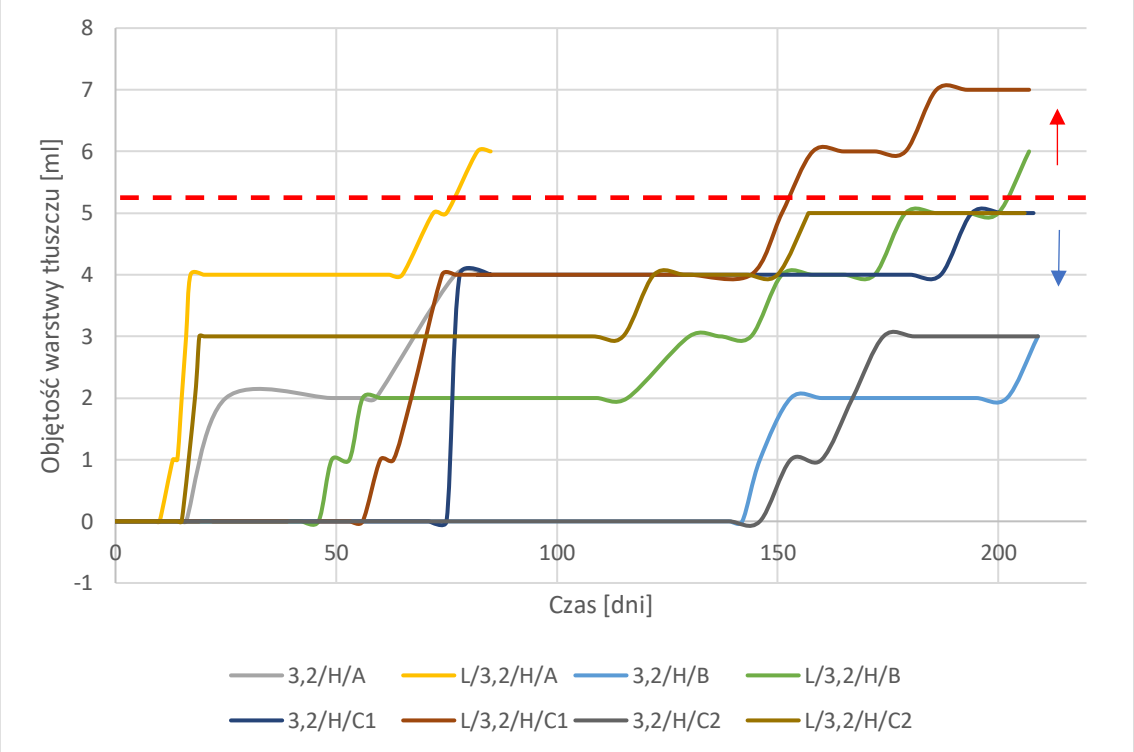
Rys. 14. Śmietankowanie – mleko standaryzowane

Śmietankowanie w obrębie mleka standaryzowanego, przeprowadzone przez taki sam okres czasu, jak w przypadku mleka surowego, wykazało jedynie budowanie warstwy tłuszczu. Nie wykazano natomiast zjawiska kompresji. Wykres śmietankowania pozwolił na wyodrębnienie dwóch grup: mleka jesienno-zimowego (niebieski) i wiosenno-letniego (czerwony). Stwierdzono, że krzywa szybkości śmietankowania mleka zimowego znajdowała się powyżej krzywej szybkości śmietankowania mleka letniego (Rys. 14). Dzięki standaryzacji, uzyskana została pewność, że wykazana zależność szybkości śmietankowania od pory roku nie wynikała z różnej zawartości tłuszczu, jak mogło to mieć miejsce w przypadku mleka surowego. Wiadomo również, że wzajemne położenie krzywych szybkości śmietankowania w mleku standaryzowanym nie jest zależne od szybkości kompresji warstwy tłuszczu (ponownie – jak mogło to mieć miejsce w przypadku mleka surowego), jako że w mleku standaryzowanym nie zaobserwowano malejącej wysokości warstwy tłuszczu. W związku z powyższym przyczyną szybszego śmietankowania mleka zimowego niż mleka letniego może być różnica gęstości fazy rozproszonej lub różnica w zawartości skrystalizowanego tłuszczu (które wynikają z odmiennego profilu kw. tłuszczowych – Tab. 17). McClements (2007) podaje, że gęstość

fazy tłuszczowej znacznie wzrasta wraz ze wzrostem zawartości skrystalizowanego tłuszczu. Ponadto, Tanaka i in. (2010) wykazali, że wzrost stosunku kw. palmitynowego (C16:0) do kw. oleinowego (C18:1) powoduje powstawanie dużych kryształów, które przebijają otoczkę kuleczek tłuszczowych i prowadzą do ich destabilizacji w wyniku częściowej koalescencji.

c. Mleko homogenizowane (H)

Krzywą szybkości śmietankowania mleka homogenizowanego przedstawiono na Rys. 15.



Legenda:

sezon jesienno-zimowy

sezon wiosenno-letni

Rys. 15. Śmietankowanie – mleko homogenizowane

Mleko homogenizowane (H: ESL – H/A, UHT – H/B, H/C1, H/C2), podobnie jak mleko standaryzowane (ST), przez cały okres trwania eksperymentu nie wykazało tendencji do wyraźnej kompresji warstwy tłuszczu. Kinetyka śmietankowania była natomiast w tym wypadku odwrócona, tzn. po raz pierwszy warstwa tłuszczu zaobserwowana w mleku letnim była większa niż w mleku zimowym, przy czym nie znaleziono wytłumaczenia dla odwrócenia tych zależności.

Wykres śmietankowania mleka homogenizowanego można podzielić na części w zależności od szybkości zachodzących procesów destabilizacji. Najszybciej (ok. 25 dnia chłodniczego przechowywania) śmietankowaniu uległo mleko pochodzące z źródła A (krzywe: L/3,2/H/A, 3,2/H/A). W tym wypadku zastosowano najniższe ciśnienia homogenizacji

nieaseptycznej 160/60 bar. Ponadto w grupie pierwszej znalazło się jedno mleko letnie z źródła C2 (L/3,2/H/C2), w którym zastosowano homogenizację aseptyczną 150/50 bar (przy czym należy podkreślić, że mleko to osiągnęło swój najwyższy punkt na krzywej dopiero ok. 160 dnia przechowywania). W drugiej grupie (która śmietankowała między 45 a 75 dniem) znalazło się mleko: L/3,2/H/B, L/3,2/H/C1 i 3,2/H/C1. W dwóch na trzech przypadkach było to więc mleko letnie, przy czym mleko pochodzące z źródła C1 poddane było jednostopniowej homogenizacji nieaseptycznej 200 bar, a mleko z źródła B, dwustopniowej homogenizacji nieaseptycznej, 200/40 bar. Trzecia grupa, charakteryzująca się najwyższą stabilnością, zawierała natomiast: 3,2/H/B i 3,2/H/C2 (i składała się jedynie z mleka zimowego). Mleko homogenizowane, które zaklasyfikowało się do tego przedziału to mleko pochodzące z źródeł B (h. nieas. 200/40 bar) i C2 (h. asept. 150/50 bar). W związku z powyższym można powiedzieć, że stabilność mleka homogenizowanego w kontekście przeciwdziałania procesom separacji grawitacyjnej była zależna od sezonu (Z>L) i od wysokości ciśnień (stabilność↑ gdy p↑), a także rodzaju homogenizacji zastosowanych w procesie technologicznym (homogenizacja nieaseptyczna<homogenizacja aseptyczna).

5.1.3. Wpływ sezonu na wolny tłuszcz

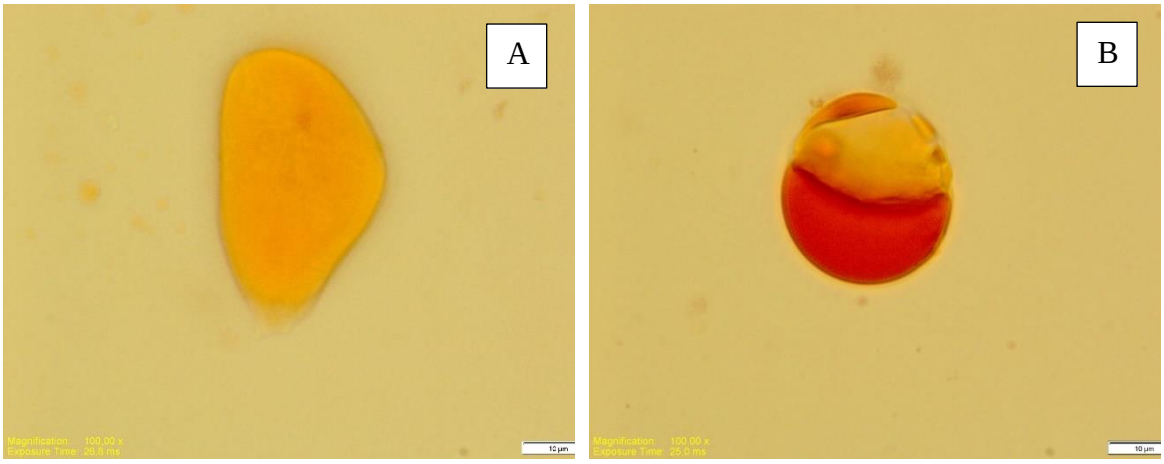
Wolny tłuszcz jest w kontekście emulsji pojęciem bardzo kontrowersyjnym, ponieważ w ułamku sekundy od jego powstania, na powierzchni międzyfazowej adsorbują się cząstki aktywne, a tłuszcz przestaje być „wolny" w dosłownym tego słowa znaczeniu (Mulder, Walstra 1974). W przypadku emulsji mlecznych, jako wolny tłuszcz należy rozumieć duże obszary tłuszczu, które szybko łączą małe kuleczki tłuszczowe i oblepiają ewentualne pęcherzyki powietrza, znajdujące się w emulsji (Rys. 16).

Duże obszary wolnego tłuszczu często zwane są basenami. Należy podkreślić, że Międzynarodowa Federacja Mleczarska wskazuje, aby o wolnym tłuszczu mówić zawsze w odniesieniu do metody, którą został on zbadany, ponieważ poziom wolnego tłuszczu badany przykładowo metodą ekstrakcyjną da zupełnie inne wyniki niż poziom wolnego tłuszczu badanego metodą wirowniczą.

Eksperyment szybkości śmietankowania został przeprowadzony z wykorzystaniem zmodyfikowanej metody podstojowej (patrz pkt. 4.2.6), tj. przy użyciu barwnika (roztw. Sudanu), który umożliwił obserwację tłuszczu wyolejonego na powierzchni lustra cieczy. Zdjęcia wolnego tłuszczu próbek mleka z podziałem na SR/ST/H, a także w zależności od sezonu i źródła umieszczono w Załączniku, w podpunkcie 8.3, w Tab. 47 – Tab. 54.

Ilość zaobserwowanego wolnego tłuszczu na powierzchni lustra cieczy była najmniejsza dla mleka homogenizowanego, a największa dla mleka surowego (H<ST<SR). Więcej wolnego

tłuszczu zaobserwowano w mleku letnim niż zimowym. Wolny tłuszcz był najlepiej widoczny w pierwszych dniach eksperymentu.



Rys. 16. Wolny tłuszcz – obraz mikroskopowy: A – basen wolnego tłuszczu, B – wolny tłuszcz, oblepiający pęcherzyk powietrza

Ponieważ we wszystkich próbach zaobserwowano wolny tłuszcz, podjęto próbę opisania jego ilości. Do tego celu wykorzystano zmodyfikowaną metodę Gerbera, barwiąc mleko roztworem Sudanu i wirując je w buteleczkach Babcocka. Ilość wolnego tłuszczu okazała się jednak być poniżej dolnego poziomu oznaczalności metody (zdjęcia zamieszczono w Załączniku, w podpunkcie 8.5, w Tab. 56).

5.1.4. Wpływ sezonu na ilość osadu

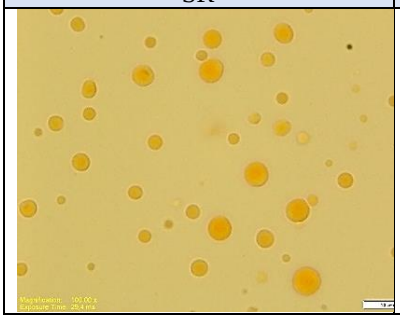
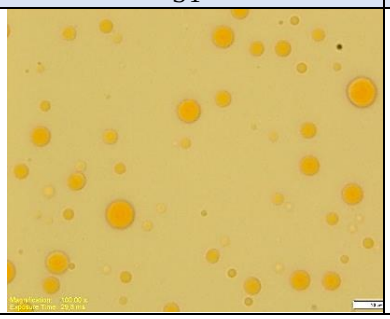
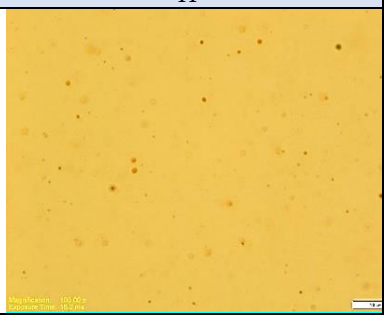
Zdjęcia osadu wytrąconego podczas przeprowadzania eksperymentu śmietankowania umieszczono w Załączniku, w podpunkcie 8.4, w Tab. 55. W odróżnieniu od występowania osadu w mleku standaryzowanym i homogenizowanym, nie wykryto osadu na dnie cylindrów z mlekiem surowym. Można przypuszczać, że roztwór Sudanu, który połączył się z wolnym tłuszczem został zabezpieczony przed krystalizacją. Nie zaobserwowano różnicy ilości wytrąconego osadu w zależności od sezonu.

5.1.5. Wpływ sezonu na procentowy udział kuleczek tłuszczowych >2µm

Badanie wielkości kuleczek tłuszczowych metodą mikroskopową zgodnie z normą PN-A86059:1975 polega na wyznaczeniu procentowej zawartości kuleczek tłuszczowych większych od 2 µm. Wielkość ta jest wartością graniczną, do której kuleczki tłuszczowe są uznawane za stabilne.

W Tab. 25 przedstawiono przykładowe pole widzenia w mikroskopie optycznym mleka surowego, standaryzowanego i homogenizowanego.

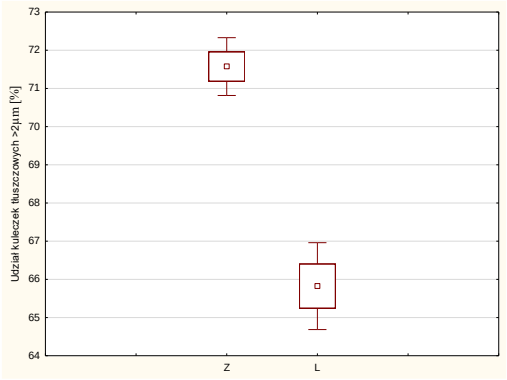
Tab. 25. Porównanie mleka surowego (SR), standaryzowanego (ST) i homogenizowanego (H) – przykładowy obraz mikroskopowy. Powiększenie 100x

SR	ST	H
		

Procentowa zawartość kuleczek tłuszczowych >2 µm w grupie mleka surowego charakteryzowała się słabą korelacją z zawartością tłuszczu (współczynnik korelacji Spearmana r_{xy}=0,26).

Pomiar wielkości kuleczek tłuszczowych metodą mikroskopową jest obarczony dużą niepewnością. W porównaniu do innych metod, preparaty mikroskopowe pozwalają na uwzględnienie niewielkiej liczby kuleczek tłuszczowych w próbie (30 kuleczek × 5 zdjęć × 3 preparaty = 450). Wybór mierzonych kuleczek tłuszczowych jest subiektywny i zazwyczaj obejmuje większe kuleczki tłuszczowe, które są lepiej widoczne w polu widzenia mikroskopu. Najmniejsze kuleczki są mało widoczne i trudno oznaczyć ich granice. Do podobnych wniosków doszli Nowak i in. (2017).

Sezonowość miała istotny wpływ na procentowy udział kuleczek tłuszczowych >2 µm jedynie w przypadku mleka surowego (Rys. 17).



Legenda:
- Średnia
- Średnia±Błąd std
- Średnia±1,96*Błąd std

Rys. 17. Wpływ sezonowości na udział kuleczek tłuszczowych >2µm, SR, t=1: Z>L*

Wykazano, że zimowe mleko surowe po pierwszym miesiącu przechowywania charakteryzowało się wyższą zawartością kuleczek tłuszczowych >2µm niż mleko letnie.

Nie wykazano istotnych statystycznie różnic między procentową zawartością kuleczek tłuszczowych >2µm na początku eksperymentu i po dwóch miesiącach przechowywania. Należy więc przypuszczać, że parametr ten nie wykazuje sezonowej zmienności, lub że wpływ sezonu na wielkość kuleczek tłuszczowych mleka surowego, badanego metodą mikroskopową jest pomijalnie mały.

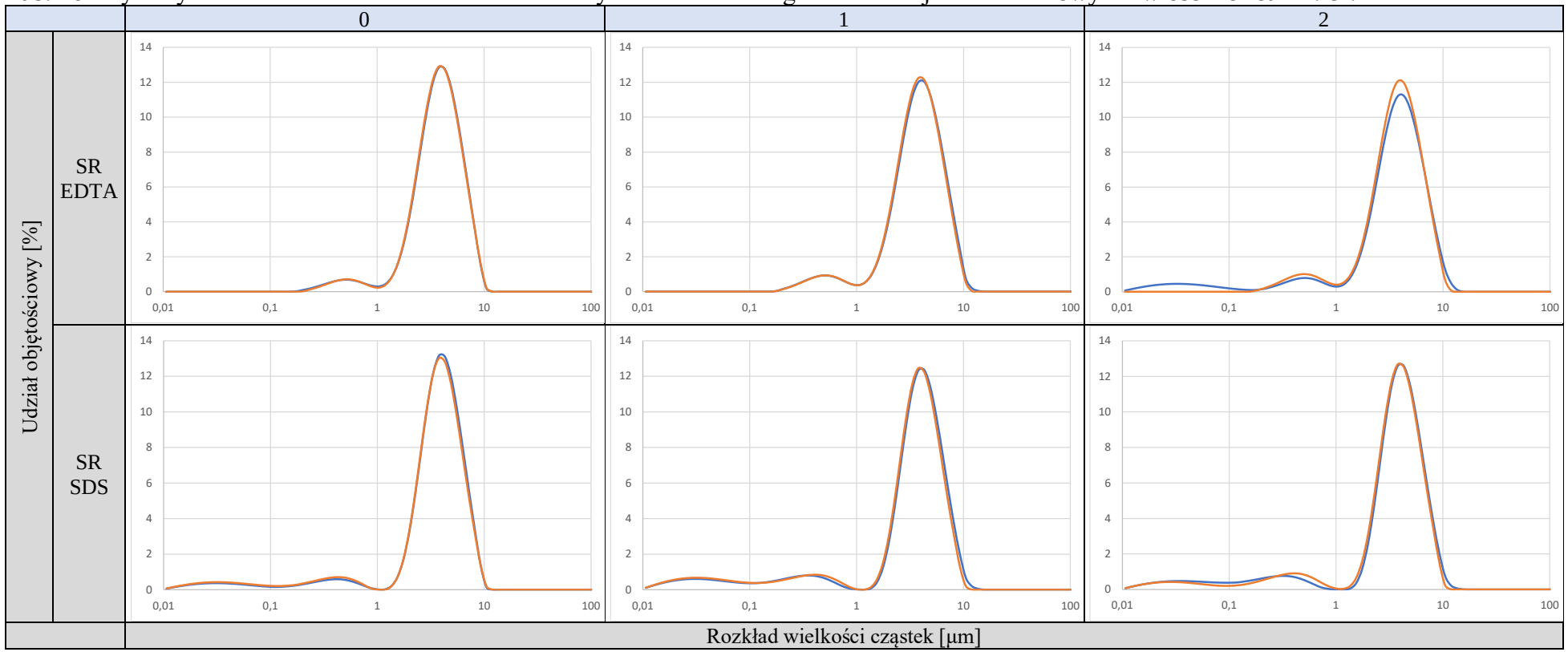
5.1.2. Wpływ sezonu na rozkład wielkości kuleczek tłuszczowych

Analiza rozkładu wielkości kuleczek metodą dyfrakcji laserowej stanowi nowoczesną alternatywę dla badań wykorzystujących techniki mikroskopowe. Dyfrakcja laserowa jest pomiarem obiektywnym, uwzględniającym w pomiarze dużo większą ilość cząsteczek z próbki niż mikroskopia optyczna, dzięki czemu charakteryzuje się wyższą powtarzalnością.

a. Mleko surowe (SR)

Rozkład wielkości kuleczek tłuszczowych mleka surowego przedstawiono w Tab. 26 i Tab. 27. W czasie zerowym był on dwumodalny w przypadku zawieszenia mleka w buforze dysocjującym micele kazeinowe (SR EDTA pik I: 0,15 µm – 1µm; pik II: 1µm – 10µm) lub trzymodalny w przypadku zawieszenia mleka w buforze dysocjującym agregaty kuleczek tłuszczowych (SR SDS pik I: 0,01 µm – 0,1µm; pik II: 0,1µm – 1µm; pik III: 1 µm – 10 µm) (Tab. 26). Rozgrzanie próbki mleka surowego przed pomiarem spowodowało, że niezależnie od zastosowanego buforu, rozkład wielkości cząstek mleka był dwumodalny (Tab. 27).

Tab. 26. Wykresy rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka surowego w sezonie jesienno-zimowym i wiosenno-letnim: cz. I

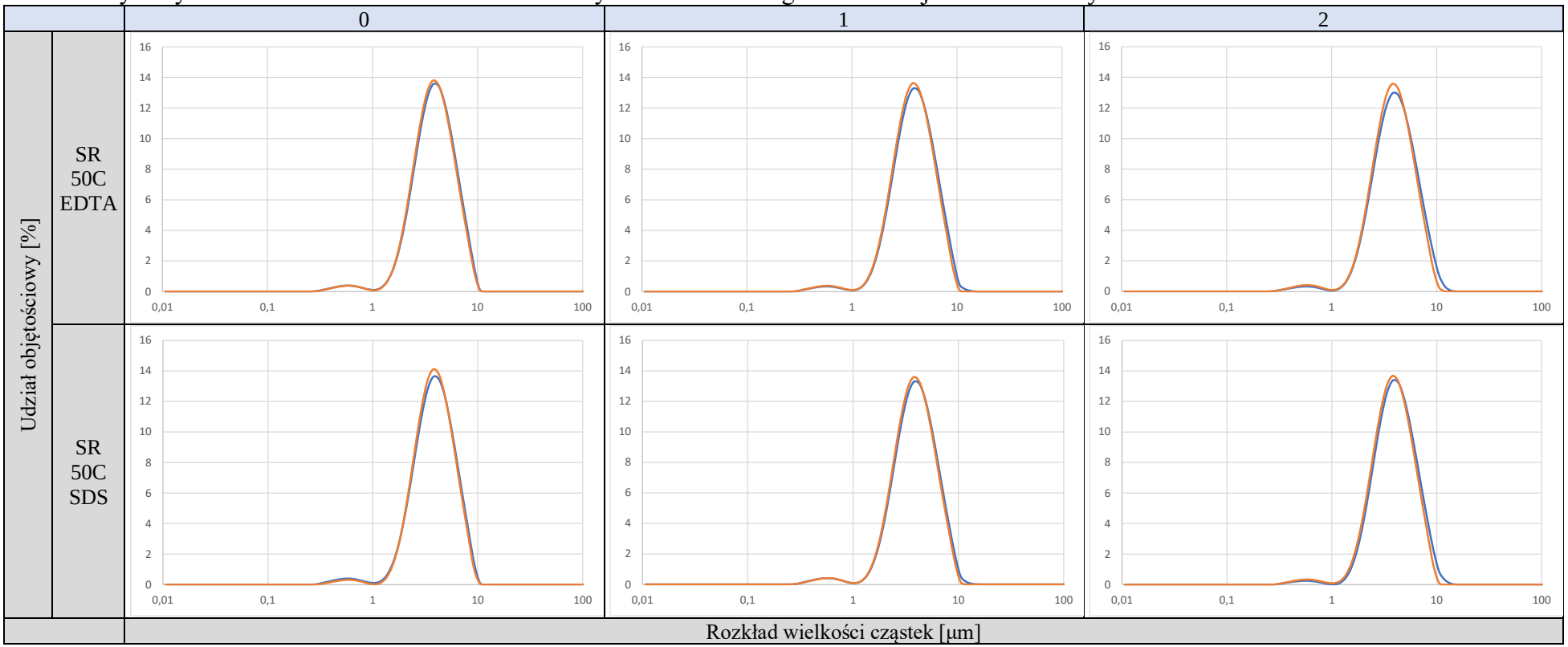


Legenda
Sezon jesienno-zimowy
Sezon wiosenno-letni

Inni autorzy donoszą, że kuleczki tłuszczowe w mleku surowym można podzielić na trzy klasy wielkości: małe (<1 µm), średnie (1 – 8 µm) i duże (>8 µm) (Lopez 2005; Michalski, Briard, Michel 2001; Walstra i Oortwijn 1969), przy czym Troung i Bhandari (2020) podają, że procentowe udziały objętościowe tych klas wynoszą kolejno 5%, 80% i 1-2%. Jak z powyższego można wnioskować, podział jest raczej subiektywny. Jensen, Ferris i Lammi-

Keefe (1991) przeliczyli, że ilościowo 80% kuleczek tłuszczowych w mleku stanowią małe kuleczki tłuszczowe (<1 µm) o niewielkim udziale wagowym. Większe kuleczki tłuszczowe (ok 4µm) stanowią natomiast 10 – 30% udziału liczbowego, ale 90% udziału wagowego.

Tab. 27. Wykresy rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka surowego w sezonie jesienno-zimowym i wiosenno-letnim: cz. II



Legenda
Sezon jesienno-zimowy
Sezon wiosenno-letni

Gallier i Singh (2020) podają, że wielkość kuleczek tłuszczowych w mleku zależy od rasy krów, fazy laktacji i żywienia, a Troung i Bhandari (2020) dodają, że jest zależna również od sezonu.

Badania przeprowadzone w niniejszej pracy wykazały, że surowe mleko jesienno-zimowe charakteryzowało się większymi kuleczkami tłuszczowymi niż mleko wiosenno-letnie (D43, D53, D50, D90: Z>L; Załącznik Tab. 62; wyniki szczegółowe Załącznik, Tab. 58). Zależność ta istniała niezależnie od tego czy mleko przed pomiarem zostało rozgrzane do 50°C, czy nie, lub też w jakim buforze zostało zawieszone (EDTA, czy SDS). Badanie rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych w mleku bez podgrzewania pozwoliło na wykrycie, co najmniej istotnej różnicy pomiędzy rozmiarem kuleczek tłuszczowych zimą i latem po pierwszym i drugim miesiącu przechowywania. Podgrzanie próbki pozwoliło lepiej ją ujednolicić. W tym wypadku jednak wystąpiły różnice między wynikami pomiarów kuleczek tłuszczowych mleka zawieszonego w różnych buforach. Mleko SR 50C EDTA/0 z sezonu zimowego wykazało, co najmniej istotną różnicą w zakresie parametrów D43, D53, D50 i D90 w stosunku do mleka letniego. Natomiast mleko SR 50C SDS/0 w sezonie zimowym i letnim różniło się tylko w zakresie parametrów Span, Jednorodność, D10 i D90. Oznacza to, że różnica ta dotyczyła pojedynczych kuleczek tłuszczowych (a nie zjawiska ich agregacji).

Michalski i in. (2003) i Logan i in. (2014) również wykazali, że kuleczki tłuszczowe w mleku jesienno-zimowym były większe niż w mleku wiosenno-letnim. Odmienną zależność wykazali natomiast Fleming i in. (2017), wskazując, że to mleko letnie charakteryzowało się większymi kuleczkami tłuszczowymi niż mleko zimowe. Walter (2019) tłumaczy, że różnice między doniesieniami naukowymi w tym obszarze mogą być związane z różnymi systemami żywienia krów, klimatem, a także sposobem prowadzenia hodowli (w tym techniką udoju).

Mleko o mniejszych kuleczkach tłuszczowych charakteryzuje się wyższą stabilnością fizyczną. Efekt poprawy stabilności mleka wynika z mniejszej jego podatności na śmietankowanie (której szybkość jest wprost proporcjonalna do kwadratu średnicy cząstek), a także mniejszej podatności na aglutynację (ze względu na bardziej rozwiniętą powierzchnię międzyfazową, a więc potrzebę większej ilość aglutyniny niezbędnej do rozpoczęcia procesu flokulacji) (Walstra i in. 2005). Emulsja o/w, która posiada mniejsze cząstki fazy rozproszonej, charakteryzuje się również wyższą lepkością (niezależnie od zawartości tłuszczu). Pal (1996) podaje, że większa lepkość jest spowodowana mniejszym rozmiarem kuleczek tłuszczowych i mniejszym zakresem ich rozkładu, co przekłada się na większe siły koloidalnego odpychania i ścisłe ułożenie monodyspersyjne.

Wielkość kuleczek tłuszczowych ma również wpływ na właściwości sensoryczne, Goudedranche i in. (2000) podają, że mleko o małych (< 2 μm) kuleczkach tłuszczowych charakteryzuje się tłustszym, bardziej kremowym smakiem niż mleko o dużych kuleczkach tłuszczowych (> 2 μm).

Fox i McSweeney (1998) wskazują natomiast, że małe kuleczki tłuszczowe powodują wzrost współczynnika odbicia światła (refrakcji) przez co mleko o małych kuleczkach tłuszczowych wydaje się być bielsze.

Najnowsze badania wskazują, że wielkość kuleczek tłuszczowych w mleku surowym wpływa również na jego właściwości technologiczne – tzn. sposób krystalizacji tłuszczu i jego stabilność termiczną. I tak wykazano, że tłuszcz w natywnych małych kuleczkach tłuszczowych krystalizuje w niższej temperaturze, ponieważ zawierają one mniej tłuszczu stałego i charakteryzują się niższą entalpią topnienia (Lopez i in. 2002; Troung i in. 2014; Bugeat i in. 2011). Autorzy tłumaczą, że obniżenie temperatury krystalizacji jest związane ze zmniejszeniem stosunku kropel tłuszczu do zanieczyszczeń, które są odpowiedzialne za zapoczątkowanie (nukleację) krystalizacji w poszczególnych kroplach tłuszczu. Wiking (2005) wskazał, że szybkość krystalizacji wzrasta wraz z lipolizą tłuszczu. W związku z powyższym sugeruje się, że to kryształy monoglicerydów stanowią katalityczne zanieczyszczenia potrzebne do rozpoczęcia krystalizacji wewnątrz kuleczek tłuszczowych.

Krystalizacja tłuszczu w obrębie różnych klas wielkości kuleczek tłuszczowych prowadzi do powstania różnych kształtów tłuszczu, a także do innego ich ułożenia.

Sposób krystalizacji tłuszczu w małych i dużych kuleczkach tłuszczowych w zależności od parametrów procesu zamrażania, przedstawiono w tabeli (Tab. 28).

Tab. 28. Krystalizacja

Lp	Małe	Duże	Parametry procesu	Odwołanie literaturowe
1	O	N	Szybkie schładzanie (60°C → -8°C)	Lopez i in. (2002)
	Sferolit (kulisty agregat utworzony przez igiełkowate kryształy)	M + N	Wolne schładzanie (0,5°C/min) (60°C → -8°C)	
2	Prosto zorientowana sieć kryształów, powodująca deformację kuleczek tłuszczowych lub przebijająca powierzchnię kuleczki tłuszczowej	N	Bardzo wolne schładzanie (0,1°C/min)	Troung i in. (2014)

Legenda
O – małe kryształki umieszczone wewnątrz, brak dwójłomności,
N – typu igła, obszar dwójłomności kryształów igieł,
L – powierzchniowe, kryształy igły umieszczone stycznie na warstwie zewnętrznej,
M – typ mieszany, L+N Walstra (1967).

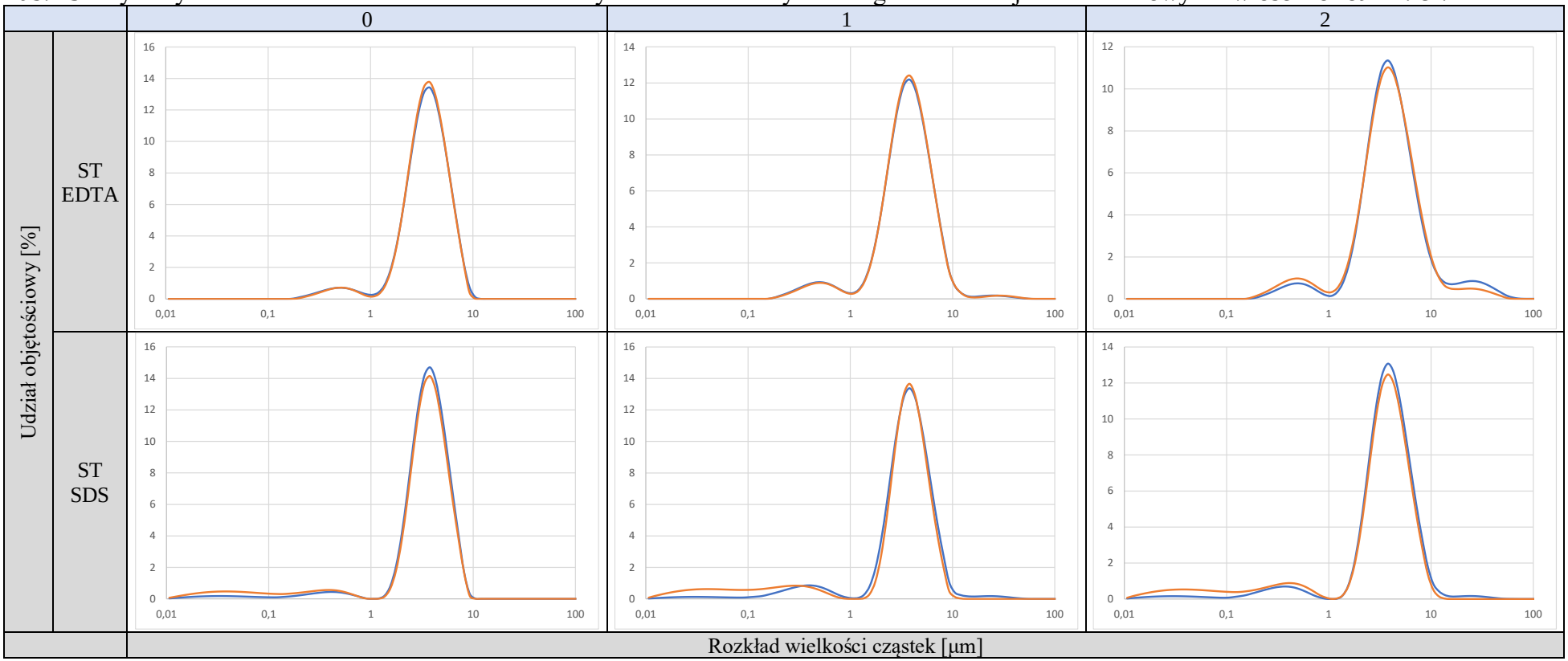
Dhungana i in. (2019) wykazali natomiast, że wielkość natywnych kuleczek tłuszczowych (jak również ich koncentracja) ma istotny wpływ na stabilność termiczną surowego mleka. Naukowcy ci stwierdzili, że frakcja kuleczek tłuszczowych o małych rozmiarach była

bardziej stabilna przy niskiej zawartości tłuszczu. Jednak przy dużej zawartości tłuszczu, to frakcja dużych kuleczek tłuszczowych charakteryzowała się lepszą stabilnością termiczną niż frakcja kuleczek małych. Autorzy wnioskowali, że przyczyną różnicy w stabilności termicznej badanych materiałów był skład fazy serum, zawartość tłuszczu i właściwości otoczek kuleczek tłuszczowych.

b. Mleko standaryzowane (ST)

Początkowo mleko standaryzowane charakteryzowało się rozkładem dwumodalnym, analogicznym do mleka surowego. Podczas chłodniczego przechowywania procesy destabilizacji w tej grupie zachodziły jednak inaczej niż w mleku surowym. Zaobserwowano wyodrębnienia trzeciej klasy wielkości cząstek umiejscowionej po prawej stronie osi (w obszarze bardzo dużych średnic) (Tab. 29).

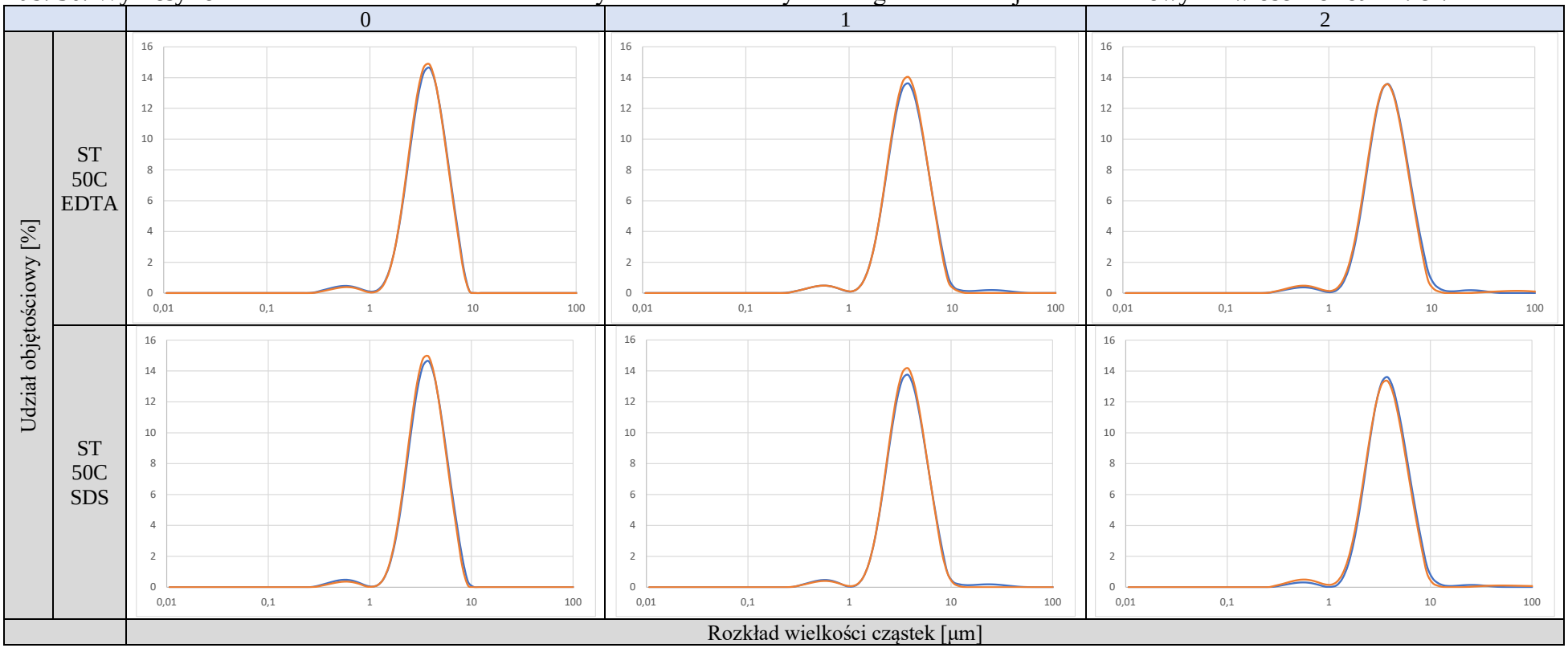
Tab. 29. Wykresy rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka standaryzowanego w sezonie jesienno-zimowym i wiosenno-letnim: cz. I



Legenda
sezon jesienno-zimowy
sezon wiosenno-letni

W związku z tym, że trzeci pik zniknął po zawieszeniu próbki w buforze powodującym rozpad agregatów kuleczek tłuszczowych, można przypuszczać, że głównym mechanizmem destabilizacji zachodzącym w tym układzie była agregacja. Interesujący wydaje się również fakt, że powstałe agregaty w mleku jesienno-zimowym poddanym ogrzewaniu do 50°C i zawieszonym w buforze EDTA nie uległy rozpadowi, chociaż pik, odpowiadający tej klasie znacząco się pomniejszył (Tab. 30).

Tab. 30. Wykresy rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka standaryzowanego w sezonie jesienno-zimowym i wiosenno-letnim: cz. II



Legenda
Sezon jesienno-zimowy
Sezon wiosenno-letni

Krzywe rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka standaryzowanego różniły się między sezonem jesienno-zimowym, a wiosenno-letnim w sposób bardziej wyraźny niż miało to miejsce w przypadku mleka surowego. (Tab. 29, Tab. 30 vs Tab. 26, Tab. 27).
Analiza poszczególnych parametrów wykazała, że kuleczki tłuszczowe mleka standaryzowanego, na początku eksperymentu, różniły się rozkładem wielkości w zależności od sezonu tylko w przypadku mleka badanego bez podgrzewania i zawieszonego w buforze dysocjującym micele kazeinowe (EDTA). Zależność była w tym wypadku odwrotna do zbadanej w mleku surowym, tzn. D10 (średnica odcinająca charakteryzująca najmniejsze cząstki w układzie) i D32 (średnica Sauter'a – również wrażliwa na obecność małych cząstek) były większe w sezonie wiosenno-letnim niż w sezonie jesienno-zimowym. Przechowywane mleko standaryzowane, w zakresie wszystkich parametrów opisujących wielkość cząstek: D32, D43, D53, D10, D50 i D90 posiadało kuleczki tłuszczowe co najmniej istotnie statystycznie większe w sezonie jesienno-zimowym niż wiosenno-letnim, przy czym ani podgrzewanie, ani zawieszenie w różnych buforach nie zmieniło tej zależności (Załącznik, Tab. 63; wyniki szczegółowe Załącznik, Tab. 58). Na podstawie tych wyników można przypuszczać, że mleko standaryzowane miało wyższą stabilność w sezonie letnim.

c. Mleko homogenizowane ESL (H/A)

Sezon miał istotny wpływ na wielkość parametrów rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka homogenizowanego ESL w przypadku prawie wszystkich parametrów. Wyjątek stanowiły pomiary wykonane w czasie zerowym, gdy materiał do badań był przed analizą podgrzany do 50°C. Mleko homogenizowane ESL zawieszone w buforze EDTA lub SDS, charakteryzowało się większymi kuleczkami tłuszczowymi latem niż zimą (a więc odwrotnie niż mleko surowe i standaryzowane) w czasie całego okresu przechowywania. Wykazano, że latem mleko homogenizowane ESL charakteryzowało się węższym rozkładem wielkości cząstek, wyższą jednorodnością, ale niższą powierzchnią właściwą, większymi średnimi średnicami D32, D43, D53 i średnicami odcinającymi D10, D50 i D90. W przypadku mleka ogrzewanego przed pomiarem wykryto te same zależności, jednak dopiero po miesiącu i po dwóch miesiącach przechowywania (Załącznik,Tab. 64; wyniki szczegółowe Załącznik, Tab. 58). Skoro mleko jesienno-zimowe i wiosenno-letnie różni się między sobą składem, wielkością kuleczek tłuszczowych (a co za tym idzie, prawdopodobnie również składem membrany) to możliwe, że istnieje związek między podatnością tłuszczu mlecznego na proces homogenizacji, a sezonem skupu mleka.

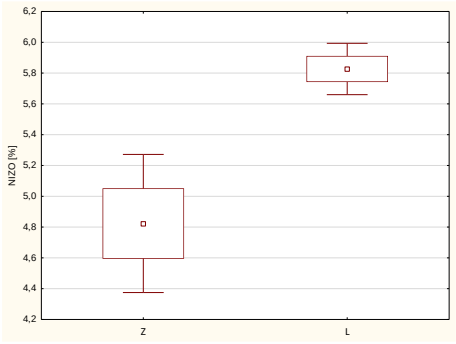
d. Mleko UHT (H/B, H/C1, H/C2)

Mleko homogenizowane UHT, w zależności od sezonu wykazywało zmienność dużo mniejszej ilości parametrów niż mleko ESL, jednak wykazana wcześniej zależność dla mleka homogenizowanego ESL została powtórzona. Mleko homogenizowane UHT, charakteryzowało się bowiem węższym rozkładem wielkości kuleczek tłuszczowych i większą jednorodnością w sezonie wiosenno-letnim. Jednocześnie zbadano, że mleko letnie miało mniejszą powierzchnię właściwą, większą średnią średnicę D32, a także średnicę odcinającą D10 (niezależnie od tego czy próbka była przed analizą rozgrzewana i w jakim buforze została zawieszona) (Załącznik, Tab. 65; wyniki szczegółowe Załącznik, Tab. 58). Wcześniej wspomniano o tym, że być może istnieje zależność między sezonem skupu mleka, a jego podatnością na proces homogenizacji. Hipoteza ta może zostać uzupełniona o przypuszczenie, że siła tego efektu spada wraz ze wzrostem zastosowanych w procesie homogenizacji ciśnień (ponieważ mleko UHT, poddane wyższym ciśnieniom homogenizacji, charakteryzowało się mniejszą liczbą parametrów wykazujących zależność od sezonu).

5.1.3. Wpływ sezonu na jednorodność/ skuteczność homogenizacji mleka

Ocena jednorodności/ skuteczności homogenizacji metodą NIZO stanowi jeden z najczęściej wykorzystywanych przemysłowo markerów pozwalających przewidywać stabilność emulsji. Tetra Pak (1995) w swojej książce Dairy Processing Handbook wskazuje, że jest to metoda oparta na tej samej zasadzie, co testy podstojowe. Jest to jednak test przyspieszony, a jego wynik stanowi miarę zdolności kropel fazy rozproszonej emulsji do przeciwstawienia się sile odśrodkowej podczas wirowania (350g, 40°C, 30 min).

W zakresie parametru jednorodność/ skuteczność homogenizacji sezon miał istotny wpływ jedynie dla mleka standaryzowanego (Rys. 18). Efekt okazał się istotny po drugim miesiącu chłodniczego przechowywania, wskazując na wyższą jednorodność mleka wiosenno-letniego. Wyniki szczegółowe przedstawiono w Załączniku, w Tab. 59.

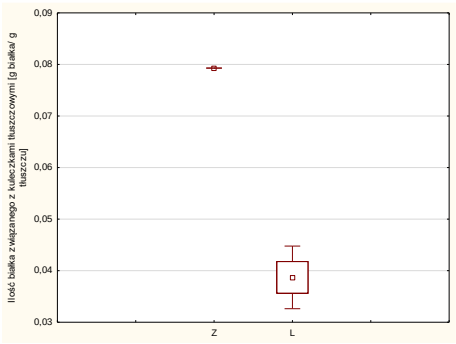


Legenda
Średnia
Średnia±Błąd std
Średnia±1,96*Błąd std

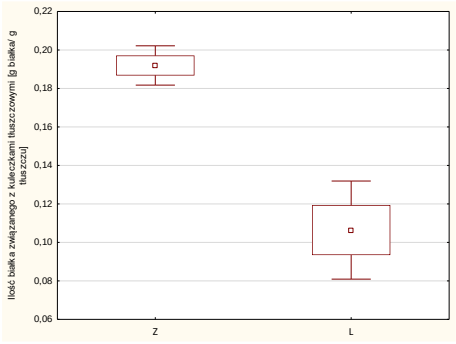
Rys. 18. Porównanie jednorodności mleka standaryzowanego w sezonie jesienno-zimowym: wynik analizy statystycznej – ST, t=2, Z<L*

5.1.4. Wpływ sezonu na ilość białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi

Ilość białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi była w sposób istotny zależna od sezonu skupu mleka jedynie w przypadku mleka homogenizowanego (Rys. 19 – mleko homogenizowane ESL; Rys. 20 – mleko homogenizowane UHT). Wykazano, że zimowe mleko homogenizowane (zarówno ESL, jak i UHT), charakteryzowało się większą ilością białek zaadsorbowanych na membranie niż mleko letnie (szczegółowe wyniki zamieszczono w Załączniku, Tab. 60). Odmienne wyniki opublikowali Ye i in. (2004), wskazując, że mleko sierpniowe poddawane podgrzewaniu charakteryzowało się najwyższą ilością związanej z membraną β-laktoglobuliny. Autorzy podają, że wynika to z wyższej koncentracji białek w otoczce kuleczek tłuszczowych mleka z wczesnego sezonu, co zapewnia większą ilość miejsc reaktywnych, umożliwiających asocjację.



Rys. 19. Porównanie ilości białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi mleka ESL homogenizowanego w sezonie jesienno-zimowym (Z) i wiosenno-letnim (L): Test kolejności par Wilcoxona Z>L**



Rys. 20. Porównanie ilości białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi mleka UHT homogenizowanego w sezonie jesienno-zimowym (Z) i wiosenno-letnim (L): Test U-Manna Whitney'a Z>L**, t=0

5.7.1 Wpływ sezonu na ilość osadu wytrąconego pod wpływem przyspieszonego testu stabilności w mleku komercyjnym

Nie wykazano istotnych statystycznie różnic pomiędzy ilością osadu uzyskanego z mleka jesienno-zimowego i wiosenno-letniego pod wpływem przyspieszonego testu stabilności. Wyniki szczegółowe zamieszczono w Załączniku, w Tab. 61.

5.2.Badanie zmian zachodzących w czasie chłodniczego przechowywania

5.2.1. Zmiany składu mleka w czasie jego chłodniczego przechowywania

Mleko surowe (SR), mleko standaryzowane (ST) i mleko komercyjne (K) w trakcie chłodniczego przechowywania charakteryzowało się co najmniej istotnym statystycznie spadkiem poziomu kazeiny (mleko surowe i standaryzowane po pierwszym miesiącu przechowywania, a mleko komercyjne po czwartym). Ponadto, w przypadku mleka surowego i standaryzowanego zaobserwowano jednoczesny wzrost zawartości białek serwatkowych po pierwszym miesiącu przechowywania. Mleko surowe charakteryzowało się wzrostem zawartości azotu niebiałkowego po drugim miesiącu przechowywania. Mleko homogenizowane natomiast wykazało spadek wartości tego parametru po sześciu miesiącach przechowywania (Tab. 31; dane szczegółowe Załącznik, Tab. 45).

W zakresie zawartości tłuszczu wykazano istotny statystycznie spadek po dwóch miesiącach przechowywania mleka surowego. Zarówno mleko surowe, standaryzowane, jak i mleko komercyjne charakteryzowało się stopniowym wzrostem zawartości WKT. W zakresie wielonienasyconych kwasów tłuszczowych zaobserwowano istotny spadek zawartości w mleku surowym, standaryzowanym i homogenizowanym. Mleko homogenizowane wykazało ponadto istotny spadek zawartości jednonienasyconych kwasów tłuszczowych, a mleko komercyjne – spadek poziomu kwasów tłuszczowych trans (Tab. 31; dane szczegółowe Załącznik, Tab. 45).

Tab. 31. Istotność zmian parametrów fizykochemicznych mleka surowego w czasie chłodniczego przechowywania

	SR		ST		H		K	
Parametr	p	Post hoc	p	Post hoc	p	Post hoc	p	Post hoc
pH	n/s	–	n/s	–	n/s	–	*	0>6**; 2>6*
Azot niebiałkowy	*	1<2*	n/s	–	*	2>6*	n/s	–
Kazeina	**	0>1**; 0>2**	**	0>1,2**	n/s	–	**	0>4*; 0>6**; 2>6**; 4>6*
Białka serwatkowe	**	0<1**; 0<1**; 1<2*	**	0<1**; 0<1**; 1<2**	n/s	–	n/s	–
Tłuszcz	*	0>2*	n/s	–	n/s	–	n/s	–
Kw. tł. jednonienasycone	n/s	–	n/s	–	*	0>2,4*; 0>6**	n/s	–
Kw. tł. wielonienasycone	*	n/s	*	0>1**	*	0,2,4>6*	n/s	–
Kw. tł. trans	n/s	–	n/s	–	n/s	–	*	0>2,4,6*
WKT	**	0<1**; 0<2**; 1<2*	*	0<2**; 1<2*	n/s	–	*	0<4**; 2<4*

Azot niebiałkowy/ kazeina (Tab. 31; dane szczegółowe Załącznik, Tab. 45)

Ilość azotu niebiałkowego mleka surowego istotnie wzrosła między pierwszym, a drugim miesiącem przechowywania. Zawartość kazeiny mleka standaryzowanego wysoce istotnie zmalała po pierwszym miesiącu przechowywania. Mleko homogenizowane do czwartego miesiąca przechowywania charakteryzowało się względnie stałą zawartością azotu niebiałkowego.

Jak podają Summer i in. (2005) wartość azotu niebiałkowego w mleku jest parametrem charakteryzującym się niewielką czułością. W szóstym miesiącu przechowywania mleka homogenizowanego zarejestrowano istotny spadek wartości tego parametru (zawartość azotu niebiałkowego poniżej dolnego poziomu oznaczalności). Jednocześnie ilość obserwacji w grupie na danym poziomie czasowym nie pozwoliła na przeprowadzenie testu Grubbsa w celu wyeliminowania obserwacji odstającej. W związku z powyższym azot niebiałkowy mógł wykazać istotny statystycznie spadek na tym poziomie czasowym.

Jest to spostrzeżenie przeciwne do wynikow Shahani i Sommer (1951), którzy w badaniach mleka pasteryzowanego i homogenizowanego w warunkach przemysłowych wykazali, że podczas przechowywania zawartość azotu niebiałkowego wzrasta. Podobne do nich wyniki uzyskali Samel i in. (1971), oaz Gaucher i in. (2008) którzy przechowywali mleko UHT.

Spadek zawartości kazeiny mleka surowego, standaryzowanego i komercyjnego (przy jednoczesnym wzroście poziomu azotu niebiałkowego mleka surowego) mógł być związany z aktywnością natywnych enzymów proteolitycznych (Bhat 2004) lub enzymów proteolitycznych pochodzenia mikrobiologicznego (Machado i in. 2017). Nie bez znaczenia

były w tym wypadku warunki przechowywania, ponieważ niska temperatura powoduje uwolnienie fosforanu wapnia i β-kazeiny z miceli kazeinowych, zwiększając powierzchnię reakcji. Jednocześnie, obniżenie temperatury przekłada się na spadek szybkości przemian enzymatycznych (O'Connel i in. 2017). O'Connel i in. (2017) zwrócili uwagę na fakt, że nie wiadomo, która z tych przeciwnych do siebie zależności ma większy wpływ na szybkość reakcji. Jasnym jest jednak, że wydłużanie czasu chłodniczego przechowywania, powoduje pogorszenie jakości technologicznej mleka.

Wielu autorów wskazuje, że niektóre proteinazy (szczególnie pochodzenia mikrobiologicznego) wykazują wysoką ciepłooporność (Mitchell, Ewings i Bartley 1986; Stoeckel i in. 2016). Gaur i in. (2018) wskazują, że mleko homogenizowane UHT (poddane pośredniej obróbce termicznej, jak miało to miejsce w tym wypadku) charakteryzuje się całkowitą inaktywacją komponentów systemu plazminy, więc przemiany proteolityczne w czasie chłodniczego przechowywania były najprawdopodobniej spowodowane enzymami pochodzenia mikrobiologicznego. Proteazy mikrobiologiczne działają analogicznie do chymozyny, hydrolizując κ-kazeinę i powodując uwolnienie micelarnej para-κ-kazeiny i gliko-makro-peptydu (Recio i in. 2000). Hydroliza κ-kazeiny sprawia, że micele stają się niestabilne i mogą łączyć się ze sobą poprzez oddziaływania hydrofobowe i mostki wapniowe, prowadząc do powstania żelu (Anema i in. 2019). Żelowanie mleka UHT stanowi jedną z wad tego produktu (Ismail i Nielsen 2010).

Białka serwatkowe (Tab. 31; dane szczegółowe Załącznik, Tab. 45)

Przeprowadzone badania wskazały, że ilość białek serwatkowych w mleku surowym (SR) i standaryzowanym (ST) w sposób wysoce istotny wzrasta wraz z czasem trwania eksperymentu.

Parametr ten został oszacowany metodą obliczeniową, w związku z czym był zależny od kazeiny, stanowiącej ważny element równania.

Tłuszcz/ wielonienasycone kw. tł./ WKT (Tab. 31; dane szczegółowe Załącznik, Tab. 45)

Mleko surowe charakteryzowało się spadkiem zawartości tłuszczu, w czasie przechowywania. Podobny rezultat uzyskali Zajac i in. (2015), a także Ajmal i in. (2018) wskazując jako przyczynę lipolizę tłuszczu.

Kolejnym elementem wskazującym na zmiany lipolityczne była zawartość wolnych kwasów tłuszczowych, która w sposób co najmniej istotny stopniowo wzrastała wraz z czasem chłodniczego przechowywania mleka surowego, standaryzowanego i komercyjnego.

Mleko standaryzowane charakteryzowało się wysoce istotnym statystycznie wzrostem zawartości wolnych kwasów tłuszczowych po pierwszym miesiącu przechowywania.

Ponadto, mleko standaryzowane charakteryzowało się spadkiem zawartości wielonienasyconych kw. tłuszczowych, co może wskazywać na reakcję hydrolitycznego rozpadu.

Mleko homogenizowane charakteryzowało się istotnym spadkiem zawartości jednonienasyconych kw. tł. po drugim miesiącu przechowywania i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych zarejestrowano między czwartym, a szóstym miesiącem przechowywania.

pH (Tab. 31; dane szczegółowe Załącznik, Tab. 45)

Mleko K w przeciwieństwie do mleka H nie było zakonserwowane, w związku z czym, zmiany odnotowane podczas chłodniczego przechowywania mogły być w tym wypadku efektem nie tylko przemian chemicznych i enzymatyczny, ale także wynikiem działalności drobnoustrojów. Mleko komercyjne charakteryzowało się spadkiem wartości pH w trakcie chłodniczego przechowywania, przy czym istotność spadku tego parametru stwierdzono dopiero po sześciu miesiącach przechowywania.

5.2.2. Zmiany profilu kwasów tłuszczowych mleka w czasie chłodniczego przechowywania

Wyniki wpływu czasu chłodniczego przechowywania na zmiany profilu kwasów tłuszczowych mleka przedstawiono w Tab. 32 (dane szczegółowe Załącznik, Tab. 46).

Tab. 32. Wyniki analizy istotności zmian profilu kw. tł. jesienno-zimowego mleka SR, ST, H i K w czasie

		SR		ST		H		K	
Kw. tł.	S	p	Post hoc	p	Post hoc	p	Post hoc	p	Post hoc
C10:0	Z	n/s	–	n/s	–	n/s	–	n/s	–
	L	n/s	–	n/s	–	n/s	–	*	n/s
C12:0	Z	n/s	–	*	1<2*	n/s	–	n/s	–
	L	n/s	–	n/s	–	n/s	–	*	n/s
C13:0	Z	n/s	–	n/s	–	n/s	–	n/s	–
	L	n/s	–	n/s	–	*	n/s	*	n/s
C14:0	Z	n/s	–	**	0,2>1**	*	n/s	n/s	–
	L	n/s	–	n/s	–	n/s	–	n/s	–
C14:1	Z	*	1<2*	*	1<2**	n/s	–	n/s	–
	L	n/s	–	n/s	–	n/s	–	n/s	–
C15:0	Z	*	0,1>2*	*	0>1**	n/s	–	n/s	–
	L	*	0>1**	n/s	–	n/s	–	*	n/s
C16:1	Z	n/s	–	n/s	–	n/s	–	n/s	–
	L	n/s	–	n/s	–	*	n/s	n/s	–
C17:0	Z	n/s	–	n/s	–	n/s	–	n/s	–
	L	n/s	–	*	2<1*	n/s	–	n/s	–
C18:1 trans	Z	n/s	–	*	0,2<1*	n/s	–	*	0>6*
	L	n/s	–	n/s	–	n/s	–	n/s	–
C18:2	Z	**	0,1>2*	n/s	–	n/s	–	n/s	–
	L	n/s	–	n/s	–	n/s	–	n/s	–
C20:0	Z	n/s	–	n/s	–	n/s	–	*	0>6*
	L	n/s	–	n/s	–	n/s	–	n/s	–

Analiza statystyczna wykazała, że surowe mleko jesienno-zimowe, po dwóch miesiącach przechowywania charakteryzowało się wzrostem zawartości kw. tł. C14:1 i spadkiem C15:0 (Tab. 18) . Fluktuacje tych zmiennych nie znajdują potwierdzenia w literaturze. Sprzężony kwas linolowy CLA (C18:2 CLA) charakteryzował się natomiast spadkiem po dwóch miesiącach przechowywania. Oznacza to, że istotne zmiany oksydacyjne lub lipolityczne zaczęły następować w mleku surowym między pierwszym, a drugim miesiącem (Lu i in. 2019; Ajmal i in. 2018; Sommella i in. 2018).

Wiosenno-letnie mleko surowe charakteryzowało się spadkiem kwasu pentadekanowego (C15:0) po pierwszym miesiącu przechowywania. Analogiczną zmianą charakteryzowało się jesienno-zimowe mleko surowe.

Mleko standaryzowane podczas chłodniczego przechowywania wykazało zmiany w zakresie nasyconych kw. tł. C12:0 i C14:0. Poziom kw. laurynowego (C12:0) wzrósł po dwóch miesiącach przechowywania, a kw. mirystynowego. (C14:0) spadł po miesiącu przechowywania, po czym odnotowano jego ponowny wzrost. W ramach jednonienasyconych kw. tłuszczowych, mleko standaryzowane charakteryzowało się wzrostem kw. tł. mirystoleinowego (C14:1) i fluktuacją (wzrost-spadek) kw. oleinowego (trans).

Wiosenno-letnie mleko standaryzowane charakteryzowało się spadkiem zawartości kw. pentadekanowego (C15:0) po pierwszym miesiącu przechowywania. Ponadto, wiosenno-letnie mleko standaryzowane wykazało zmianę (wzrost-spadek) poziomu kw. tł. C17:0.

Jesienno-zimowe mleko homogenizowane charakteryzowało się istotnym statystycznie wzrostem zawartości kw. tł. C14:0 (analogicznie do jesienno-zimowego mleka standaryzowanego).

Ilość kw. mirystynowego w jesienno-zimowym mleku homogenizowanym rosła na kolejnych poziomach czasowych.

Wiosenno-letnie mleko homogenizowane podczas przechowywania charakteryzowało się istotnym statystycznie spadkiem kw. tł. C13:0 i C16:1 (Tab. 32). Spadek zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych jest stosowany jako marker niekorzystnych przemian lipolitycznych i/ lub oksydacyjnych (Lu i in. 2019; Ajmal i in. 2018; Sommella i in. 2018). W wypadku wiosenno-letniego mleka homogenizowanego można przypuszczać, że zmiany te zaszły między drugim, a czwartym miesiącem przechowywania - chociaż istotność różnicy pomiędzy tymi poziomami nie została potwierdzona za pomocą testów post-hoc.

Na tym etapie należy wspomnieć, że niektóre parametry były istotnie różne, gdy testowano je testem analizy wariancji, natomiast po poddaniu testom post hoc nie wykryto istotnych

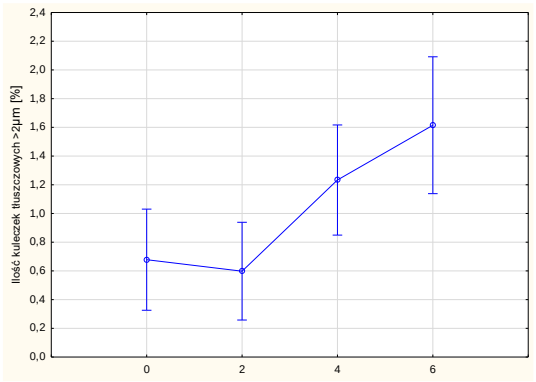
różnic pomiędzy poszczególnymi grupami. Przyjmuje się, że przyczyną może być: za niska moc testu (wynikająca z ograniczonej ilości obserwacji), niewielki stopień istotności globalnej (p value dla ANOVA bliskie α) lub zbyt konserwatywny test post hoc.

Jesienno-zimowe mleko komercyjne podczas chłodniczego przechowywania charakteryzowało się istotnym statystycznie wzrostem kw. tł. C20:0.

Wiosenno-letnie mleko komercyjne podczas chłodniczego przechowywania charakteryzowało się spadkiem kwasów tłuszczowych: C10:0, C12:0, C13:0, C15:0 i C18:1 trans (Tab. 32). W związku z powyższym komercyjne mleko wiosenno-letnie podlegało znacznie szerzej zakrojonym zmianom składu niż mleko zimowe. Szczególnie istotny parametrem w kontekście badania stabilności stanowił kwas oleinowy trans. Jak już wielokrotnie wspomniano, spadek zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych świadczyć może o zajściu niekorzystnych przemian lipolitycznych i/ lub oksydacyjnych (Lu i in. 2019; Ajmal i in. 2018; Sommella i in. 2018). W tym wypadku, istotny statystycznie spadek zarejestrowano między czwartym, a szóstym miesiącem przechowywania.

5.2.3. Zmiana udziału kuleczek tłuszczowych >2µm w mleku w czasie chłodniczego przechowywania

Istotną zmianę udziału kuleczek tłuszczowych >2µm w czasie przechowywania wykazano jedynie w mleku homogenizowanym UHT (Rys. 21). Wzrost udziału frakcji dużych kuleczek tłuszczowych zaobserwowano w tej grupie już po dwóch miesiącach przechowywania, po czym parametr dalej podlegał stopniowemu zwiększeniu aż do końca trwania eksperymentu (dane szczegółowe Załącznik, Tab. 57).



Legenda:
Miara tendencji centralnej: średnia
Pionowe słupki oznaczają 0,95 przedziały ufności
Rys. 21. Zmiany procentowego udziału kuleczek tłuszczowych >2µm w czasie – mleko homogenizowane UHT: wyniki analizy statystycznej – MANOVA **, Post hoc NIR Fishera: 0,2<4<6**

5.2.4. Zmiana rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka w czasie chłodniczego przechowywania

a. Mleko surowe (SR)

Starzenie się mleka surowego przebiegało nieco inaczej w sezonie jesienno-zimowym (Z) i wiosenno-letnim (L) (różnice zaobserwowano szczególnie w zakresie parametrów: Pow. wł., D32, D10 i D50). Udało się również wyodrębnić główny trend zmian, tzn. wzrost szerokości rozkładu (Span), spadek jednorodności (wzrost wartości parametru Jednorodność), wzrost średniej średnicy D43 (czułej na obecność dużych cząstek) i D53, a także wzrost średnicy odcinającej D90. Zawieszenie mleka surowego w buforze SDS, spowodowało zniesienie istotności zmian zachodzących w czasie chłodniczego przechowywania mleka zimowego (za wyjątkiem parametru D90). Podgrzanie mleka przed analizą i zawieszenie w buforze EDTA spowodowało natomiast zniesienie istotności zmian, w mleku letnim, zachodzących w czasie chłodniczego przechowywania (Załącznik, Tab. 66; dane szczegółowe Załącznik, Tab. 58).

Wyniki badań wskazują, że mleko surowe podczas starzenia się ulegało destabilizacji zarówno na skutek agregacji, jak i koalescencji kuleczek tłuszczowych fazy rozproszonej.

b. Mleko standaryzowane (ST)

Analogicznie jak w przypadku mleka surowego, starzenie mleka standaryzowanego przebiegało nieco inaczej w sezonie jesienno-zimowym (Z) i wiosenno-letnim (L) (różnice zaobserwowano w zakresie parametrów: Pow. wł., D32 i D10. Zmiany obejmowały wzrost szerokości rozkładu (Span), spadek jednorodności (wzrost wartości parametru Jednorodność), wzrost średniej średnicy D43 (czułej na obecność dużych cząstek) i D53, a także wzrost średnic odcinających D50 i D90. Nie zaobserwowano cofnięcia tych zmian po ogrzaniu próbki, jak również po zawieszeniu w obu buforach (Załącznik, Tab. 67; dane szczegółowe Załącznik, Tab. 58). Zmiany destabilizacyjne zachodzące w mleku standaryzowanym wynikały zarówno z procesów agregacji, jak i koalescencji (z przewagą częściowej koalescencji).

c. Mleko homogenizowane ESL (H/A)

Zmiany rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka homogenizowanego ESL przedstawiono w Załączniku, Tab. 68 (dane szczegółowe Załącznik, Tab. 58). Zmiany destabilizacyjne zachodzące w homogenizowanym mleku zimowym i letnim różniły się od siebie na co wskazują wyniki badań mleka zawieszonego przed pomiarem w buforze SDS. Oznacza to, że różnice występujące między homogenizowanym mlekiem ESL letnim i zimowym w czasie jego chłodniczego przechowywania dotyczą wielkości pojedynczych

kuleczek tłuszczowych (a więc mogą mieć związek z podatnością układu na koalescencję). Mleko homogenizowane ESL, przed analizą zawieszone w buforze EDTA, między pierwszym, a drugim miesiącem przechowywania wykazywało co najmniej istotne statystycznie zmiany wartości wszystkich badanych parametrów rozkładu wielkości cząstek. Doszło do spadku szerokości rozkładu kuleczek tłuszczowych i zwiększenia jednorodności układu (odwrotnie niż miało to miejsce w przypadku mleka surowego i standaryzowanego). Jednocześnie zmniejszyła się powierzchnia właściwa, wzrosły średnie średnice D32, D43 i D53, a także średnice odcinające D10, D50 i D90.

Taka różnica między kierunkiem zmian parametrów Span i Jednorodność w czasie przechowywania między mlekiem homogenizowanym, a mlekiem surowym i standaryzowanym, może być związana z tym, że w mleku surowym i standaryzowanym początkowa szerokość rozkładu jest dużo większa niż w mleku homogenizowanym (mleko surowe i standaryzowane charakteryzuje się mniejszą jednorodnością). Procesy destabilizacyjne zachodzą więc w tych układach z różną prędkością w zależności od tego, której frakcji cząstek dotyczą.

d. Mleko homogenizowane UHT (H/B, H/C1, H/C2)

- Analiza zmian parametrów rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych w czasie chłodniczego przechowywania, rozpatrywana oddzielnie dla mleka homogenizowanego UHT poddanego homogenizacji przy różnych parametrach procesu (mleko pochodzące z różnych źródeł)

W przypadku mleka homogenizowanego UHT trudno o jednoznaczne tendencje wzrostu albo spadku poszczególnych parametrów rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych w czasie. Różnice, wykazane w Załączniku , w Tab. 69 jako istotne statystycznie wynikają z układu eksperymentu i nie uwzględniają niepewności pomiarowej w związku z zastosowaną metodą analityczną. W związku z powyższym, wartości wielu parametrów fluktuują na przestrzeni sześciu miesięcy przechowywania raz w górę, raz w dół (dane szczegółowe Załącznik, Tab. 58). Najbardziej wiarygodne zależności udało się określić dla mleka bez podgrzewania, zawieszonego w buforze SDS oraz dla mleka podgrzanego przed badaniem do 50°C, a następnie zawieszonego w buforze EDTA lub SDS. Generalnie można określić, że istotność zmian w tej grupie, w przypadku występowania tendencji wzrostu lub spadku, można było zauważyć pomiędzy czwartym, a szóstym miesiącem przechowywania. Mleko zawieszone w buforze SDS, charakteryzowało się w przypadku wszystkich źródeł, spadkiem szerokości rozkładu, zwiększeniem jednorodności, wzrostem średniej średnicy D32, a także średnicy odcinającej D10. Ponadto, mleko pochodzące z źródeł B i C2,

zawieszone w buforze SDS, w czasie chłodniczego przechowywania wykazało wzrost średniej średnicy D43, D53, średnicy odcinającej D50 i D90. Podgrzanie mleka przed analizą i zawieszenie go w buforze EDTA dało wyniki istotnie zmieniające się w czasie w przypadku źródeł C1 i C2 (Span↓, Jednorodność↓, D10↑). Natomiast mleko podgrzane przed analizą i zawieszone w buforze EDTA charakteryzowało się zmiennością w czasie tylko w przypadku źródła B (Span↓, Jednorodność↓, Pow. wł.↓, D32↑, D43↑,D10↑, D50↑). Ogólny kierunek zmian parametrów rozkładu w mleku homogenizowanym UHT był więc taki sam, jak w przypadku mleka homogenizowanego ESL (chociaż tam istotne statystycznie zmiany zachodziły szybciej).

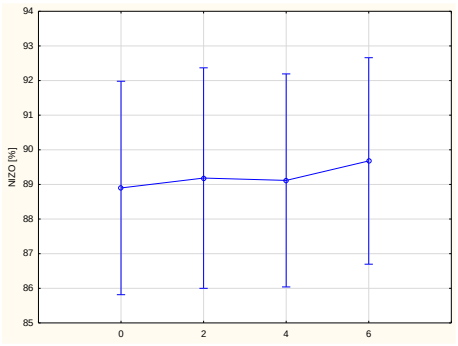
- Porównanie parametrów rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych pomiędzy grupami mleka UHT różniących się parametrami procesu homogenizacji

Porównanie wartości parametrów rozkładu cząstek mleka pochodzącego z różnych źródeł w trakcie przechowywania umieszczono w Załączniku, w Tab. 70 (dane szczegółowe Załącznik, Tab. 58).

Najwyższą skutecznością homogenizacji charakteryzowało się mleko, które wykazywało wąski rozkład wielkości kuleczek tłuszczowych, wysoką jednorodność (niską wartość parametru Jednorodność), wysoką powierzchnię właściwą, małe średnie średnice i średnice odcinające. W związku z powyższym na podstawie uzyskanych wyników wyłoniono następującą kolejność – od najwyższej do najniższej efektywności procesu homogenizacji (niezależnie od sezonu, tzn.: mleko Z, L, Z+L): homogenizacja nieaseptyczna 200/40 bar, homogenizacja aseptyczna 150/50 bar, homogenizacja nieaseptyczna 200 bar.

5.2.5. Zmiana jednorodności/ skuteczności homogenizacji w czasie chłodniczego przechowywania

Istotną zmianę jednorodności/ skuteczności homogenizacji mleka wykazano jedynie dla mleka homogenizowanego UHT (Rys. 22; szczegółowe dane Załącznik, Tab. 59). Wykazano, że parametr ten wzrósł między czwartym, a szóstym miesiącem przechowywania. Ponownie, należy wziąć pod uwagę, że wyznaczone różnice wynikają z układu eksperymentu i nie biorą pod uwagę dokładności zastosowanej metody analitycznej. W literaturze nie znaleziono potwierdzenia dla możliwości wzrostu tego parametru podczas chłodniczego przechowywania emulsji. Uzyskany wynik należy raczej interpretować jako utrzymanie początkowej jednorodności mleka (NIZO≈90% spełniającej wymóg stabilności) przez pełen czas trwania eksperymentu.



Legenda
Pionowe słupki oznaczają 0,95 przedziały ufności
Miara tendencji centralnej = średnia

Rys. 22. Zmiana jednorodności mleka homogenizowanego UHT w czasie chłodniczego przechowywania: wyniki analizy statstycznej: MANOVA **, Post hoc NIR Fishera: 0,2,4<6**

5.2.6. Zmiana ilości białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi w czasie chłodniczego przechowywania

Ilość białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi nie zmieniała się w sposób istotny statystycznie podczas chłodniczego przechowywania badanych grup mleka.

5.2.7. Zmiana ilości osadu wytrąconego pod wpływem przyspieszonego testu stabilności w mleku komercyjnym podczas chłodniczego przechowywania mleka

Ilość osadu zmierzonego za pomocą przyspieszonego testu stabilności nie zmieniała się w sposób istotny statystycznie podczas chłodniczego przechowywania mleka komercyjnego.

5.3.Wpływ standaryzacji

5.3.1. Wpływ standaryzacji na zmianę właściwości fizykochemicznych mleka

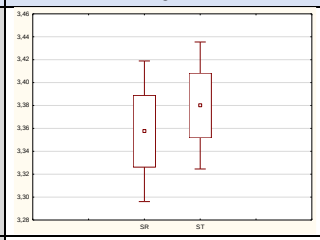
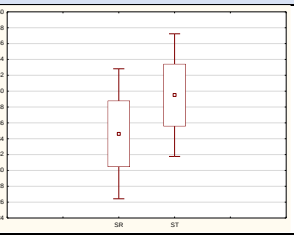
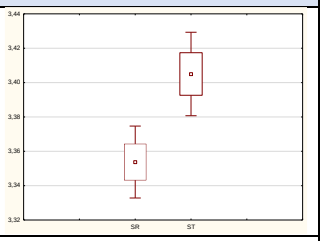
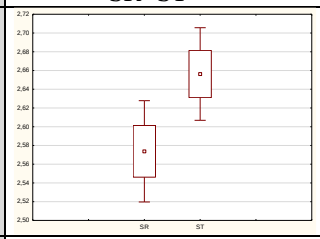
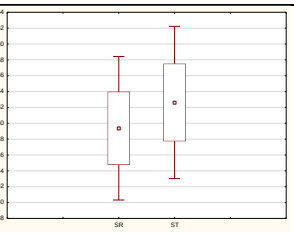
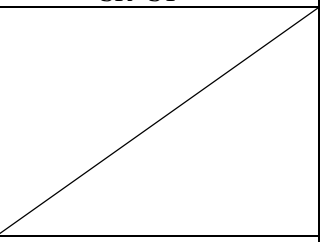
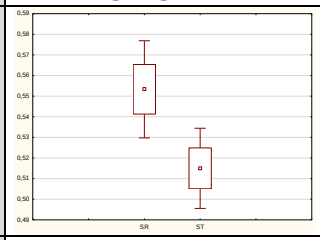
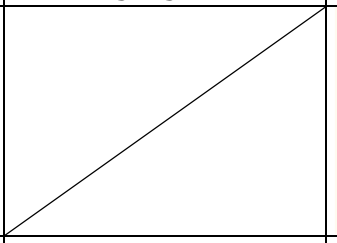
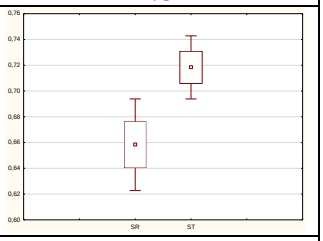
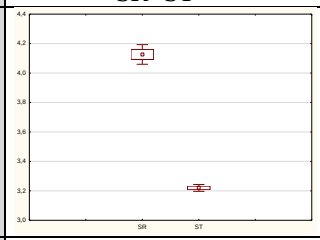
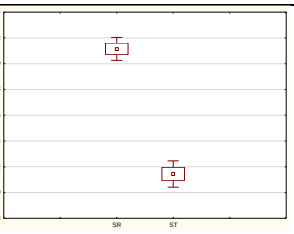
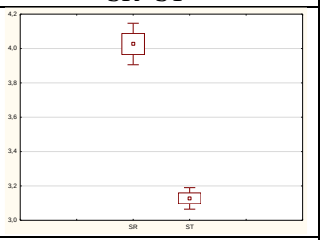
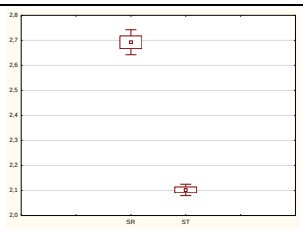
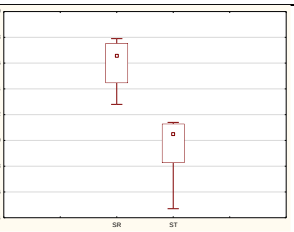
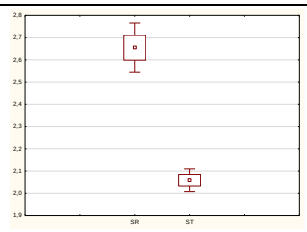
Mleko standaryzowane (ST) różniło się od mleka surowego (SR) w sposób co najmniej istotny statystycznie w zakresie parametrów (Tab. 33):

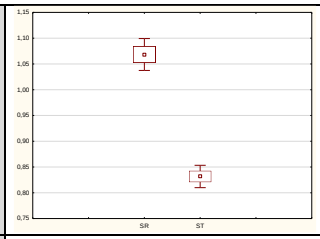
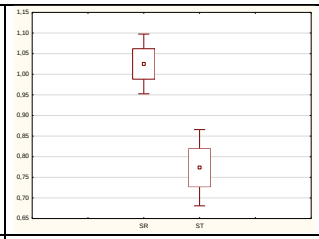
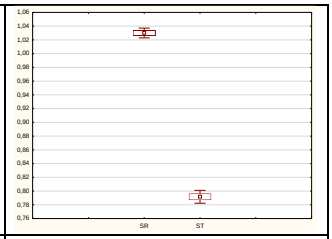
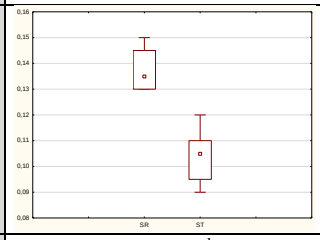
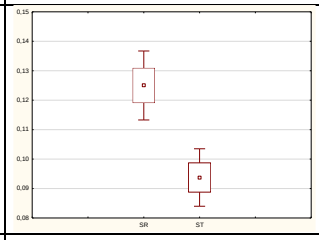
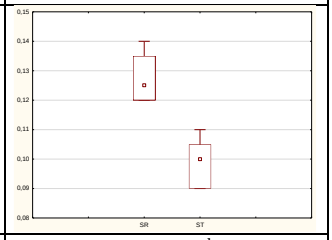
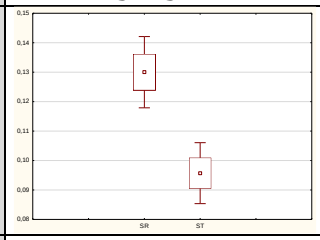
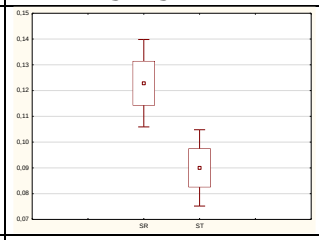
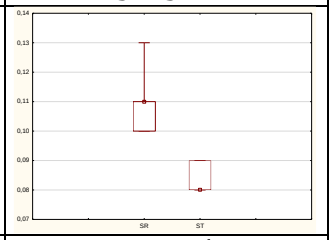
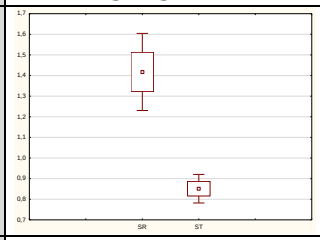
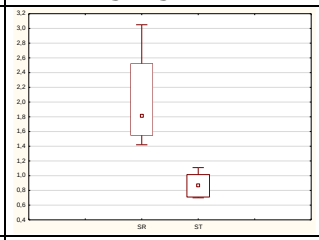
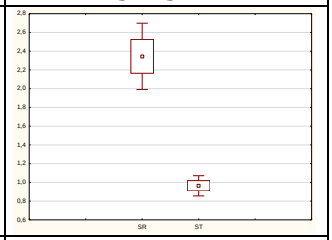
- Białko ogółem,
- Kazeina/ kompleksy kazeiny
- Białka serwatkowe,
- Tłuszcz,
- Kw. tł. nasycone,
- Kw. tł. jednonienasycone,
- Kw. tł. wielonienasycone,
- Kw. tł. trans,

– WKT.

Standaryzacja spowodowała zmniejszenie zawartości tłuszczu do poziomu określonego przez producenta (analogicznie zmniejszeniu uległy parametry związane – tj. kw. tł. nasycone, jednonienasycone, wielonienasycone i trans – podawane w g na 100 g produktu). W związku z powyższym te zależności nie będą szerzej dyskutowane. Potencjalna zmiana profilu kw. tłuszczowych, wynikająca z przeprowadzenia procesu standaryzacji zostanie natomiast omówiona w dalszej części pracy.

Tab. 33. Wpływ standaryzacji na zmianę właściwości fizykochemicznych mleka w czasie chłodniczego przechowywania: porównanie SR vs ST w trakcie przechowywania

		0	1	2
Białko	wykres			
	p	SR<ST**[a]	SR<ST**[a]	SR<ST**[a]
Kazeina/ kompleksy kazeiny	wykres			
	p	SR<ST**[a]	SR<ST*[a]	n/s
Białka serwatkowe	wykres			
	p	SR>ST*[a]	n/s	SR<ST*[a]
Tłuszcz	wykres			
	p	SR>ST**[a]	SR>ST**[a]	SR>ST**[a]
Kw. tł. nasycone	wykres			
	p	SR>ST**[a]	SR>ST*[b]	SR>ST**[b]

Kw. tł. jednonienasycone	wykres			
	p	SR>ST**[a]	SR>ST**[a]	SR>ST**[a]
Kw. tł. wielonienasycone	wykres			
	p	SR>ST*[b]	SR>ST**[a]	SR>ST*[b]
Kw. tł. trans	wykres			
	p	SR>ST**[a]	SR>ST**[a]	SR>ST*[b]
WKT	wykres			
	p	SR>ST**[a]	SR>ST*[b]	SR>ST**[a]

Legenda:

a
- Średnia
- Średnia±Błąd std
- Średnia±1,96*Błąd std

b
- Mediana
- 25-75%
- Min-Maks

Białko (Tab. 33, dane szczegółowe Załącznik, Tab. 45)

Mleko standaryzowane charakteryzowało się wyższą zawartością białka niż mleko surowe. Przyczyną była standaryzacja surowca nie tylko pod kątem zawartości tłuszczu, ale również białka, co stanowi praktykę przemysłową w niektórych zakładach mleczarskich.

Kazeina/ białka serwatkowe (Tab. 33, dane szczegółowe Załącznik, Tab. 45)

Mleko standaryzowane w czasie zerowym charakteryzowało się pozornie wysoce istotnie większą zawartością kazeiny niż mleko surowe, przy czym istotność różnicy malała w czasie przechowywania. Pozornie wyższa zawartość kazeiny (przy jednocześnie pozornie niższej zawartości białek serwatkowych) była związana z tym, że mleko standaryzowane poddano procesowi pasteryzacji. Obróbka termiczna spowodowała denaturację białek serwatkowych, które następnie połączyły się w kompleksy z κ-kazeiną (Parris i Bagiński 1991). Podają oni, że w pH 4,6, wytrąceniu ulega nie tylko kazeina, ale również kompleksy kazeiny z białkami

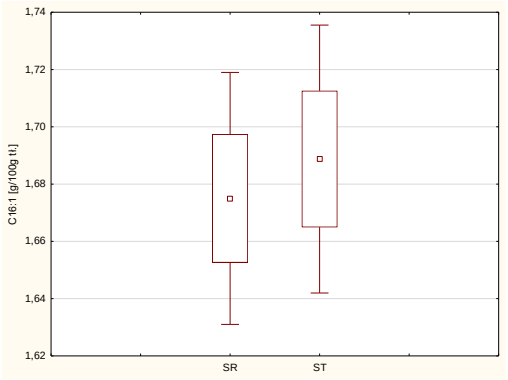
serwatkowymi. W związku z powyższym pozorny wzrost zawartości kazeiny w mleku standaryzowanym należy rozumieć jako zwiększenie zawartości kompleksów kazeiny z białkami serwatkowymi kosztem zawartości niezdenaturowanych białek serwatkowych. W czasie chłodniczego przechowywania, zarówno w mleku surowym, jak i standaryzowanym zachodziły zmiany proteolityczne, które prowadziły do zmniejszenia zawartości kazeiny i wzrostu udziału białek serwatkowych w całkowitej zawartości białek mleka. Proteoliza β -kazeiny skutkowała uwolnieniem γ-kazeiny i peptonu proteozowego co można było zarejestrować jako wzrost poziomu azotu niebiałkowego (Bhatt 2004). Jednocześnie, rozpad kazeiny mógł spowodować dekompozycję kompleksów kazeiny z białkami serwatkowymi, co z kolei mogło być przyczyną pozornego wzrostu zawartości białek serwatkowych. Początkowo, pozornie zawartość kazeiny była wyższa w mleku standaryzowanym i pasteryzowanym niż w mleku surowym. W czasie chłodniczego przechowywania zawartość kazeiny malała w mleku surowym i standaryzowanym, a poziom białek serwatkowych ulegał wzrostowi. Wykazano, że zawartość kazeiny po dwóch miesiącach przechowywania była istotnie wyższa w mleku surowym niż standarfyzowanym. Opisana zależność, wskazuje, że zmiany proteolityczne zachodzące w mleku standaryzowanym i pasteryzowanym były większe niż w mleku surowym. Może to być związane z faktem, że plazmina stanowi w mleku część złożonego układu, w którego skład wchodzi: plazminogen (nieaktywna forma enzymu), aktywator plazminogenu, inhibitor aktywatora plazminogenu, plazmina i inhibitor plazminy. Wszystkie te komponenty systemu plazminy wykazują różną ciepłooporność. Plazminogen, plazmina i aktywator plazminy są związane z micelami kazeinowymi (Ismail i Nielsen 2010) i charakteryzują się dużą odpornością na działanie wysokich temperatur, natomiast inhibitor plazminy i inhibitor aktywatora plazminy znajdują się w serum mleka (Precetti, Oria i Nielsen 1997) są termolabilne i ulegają inaktywacji w procesie pasteryzacji. W związku z powyższym w mleku pasteryzowanym w trakcie chłodniczego przechowywania dochodzi do intensywnej konwersji plazminogenu do plazminy, a co za tym idzie, zwiększonej aktywności proteolitycznej (Prado i in. 2006; Aisina i Mukhametova 2014; Richardson 1983).

WKT (Tab. 33, dane szczegółowe Załącznik, Tab. 45)

Ilość wolnych kwasów tłuszczowych była niższa w mleku standaryzowanym niż w mleku surowym. Zależność ta utrzymywała się w czasie chłodniczego przechowywania. Oznacza to, że pasteryzacja, której poddane było mleko standaryzowane częściowo powstrzymała działanie enzymów lipolitycznych, chociaż nie zatrzymała ich całkowicie.

5.3.2. Wpływ standaryzacji na zmianę profilu kwasów tłuszczowych

Wpływ procesu standaryzacji na zmianę profilu kw. tł. (niezależnie od sezonu) przedstawiono na Rys. 23.



Legenda:
Średnia
Średnia±Błąd std
Średnia±1,96*Błąd std

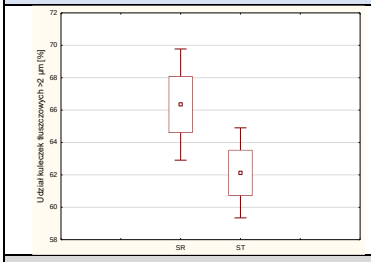
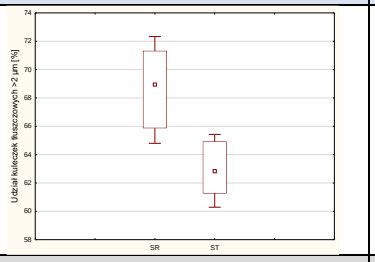
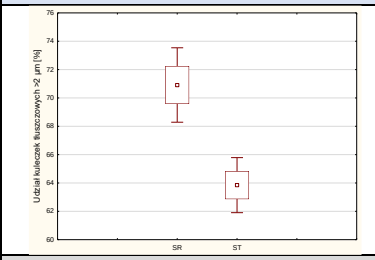
Rys. 23. Wyniki badania wpływu standaryzacji na zmianę profilu kw. tł.– kw. tł. C16:1 [g/100g tł.], t=2, SR<ST**

Mleko standaryzowane po dwóch miesiącach przechowywania charakteryzowało się wyższą zawartością kw. tł. C16:1 (wyniki szczegółowe Załącznik, Tab. 46). Większa ilość nienasyconych kwasów tłuszczowych w mleku standaryzowanym pod koniec okresu przechowywania wskazuje na większą odporność próbki na procesy lipolityczne i/ lub reakcji oksydacji (Sommella 2018). Jak już wspomniano wcześniej, mleko standaryzowane w warunkach przemysłowych było poddawane procesowi pasteryzacji.

5.3.3. Wpływ standaryzacji na udział kuleczek tłuszczowych >2µm

Analizę wpływu standaryzacji na procenowy udział kuleczek tłuszczowych>2µm przeprowadzono bez podziału na grupy w zależności od sezonu. Wyniki zestawiono w Tab. 34 (wyniki szczegółowe Załącznik, Tab. 57).

Tab. 34. Wpływ standaryzacji na udział kuleczek tłuszczowych 2 µm w mleku

0[a]	1[b]	2[a]
		
SR>ST**	SR>ST*	SR>ST**

Legenda

a
- Średnia
- Średnia±Błąd std
- Średnia±1,96*Błąd std

b
- Mediana
- 25-75%
- Min-Maks

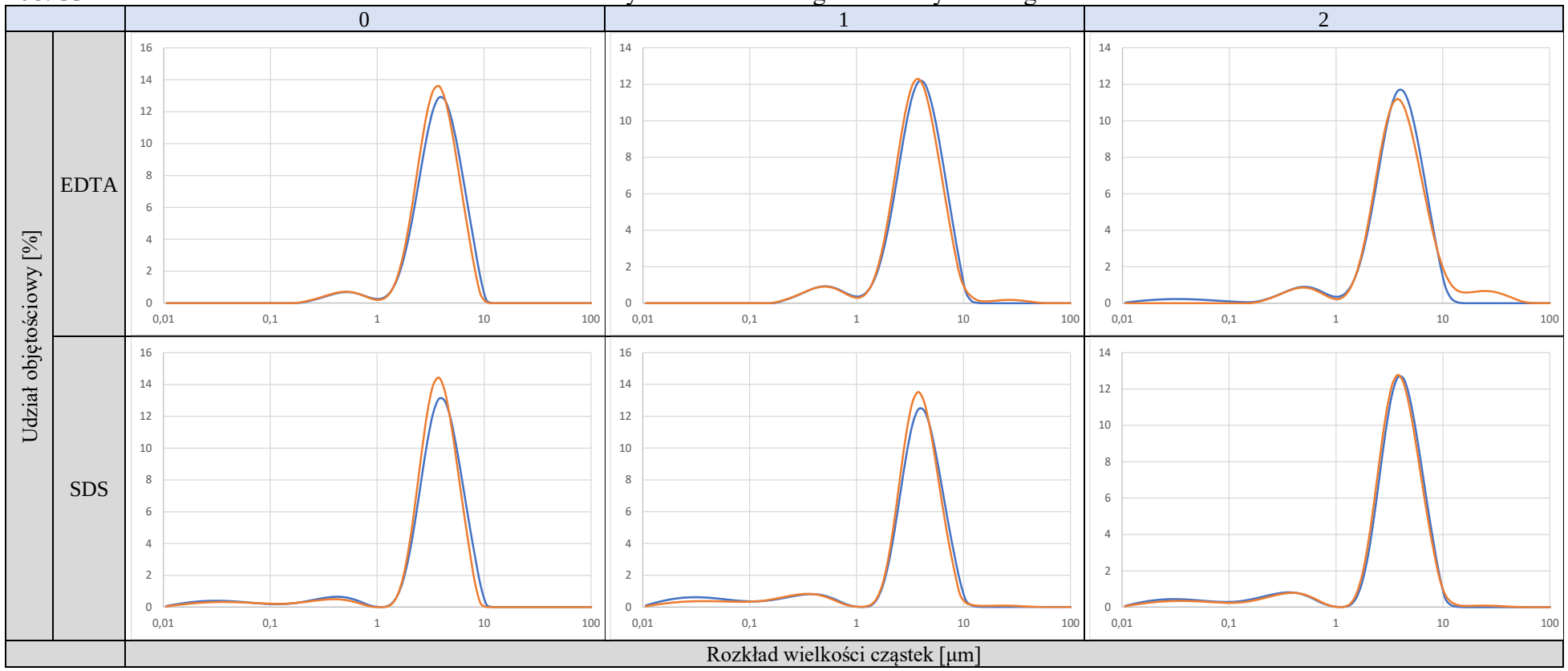
Standaryzacja spowodowała zmniejszenie udziału kuleczek większych od 2µm, przy czym efekt ten był przynajmniej istotny statystycznie na wszystkich poziomach czasowych. Zmniejszenie udziału dużych kuleczek tłuszczowych mogło być spowodowane rozbiciem kuleczek tłuszczowych w wyniku transportu wewnątrzzakładowego (przetłaczania) lub mieszania mleka w procesie technologicznym.

5.3.4. Wpływ standaryzacji na rozkład wielkości kuleczek tłuszczowych

Wpływ standaryzacji na zmianę rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych w mleku standaryzowanym w stosunku do mleka surowego analizowano niezależnie od pory roku. Mleko surowe i standaryzowane na początku eksperymentu charakteryzowało się podobnym kształtem krzywej rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych z tą różnicą, że w przypadku mleka standaryzowanego był on przesunięty na osi odciętych w lewo (tzn. w stronę średnic o mniejszych rozmiarach). Zależność tą zaobserwowano niezależnie od tego czy próba była rozgrzewana przed pomiarem i w jakim buforze została zawieszona. Krzywa rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka standaryzowanego zaczęła się jednak zmieniać już po pierwszym miesiącu przechowywania. Doszło do wyodrębnienia trzeciej klasy wielkości cząstek umiejscowionej po prawej stronie osi x (tzn. w stronę średnic o dużych rozmiarach). Krzywa rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka surowego w czasie przechowywania uległa natomiast w całości przesunięciu w prawo, ale nie doszło w tym wypadku do wytworzenia trzeciego piku (Tab. 35). Kuleczki tłuszczowe w mleku surowym otoczone były natywną membraną, chroniącą je przed koalescencją. Agregacja kuleczek tłuszczowych o natywnych membranach jest odwracalna. Natomiast standaryzacja i pasteryzacja spowodowały modyfikację membrany kuleczek tłuszczowych, która z kolei przełożyła się na większą podatność emulsji na procesy destabilizujące. Co więcej, siła tego efektu była większa niż szybkość wzrostu rozmiaru kuleczek tłuszczowych w mleku,

w zależności od zawartości tłuszczu. Corredig i Dalgleish (1998) zbadali, że obróbka termiczna powoduje wypieranie białek natywnej membrany kuleczek tłuszczowych i wypełnianie powstałych luk przez białka serum. Ponadto natywne białka membrany mogą ulegać interakcji między sobą lub z białkami serum mleka (Kim i Jimenez-Flores 1995). Houlihan i in. (1992) donoszą, że obróbka termiczna prowadzi m.in. do zwiększenia przepuszczalności membrany dla substancji aktywnej Triton X-100, co wskazuje, że otoczka staje się mniej stabilna. Najnowsze badania (Ye i in. 2002) wykazały natomiast, że ogrzewanie mleka w temp. 50°C przez 10 min powoduje topnienie fazy lipidowej (T>40°C), co prowadzi do przegrupowań na powierzchni kuleczek tłuszczu z utratą niektórych składników. Autorzy wykazali utratę 50% natywnych białek otoczki przez co staje się ona bardziej podatna na perforację. Znajduje to potwierdzenie w badaniach Murthy, Guyomarc'h i Lopez (2016), którzy donoszą, że ogrzewanie mleka i ponowne jego schładzanie prowadzi do zmniejszenia siły przebicia membrany. W związku z powyższym, mleko standaryzowane, które było poddane cyklom termicznym (pasteryzacja/schładzanie) łatwiej może ulegać destabilizacji w wyniku częściowej koalescencji – tzn. powstawania agregatów kuleczek tłuszczowych poprzebijanych kryształami tłuszczu. Podniesienie temperatury przed pomiarem do 50°C spowodowało natomiast stopienie kryształów i doprowadziło do rozpadu agregatów, całkowitej koalescencji i/ lub wyolejenia (Tab. 36).

Tab. 35. Porównanie rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka surowego i standaryzowanego: cz. I

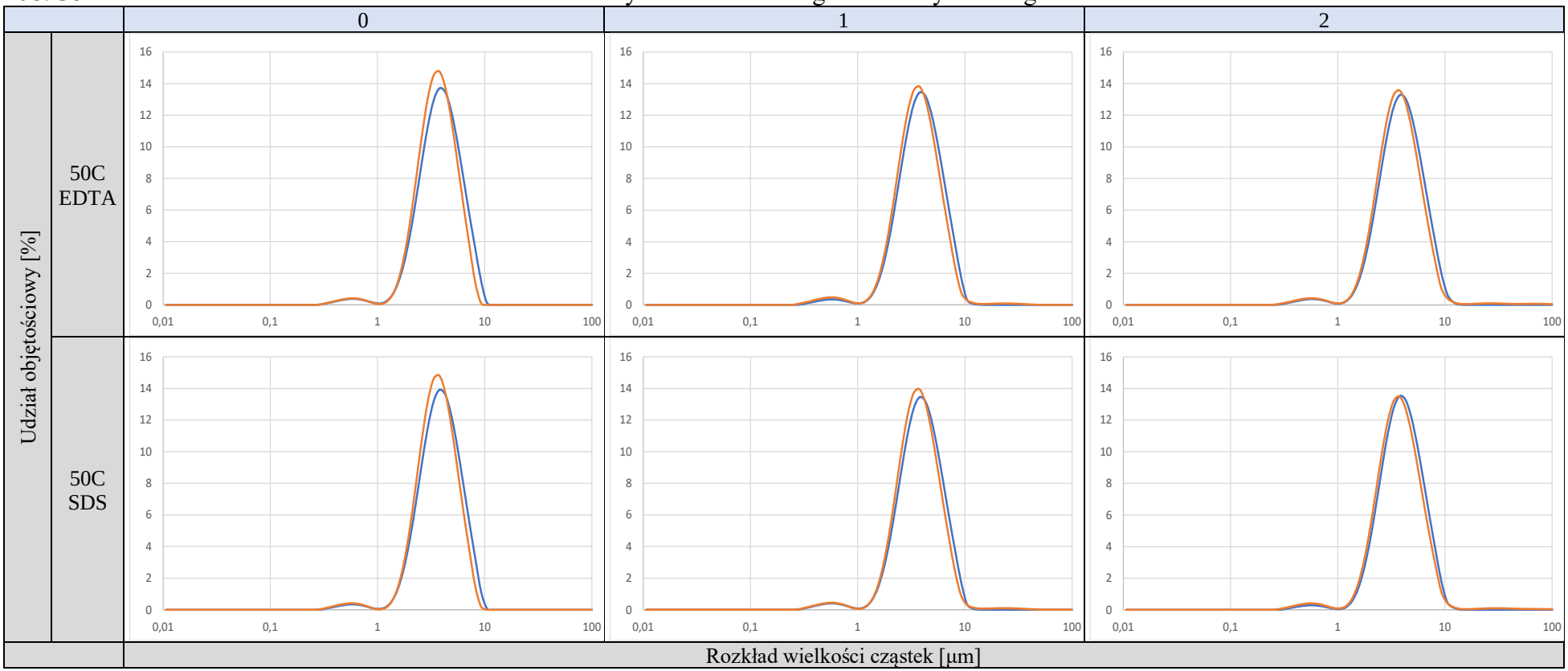


Legenda

SR

ST

Tab. 36. Porównanie rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka surowego i standaryzowanego: cz. II



Legenda

SR

ST

Standaryzacja miała istotny wpływ na wszystkie parametry rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka niezależnie od tego czy badana próbka była przed pomiarem rozgrzewana i niezależnie od buforu, w którym została zawieszona (Załącznik, Tab. 71; wyniki szczegółowe Załącznik, Tab. 58). Początkowo kuleczki tłuszczowe mleka surowego były większe od mleka standaryzowanego (EDTA/ SDS) (D32, D43, D53, D10, D50, D90: SR>ST), charakteryzowały się szerszym rozkładem (Span: SR>ST), a także mniejszą jednorodnością (wyższa wartość parametru Jednorodność, SR>ST) i mniejszą powierzchnią właściwą (SR<ST). Zależność ta utraciła znaczenie po miesiącu przechowywania próbek mleka, niepodgrzewanych, zawieszonych przed badaniem w buforze EDTA. Po dwóch miesiącach natomiast uległa odwróceniu, tzn. mleko standaryzowane charakteryzowało się szerszym rozkładem wielkości kuleczek tłuszczowych (Span), mniejszą jednorodnością (wyższa wartość parametru Jednorodność), mniejszą powierzchnią właściwą, a także większymi parametrami opisującymi wielkość cząstek: D32, D43, D53, D10, D50 i D90. Zawieszenie mleka w buforze SDS spowodowało rozbicie agregatów kuleczek tłuszczowych i sprawiło, że kuleczki tłuszczowe w mleku standaryzowanym charakteryzowały się mniejszym rozmiarem niż kuleczki tłuszczowe w mleku surowym nawet po dwóch miesiącach przechowywani (SDS/2: D50). Analogiczny efekt zaobserwowany został w przypadku prób podgrzewanych przed pomiarem (50C EDTA/2: D32, D43, D10, D50, D90; 50C SDS/2: D32, D10, D50, D90).

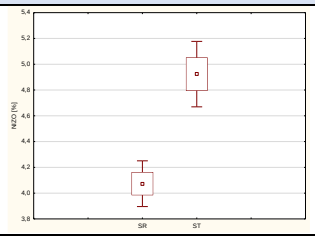
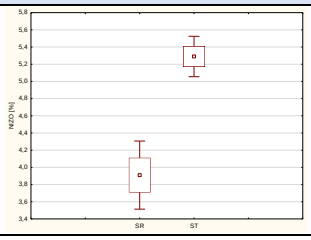
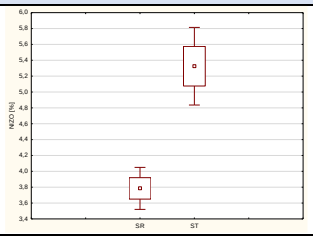
5.3.5. Wpływ standaryzacji na jednorodność mleka

Wpływ standaryzacji na jednorodność mleka rozpatrywano bez podziału na sezon. Wyniki przedstawiono w Tab. 37 (wyniki szczegółówe Załącznik, Tab. 59). Wykazano, że standaryzacja spowodowała zwiększenie jednorodności mleka, czyli ujednolocenie wielkości kuleczek tłuszczowych. Efekt ten był wysoce istotny na każdym poziomie czasowym.

Biorąc pod uwagę, że badanie jednorodności wymaga podgrzania próbki przed wykonaniem analizy, uzyskany wynik można powiązać z badaniem rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka surowego i standaryzowanego 50C EDTA. W tym wypadku na poziomie zerowym również została wykazana wysoce istotnie większa jednorodność mleka standaryzowanego. Ponadto, fizyczne znaczenie jednorodności badanej metodą NIZO to ilość tłuszczu, która pod wpływem działania określonych warunków siły odśrodkowej nie ulega destabilizacji i pozostaje równomiernie rozmieszczona w pełnej objętości próbki. W związku z powyższym jest to parametr ściśle związany z wielkością cząstek fazy rozproszonej. Badanie rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych (mierzonych jako D32,

D43, D53, D10, D50 i D90) mleka 50C EDTA wskazało na zależność SR>ST przez pełen okres chłodniczego przechowywania.

Tab. 37. Wpływ standaryzacji na jednorodność mleka: wyniki analizy statystycznej

0	1	2
		
SR<ST**	SR<ST**	SR<ST**

Legenda
- Średnia
- Średnia±Błąd std
- Średnia±1,96*Błąd std

5.4.Wpływ homogenizacji

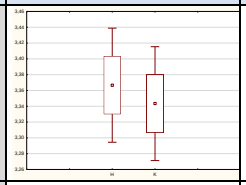
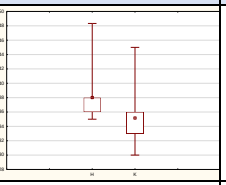
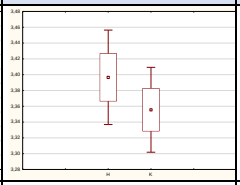
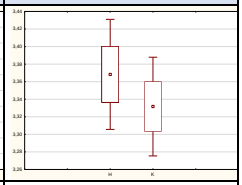
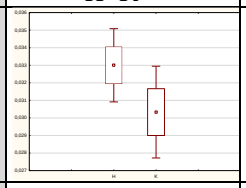
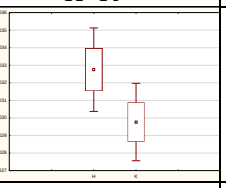
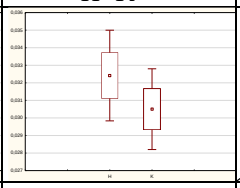
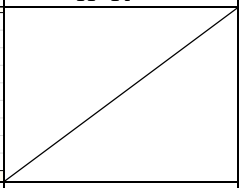
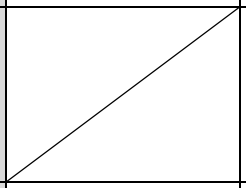
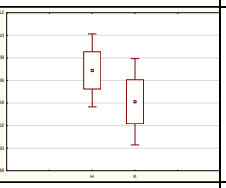
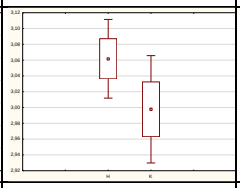
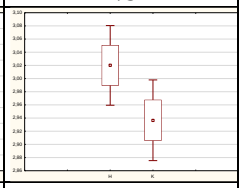
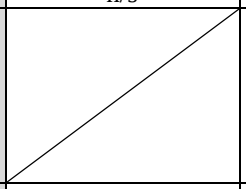
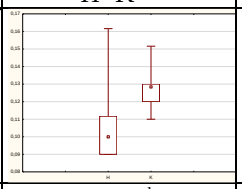
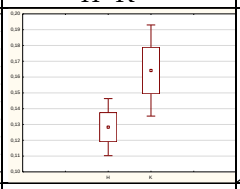
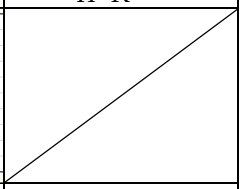
5.4.1. Wpływ homogenizacji na skład fizykochemiczny

- Porównanie mleka homogenizowanego i komercyjnego

W celu porównania wyników testów przechowalniczych mleka komercyjnego (K) i wyników mleka homogenizowanego uzyskanych dla prób specjalnie zakonserwowanych i przechowywanych w mniejszych opakowaniach jednostkowych, przygotowanych do celów analitycznych (H), przetestowano istotność różnic H vs K w trakcie przechowywania (charakterystykę H i K przedstawiono w części 4.1. Materiały). Istotne różnice właściwości fizykochemicznych wykryto w przypadku parametrów: białko (H>K), azot niebiałkowy (H>K), kazeina/ kompleksy kazeiny (H>K) i białka serwatkowe (H<K) (Tab. 38; wyniki szczegółowe Załącznik, Tab. 45).

W związku z powyższym podjęto decyzję, aby próbki mleka homogenizowanego i komercyjnego w kolejnych analizach składu fizykochemicznego, traktować jako oddzielne grupy.

Tab. 38. Wyniki porównania próbek mleka homogenizowanego i komercyjnego w trakcie przechowywania

		0	2	4	6
Białko	wykres				
	p	H>K*[a]	H>K*[b]	H>K*[a]	H>K**[a]
Azot niebiałkowy	wykres				
	p	H>K**[a]	H>K*[a]	H>K*[a]	n/s
Kazeina	wykres				
	p	n/s	H>K*[a]	H>K*[a]	H>K**[a]
Białka serwatkowe	wykres				
	p	n/s	H<K*[b]	H<K*[a]	n/s

Legenda:

a
- Średnia
- Średnia±Błąd std
- Średnia±1,96*Błąd std

b
- Mediana
- 25-75%
- Min-Maks

Różnice pomiędzy H i K mogą wynikać jedynie ze sposobu przygotowania próbek mleka do przechowywania. Grupa mleka H po dostarczeniu do laboratorium była zakonserwowana, podgrzana to temp. 40°C w celu ujednorodnienia, a następnie rozdzielona na porcje o obj. 100 ml, tak aby każda analiza mogła być wykonywana przy użyciu nowej próbki analitycznej (w celu uniknięcia wielokrotnych cykli grzania i chłodzenia). Mleko K nie było natomiast podgrzewane, a jego przechowywanie odbywało się w opakowaniach komercyjnych.

- Wpływ homogenizacji na właściwości fizykochemiczne mleka w czasie, ST vs H, t={0,1,2} (Tab. 39, wyniki szczegółowe Załącznik, Tab. 45)

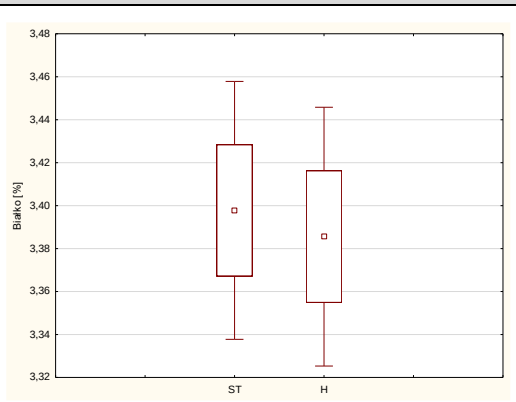
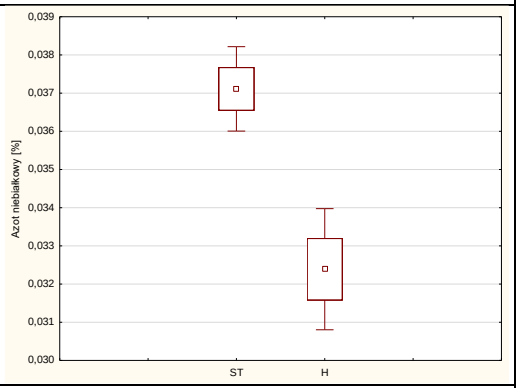
Różnice składu mleka standaryzowanego i homogenizowanego były widoczne przede wszystkim po dwóch miesiącach chłodniczego przechowywania, co wiąże się z różną dynamiką zmian podczas chłodniczego przechowywania w obu tych grupach. Mleko homogenizowane charakteryzowało się wysoce istotnie niższą zawartością azotu niebiałkowego, a także istotnie wyższą zawartością wielonienasyconych kw. tłuszczowych

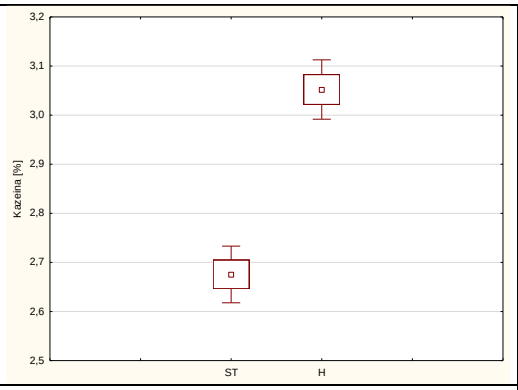
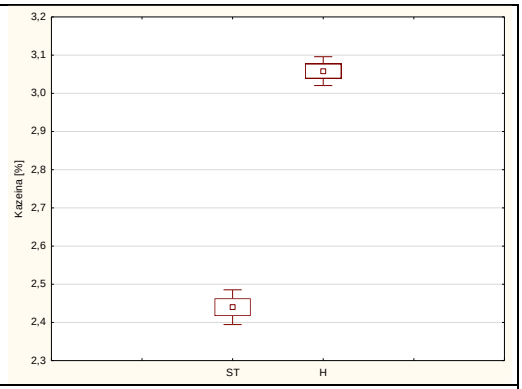
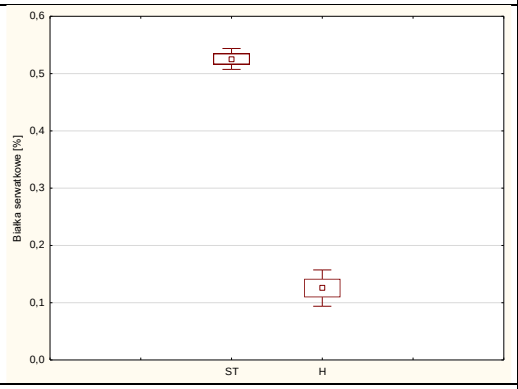
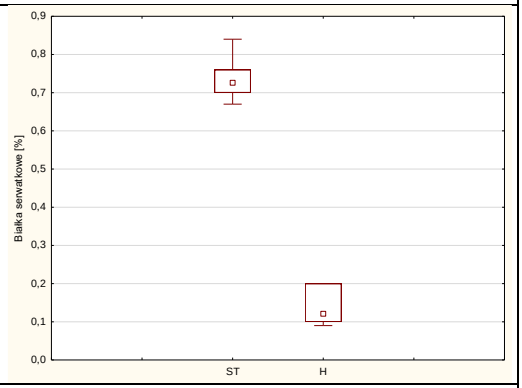
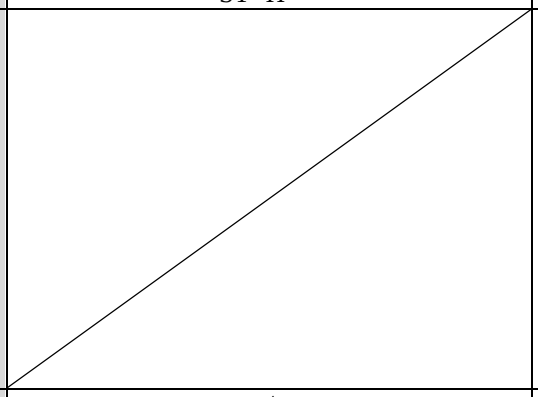
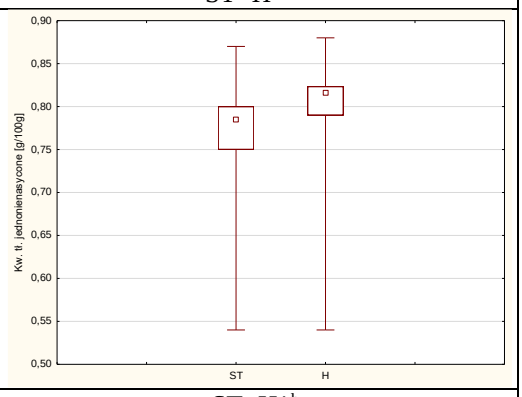
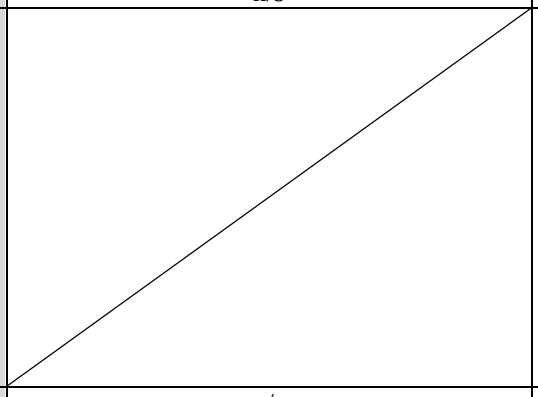
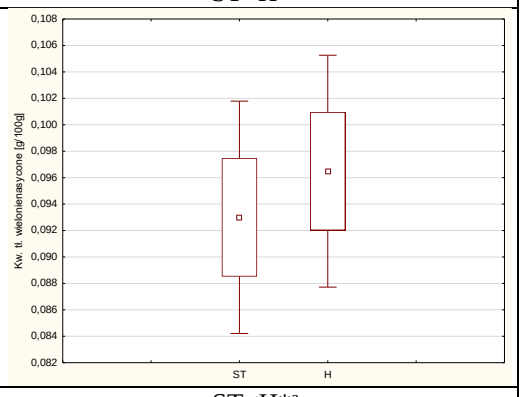
i niższą zawartością wolnych kw. tłuszczowych (WKT) niż mleko standaryzowane. Różnice te wskazują, że homogenizacja (wraz z UHT i/ lub hartowaniem) lepiej zabezpieczyła mleko przed niekorzystnymi zmianami składu, spowodowanymi najprawdopodobniej przez działalność enzymów – odpowiednio proteolitycznych i lipolitycznych.

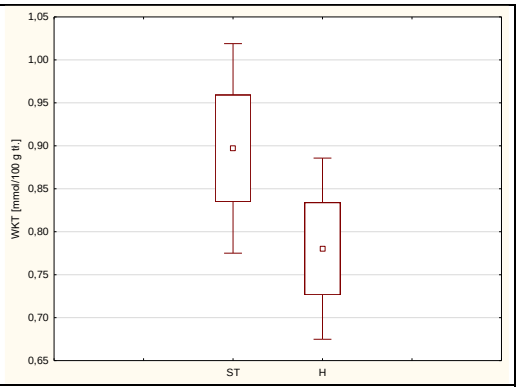
Wyższa zawartość kompleksów kazeiny z białkami serwatkowymi i niższa zawartość białek serwatkowych (zarówno na początku eksperymentu, jak i po dwóch miesiącach przechowywania) była związana z większą intensywnością obróbki termicznej mleka homogenizowanego niż mleka standaryzowanego. Ponadto, w tym wypadku wpływ obróbki termicznej okazał się na przestrzeni dwóch miesięcy silniejszy niż wpływ czasu chłodniczego przechowywania, co wskazuje na to, że proces hartowania lub UHT zdołały w lepszym stopniu inaktywować elementy złożonego systemu plazminy w mleku.

Wyższa zawartość białka w mleku standaryzowanym w stosunku do mleka homogenizowanego, może natomiast świadczyć o tym, że w procesie technologicznym część białka podczas obróbki termicznej uległa koagulacji i wypadła z układu, osadzając się na ściankach wymiennika ciepła.

Tab. 39. Wyniki porównania prób mleka standaryzowanego i homogenizowanego w trakcie przechowywania

		t	
		0	2
Białko	wykres		
	p	ST>H*[a]	n/s
Azot niebiałkowy	wykres		
	p	n/s	H<ST**[a]

Kazeina/ kompleksy kazeiny	wykres		
	p	ST<H**[a]	ST<H**[a]
Białka serwatkowe	wykres		
	p	ST>H**[a]	ST>H**[b]
Kw. tł. jednonienasycone	wykres		
	p	n/s	ST<H*[b]
Kw. tł. wielonienasycone	wykres		
	p	n/s	ST<H*[a]

WKT	wykres		
	p	n/s	ST>H*[a]

Legenda:

a
- Średnia
- Średnia±Błąd std
- Średnia±1,96*Błąd std

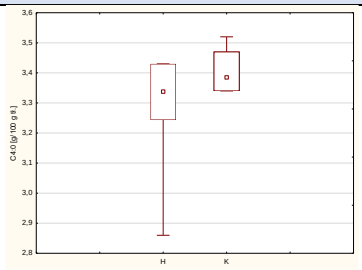
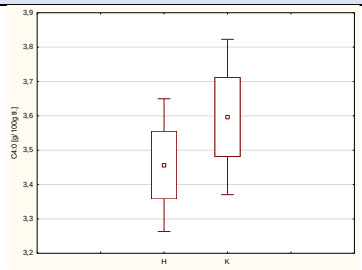
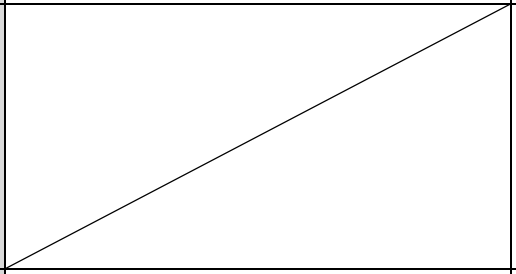
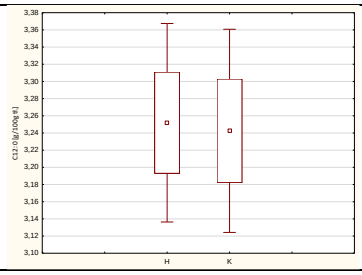
b
- Mediana
- 25-75%
- Min-Maks

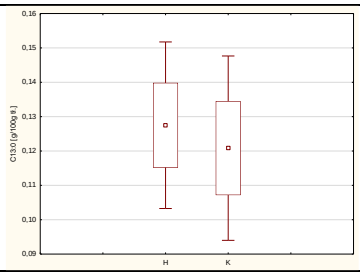
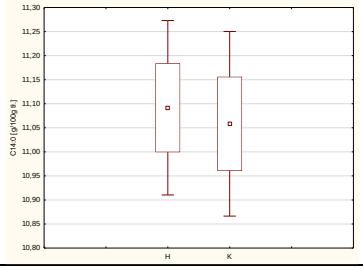
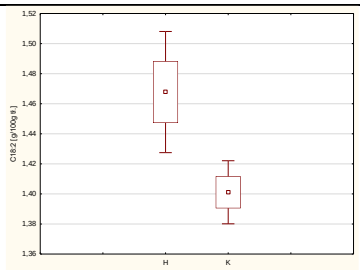
5.4.2. Wpływ homogenizacji na profil kwasów tłuszczowych

- Porównanie mleka homogenizowanego i komercyjnego

Porównano profil kwasów tłuszczowych mleka homogenizowanego i komercyjnego. Wyniki analizy statystycznej przedstawiono w Tab. 40 (wyniki szczegółowe Załącznik, Tab. 46). Rozpatrywane próbki wykazywały różnice w czwartym i szóstym miesiącu przechowywania. Niezakonserwowane mleko komercyjne (K) charakteryzowało się wyższą zawartością kw. tł. C4:0, a niższą zawartością kw. tł. C12:0, C13:0, C14:0 i C18:2. Podobne wyniki redukcji niesyconych kw. tłuszczowych podczas starzenia się mleka UHT zaobserwowali Laučienė i in. (2019), Ajmal i in. (2018) i Sommella i in. (2018).

Tab. 40. Wyniki porównania profilu kw. tł. prób mleka homogenizowanego i komercyjnego w trakcie przechowywania

Kw. tł.		Czas [miesiąc]	
		4	6
C4:0	Wykres		
	p	H<K*[b]	H<K*[a]
C12:0	Wykres		
	p	n/s	H>K*[a]

C13:0	Wykres		
	p	H>K*[a]	n/s
C14:0	Wykres		
	p	n/s	H>K*[a]
C18:2	Wykres		
	p	H>K*[a]	n/s

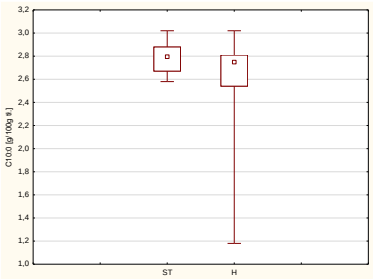
Legenda:

a
- Średnia
- Średnia±Błąd std
- Średnia±1,96*Błąd std

b
- Mediana
- 25-75%
- Min-Maks

- Wpływ homogenizacji na profil kwasów tłuszczowych

Wynik analizy statystycznej oceny wpływu homogenizacji na zmianę profilu kwasów tłuszczowych mleka standaryzowanego przedstawiono na Rys. 24. Wykryto, że proces homogenizacji i obróbki termicznej (hartowania lub sterylizacji) spowodował spadek zawartości kw. tł. C10:0.



Legenda:
- Mediana
- 25-75%
- Min-Maks

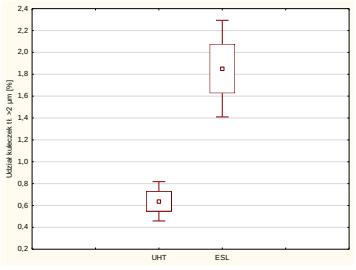
Rys. 24. Wpływ homogenizacji na zmianę profilu kw. tł.– kw. tł. C10:0 [g/100g tł.], t=0, ST>H*

Laučienė i in. (2019) nie znaleźli istotnych statystycznie różnic między mlekiem standaryzowanym i mlekiem UHT (w tym wypadku - mlekiem homogenizowanym). Ajman i in. (2018) podają natomiast, że obróbka UHT spowodowała spadek krótkołańcuchowych, średniołańcuchowych i długołańcuchowych kw. tł. Pestana i in. (2015) wskazali natomiast, że mleko UHT (m. homogenizwane), w stosunku do mleka pasteryzowanego (m. standaryzowanego), charakteryzowało się mniejszą zawartością kw. tł.: C4:0, C6:0, C8:0 i C20:0.

Van Hakken i in. (2017) badający wpływ homogenizacji na profil kwasów tłuszczowych wskazali natomiast, że obróbka technologiczna (homogenizacja + UHT lub homogenizacja + HTST) zwiększyła zawartość kw. tł. C8:0, C10:0 (tak, jak w przypadku niniejszej pracy), C12:0 i C14:0. Autorzy tłumaczą, że zwiększenie zawartości nasyconych kw. tł. w próbie mleka homogenizowanego było związane z lipolizą, która nastąpiła pomiędzy procesem homogenizacji, a właściwej obróbki termicznej. Rozbijanie kuleczek tłuszczowych, które następuje w procesie homogenizacji, ułatwia bowiem zajście procesów lipolitycznych.

5.4.3. Procentowy udział kuleczek tłuszczowych >2µm w mleku ESL (H/A) i UHT (H/B, H/C1, H/C2)

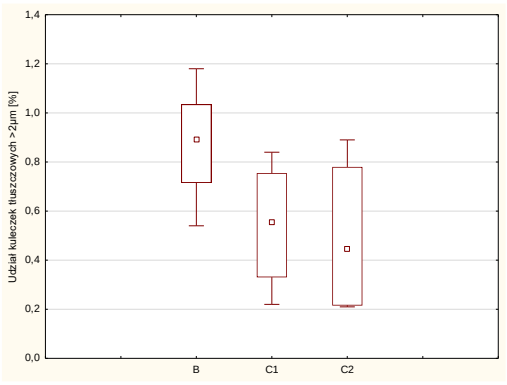
Procentowy udział kuleczek tłuszczowych większych od 2µm w mleku homogenizowanym UHT (źródło B, źródło C1, źródło C2) był wysoce istotnie niższy niż w przypadku mleka homogenizowanego ESL (źródło A) (Rys. 25, wyniki szczegółowe Załącznik, Tab. 57). Wynik ten był zbieżny z wynikami uzyskanymi w ramach eksperymentu śmietankowania. Mleko z źrodła A charakteryzowało się większym udziałem dużych kuleczek ze względu na to, że zostało poddane najniższym ciśnieniom homogenizacji nieaseptycznej 160/60 bar. Mleko z pozostałych źródeł było poddane homogenizacji nieaspetycznej z użyciem wyższych ciśnień (200 bar, 200/40 bar) lub niższemu ciśnieniu (150/50 bar), ale w warunkach aseptycznych (po procesie właściwej obróbki termicznej.



Legenda
Średnia
Średnia±Błąd std
Średnia±1,96*Błąd std

Rys. 25. Porównanie procentowego udziału kuleczek tłuszczowych >2µm w mleku ESL i UHT: wyniki analizy statystycznej – Test T dla prób niezależnych UHT<ESL** (p=0,000)

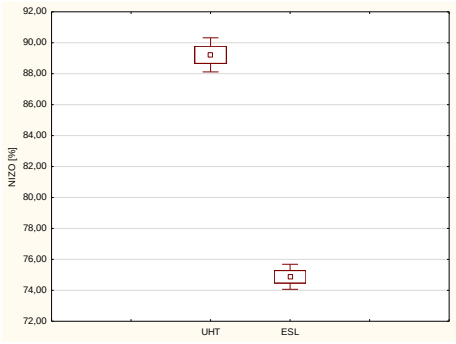
Mleko homogenizowane UHT, poddano porównaniu pod kątem różnic w procentowej zawartości kuleczek tłuszczowych większych od 2µm w zależności od warunków procesu homogenizacji. Analiza statystyczna nie wykazała istotnych statystycznie różnic pomiędzy mlekiem pochodzącym z poszczególnych źródeł (Rys. 26, wyniki szczegółowe Załącznik, Tab. 57).



Rys. 26. Porównanie procentowego udziału kuleczek tłuszczowych >2µm w mleku UHT homogenizowanym przy różnych parametrach procesu (pochodzącym z różnych źródeł): wyniki analizy statystycznej – ANOVA Friedmana n/s (p=0,071)

5.4.4. Porównanie skuteczności homogenizacji mleka UHT (H/B, H/C1, H/C2) i ESL (H/A)

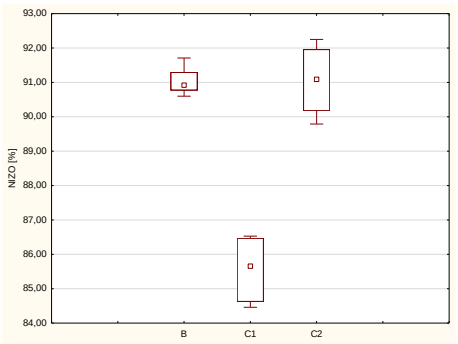
Mleko UHT charakteryzowało się wysoce istotnie wyższą skutecznością homogenizacji niż mleko ESL (Rys. 27, wyniki szczegółowe Załącznik, Tab. 59). Jest to wynik zbieżny z poprzednimi, tzn. Mleko ESL (źródło A), miało większy udział kuleczek tłuszczowych >2µm, szybciej ulegało zwiększeniu rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych i szybciej ulegało śmietankowaniu.



Legenda
Średnia
Średnia±Błąd std
Średnia±1,96*Błąd std

Rys. 27. Porównanie skuteczności homogenizacji mleka UHT i ESL: wynik analizy statystycznej – Test T dla prób niezależnych UHT>ESL** (p=0,000)

Wyniki porównania skuteczności homogenizacji zbadanej metodą NIZO pomiędzy poszczególnymi źródłami, z których pochodziło mleko UHT przedstawiono na Rys. 28 (wyniki szczegółowe Załącznik, Tab. 59. Otrzymane wyniki wskazują, że skuteczność homogenizacji była najwyższa w mleku pochodzącym z źródła B (200/40 bar, homogenizacja nieaseptyczna) i źródła C2 (150/50 bar, homogenizacja aseptyczna). Mleko z źródła C1 charakteryzowało się natomiast istotnie niższą skutecznością procesu (200 bar). Uzyskany wynik jest bardzo zbliżony do zależności wyznaczonej za pomocą badania rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych metodą dyfrakcji laserowej (źrodło B>źródło C2>źródło C1).



Legenda
Mediana
25-75%
Min-Maks

Rys. 28. Porównanie skuteczności homogenizacji mleka UHT między grupami prób poddanymi różnym parametrom procesu, ANOVA Friedmana: **(p=0,002), Post hoc for Friedman: B,C2>C*

Przyjmuje się, że mleko pasteryzowane, które ma termin przydatności do spożycia 1 miesiąc powinno charakteryzować indeksem NIZO na poziomie 50-80%, natomiast mleko UHT, które można przechowywać sześć miesięcy, 90% (Tetra Pak 1995).

5.4.5. Porównanie między metodami: mikroskopową, dyfrakcji laserowej i NIZO, przeprowadzone dla prób mleka homogenizowanego

Porównanie metod analitycznych było możliwe dzięki sprowadzeniu wszystkich wyników do jednego mianownika, tzn. wyrażeniu ich w postaci procentowego udziału kuleczek tłuszczowych <2µm (tzn. kuleczek tłuszczowych uważanych za stabilne). W tym celu wyniki mikroskopowe wymagały przeliczenia zgodnie z równaniem (5)

(5)

100%-procentowy udział kuleczek tłuszczowych >2µm = udział kuleczek tłuszczowych <2µm

Wyniki NIZO były podstawiane do korelacji bez dodatkowych przeliczeń (wyrażały procentową zawartość stabilnych kuleczek tłuszczowych). Natomiast wyniki pomiaru rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych metodą dyfrakcji laserowej należało przedstawić w postaci krzywej rozkładu wielkości cząstek, a następnie policzyć całkę graficzną pola pod krzywą i podstawić do równania (6)

(6)

$$\frac{Pole\ powierzchni\ pod\ krzywą\ od\ początku\ wykresu\ do\ wartości\ 2\mu m\ na\ krzywej\ odciętych}{Całkowite\ pole\ powierzchni} \cdot 100\% = Udział\ kuleczek\ tłuszczowych < 2\mu m$$

W przypadku mleka homogenizowanego porównanie wykazało umiarkowaną korelację między met. mikroskopową, a pozostałymi dwiema metodami (tj. NIZO i dyfrakcji laserowej) (Tab. 41) i bardzo silną korelację między met. NIZO i met. dyfrakcji laserowej.

Tab. 41. Porównanie między metodami mikroskopową, NIZO i dyfrakcji laserowej, przeprowadzona dla prób mleka homogenizowane: Korelacja Pearsona

	Mikroskop	NIZO	Dyfrakcja laserowa
Mikroskop		0,572	0,570
NIZO	0,572		0,954
Dyfrakcja laserowa	0,570	0,954	

Legenda

		≤0,2	brak korelacji lub korelacja b. słaba
0,2	-	0,4	słaba korelacja
0,4	-	0,7	korelacja umiarkowana
0,7	-	0,9	silna korelacja
0,9	-	1	b. silna korelacja

Korelacja wyznaczona dla mleka surowego była istotna statystycznie tylko pomiędzy metodą NIZO i metodą dyfrakcji laserowej i wynosiła: 0,451 (k. umiarkowana).

Natomiast korelacje wyznaczona dla mleka standaryzowanego były nieistotne statystycznie.

Tetra Pak (b.d.) wyznaczył równanie na mocy którego możliwe jest skorelowanie wyników dyfrakcji laserowej z metodą NIZO bez konieczności liczenia całki graficznej:

(7)

$$NIZO_{D53} = 100 \cdot exp\left(\frac{-|D53 - A|^B}{C}\right)$$

gdzie:

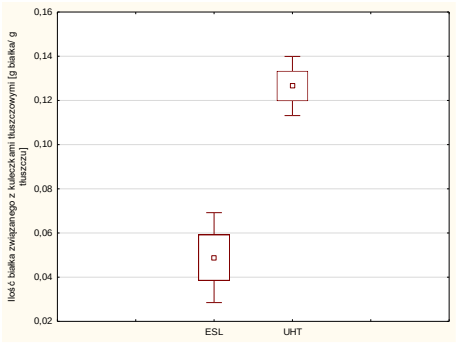
A = 0,08019, B = 2,06686, C = 1,63085

podkreślając jednak, że równanie może zostać wykorzystane jedynie dla mleka homogenizowanego. Należy przypuszczać, że założenie to wynika z braku (lub niskiego poziomu korelacji) w przypadku innych matryc – analogicznie, jak w przypadku niniejszej pracy.

5.4.6. Porównanie ilości białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi mleka ESL i UHT

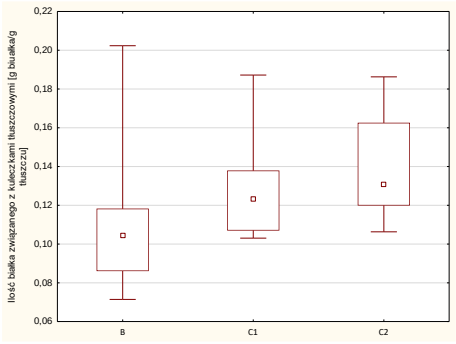
Ilość białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi mleka homogenizowanego ESL była niższa niż mleka UHT (Rys. 29, wyniki szczegółowe Załącznik, Tab. 60).

Lee i in. (1997) podają, że ilość białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi wzrasta czterokrotnie w przypadku gdy mleko jest homogenizowane lub homogenizowane i podgrzewane (niezależnie od sekwencji tych procesów) w porównaniu do mleka surowego lub mleka poddanego jedynie obróbce termicznej. W związku z powyższym należy przypuszczać, że ładunek białka jest przede wszystkim zależny od procesu homogenizacji. Jakkolwiek, pasteryzacja (80 – 85°C, 10 min) również przyczynia się do wzrostu ilości białka związanego z membraną (Dalgleish, Banks 1991; Houlihan i in. 1992). Ponadto doniesienia naukowe wskazują, że ładunek białka wzrasta wraz ze wzrostem ciśnienia homogenizacji i spada wraz ze wzrostem temperatury obróbki cieplnej. Średnia średnica kuleczek tłuszczowych mleka homogenizowanego zmniejsza się wraz ze wzrostem ciśnienia homogenizacji i temperatury obróbki termicznej. Odwrotna zależność istnieje między ładunkiem białka, a rozmiarem kuleczek tłuszczu mlecznego (Cano-Ruiz i Richter 1997). W związku z powyższym należy przypuszczać, że uzyskana zależność wynika z niższego ciśnienia homogenizacji i jest efektem uzyskania większych kuleczek tłuszczowych w mleku homogenizowanym ESL niż w mleku homogenizowanym UHT (wynik potwierdzony na mocy analizy mikroskopowej i dyfrakcji laserowej).



Rys. 29. Porównanie ilości białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi mleka ESL i UHT: Test T dla prób niezależnych ESL<UHT ** (p=0,000)

Nie stwierdzono istotnej statystycznie różnicy pomiędzy ilością białka związaną z kuleczkami tłuszczowymi mleka homogenizowanego UHT, pochodzącego z różnych źródeł (Rys. 30, wyniki szczegółowe Załącznik, Tab. 60).



Rys. 30. Porównanie ilości białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi mleka UHT homogenizowanego z użyciem różnych parametrów procesu: ANOVA Kruskala Wallisa n/s (p=0,085)

Średni ładunek białka na powierzchni kuleczek tłuszczowych mleka z źródła B wynosił 3,61 mg/m^2, mleka z źródła C1: 4,87 mg/m^2, a mleka z źródła C2: 5,22 mg/m^2. Są to wyniki zbliżone do wartości literaturowych. Sharma i in. (1996) zbadali, że ładunek białka mleka homogenizowanego wynosił od 6,56 mg/m^2 do 8,14 mg/m$^{2.}$ Cano-Ruiz i Richter (1996) wykazali natomiast, że mleko homogenizowane charakteryzowało się ładunkiem białka na poziomie od 6,12 mg/m^2 do 11,88 mg/m^2. Lee i in. (2002) zbadali, że mleko homogenizowane i pasteryzowane miało ładunek białka 2,44 mg/m^2, a mleko pasteryzowane i homogenizowane 2,39 mg/m^2, wskazując, że ilość białka związana z kuleczkami tłuszczowymi zależy od kolejności procesów obróbki termicznej i homogenizacji (p,T>T,p). Podobną zależność stwierdzili Sharma i Dalgleish (1994), tzn. mleko homogenizowane i pasteryzowane miało wyższy ładunek białka (0,64 mg/m^2) niż mleko pasteryzowane i homogenizowane (0,48 mg/m^2). Cano-Ruiz i Richter (1996) zbadali, że ładunek białka, τ, wrastał wraz ze wzrostem ciśnienia homogenizacji i spadał wraz ze wzrostem temperatury obróbki cieplnej. Średnia średnica mleka homogenizowanego zmniejszała się wraz ze wzrostem ciśnienia homogenizacji i temperatury obróbki termicznej. Odwrotna zależność istniała ponadto między ładunkiem białka a rozmiarem kuleczek tłuszczu mlecznego.

5.4.7. Badanie przechowalnicze mleka UHT: kohezja tłuszczu/ osad

Badania przechowalnicze w celu oceny ilości powstałego osadu i zakresu kohezji tłuszczu można było przeprowadzić jedynie w przypadku mleka w kartonach (źródło A, źródło B, źródło C1). Mleko z źródła C2 było natomiast pakowane w worki polietylenowe (Rys. 31). Badanie przechowalnicze mleka ESL prowadzono tylko w sezonie zimowym, ponieważ karton miał zamknięcie wypukłe (a nie płaskie), w związku z czym tłuszcz nie miał jak osadzić się na wieczku kartonu. Przez cały okres przechowywania nie zaobserwowano natomiast osadu na dnie opakowania (Tab. 42).

Tab. 42. Badania przechowalnicze:3,2/H/A

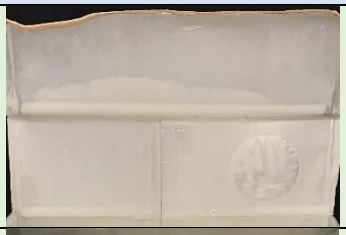
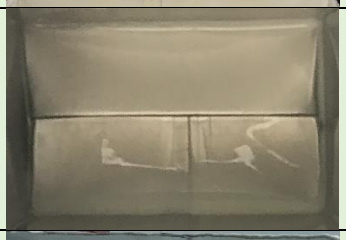
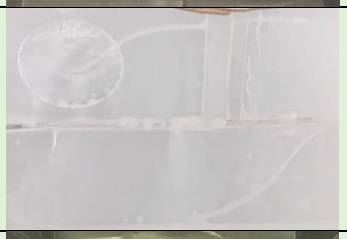
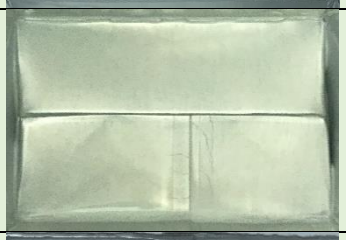
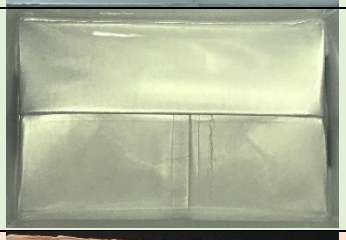
	3,2/H/A		
Czas [mies.]	0	1	2
Tłuszcz			
Osad			



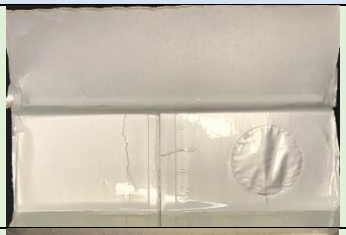
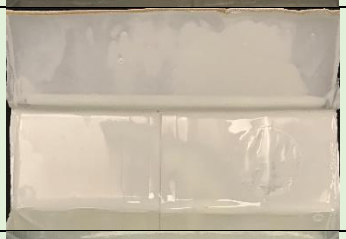
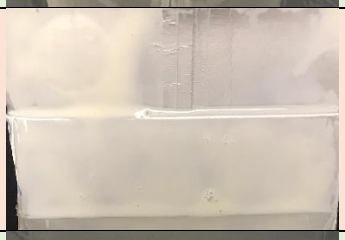
Rys. 31. Opakowanie komercyjne mleka 3,2/H/C2

Wyniki badań przechowalniczych mleka UHT różniły się między sezonem jesienno-zimowym i wiosenno-letnim. Wieczko opakowania mleka zimowego 3,2/H/C1 po czterech miesiącach przechowywania pokryte było warstwą tłuszczu. To samo mleko w sezonie letnim, zaczęło wykazywać kohezję tłuszczu do wieczka dopiero po sześciu miesiącach przechowywania. Ponadto w mleku letnim po sześciu miesiącach przechowywania na dnie opakowania zaobserwowano osad (którego nie było w mleku zimowym) (Tab. 44). Mleko homogenizowane 3,2/H/B wykazywało pierwsze oznaki kohezji tłuszczu do wieczka dopiero po sześciu miesiącach przechowywania. Na żadnym poziomie czasowym nie zaobserwowano natomiast osadu na dnie opakowania.

Tab. 43.Badania przechowalnicze: 3,2/H/B

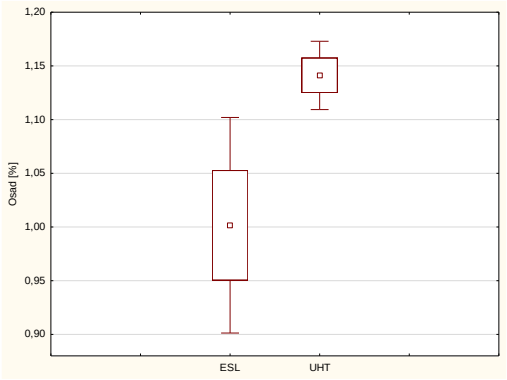
Czas [mies.]	3,2/H/B	L/3,2/H/B
0		
		
2		
		
4		
		
6		
		

Tab. 44. Badania przechowalnicze: 3,2/H/C1

Czas [mies.]	3,2/H/C1	L/3,2/H/C1
0		
		
2		
		
4		
		
6		
		

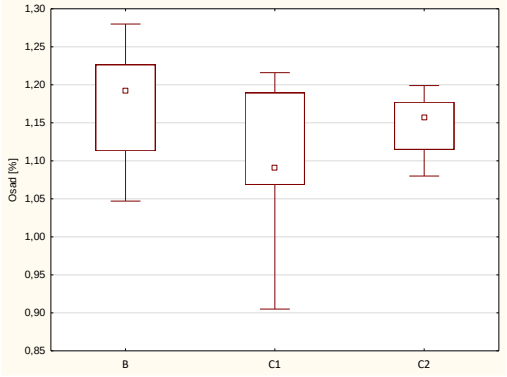
5.4.8. Różnica ilości osadu wytrąconego pod wpływem przyspieszonego testu stabilności w mleku komercyjnym ESL i UHT

Porównanie ilości osadu wytrąconego pod wpływem przyspieszonego testu stabilności umieszczono na Rys. 32 (wyniki szczegółowe Załącznik, Tab. 61). Mleko ESL charakteryzowało się mniejszą zawartością osadu niż mleko UHT. Dane literaturowe wskazują, że im bardziej intensywna obróbka termiczna, tym więcej spodziewać się można osadu na dnie opakowania (Hawran i in. 1985; Ramsey i Swartzel 1984). Datta i in. (2002), jak również Perkin i in. (1973) zbadali natomiast, że osad na dnie opakowania stanowi ten sam materiał, co osad na wymiennikach, który powstaje podczas obróbki termicznej. Ponadto, Ramsey i Swartzel (1984) znaleźli pozytywną korelację pomiędzy ciśnieniem homogenizacji, a ilością osadu. Wszystkie te doniesienia potwierdzają słuszność uzyskanego wyniku.



Rys. 32. Porównanie ilości osadu wytrąconego pod wpływem przyspieszonego testu stabilności mleka ESL i UHT: Test T dla prób niezależnych ESL<UHT ** (p=0,009)

Porównanie osadu wytrąconego pod wpływem przyspieszonego testu stabilności z mleka homogenizowanego UHT pochodzącego z różnych źródeł przedstawiono na Rys. 33 (wyniki szczegółowe Załącznik, Tab. 61). Wyniki nie różniły się między sobą w sposób istotny statystycznie.



Rys. 33. Porównanie ilości osadu wytrąconego pod wpływem przyspieszonego testu stabilności mleka UHT homogenizowanego z użyciem różnych parametrów procesu: ANOVA Kruskala Wallisa n/s (p=0,262)

6. Wnioski

1. Stabilność mleka surowego oraz jego przydatność technologiczna do produkcji mleka płynnego zależy od sezonu roku. Wyższa stabilność mleka surowego była w sezonie letnim. Jest to potwierdzenie hipotezy H1.
2. Procesy standaryzacji i pasteryzacji, niezależnie od sezonu pozyskiwania mleka, powodują:
   - nieznaczne ale istotne statystycznie, zmniejszenie wielkości kuleczek tłuszczowych,
   - zmiany w składzie powierzchni międzyfazowej kuleczek tłuszczowych, co prowadzi do zmiany sposobu ich agregacji,
   - zmniejszenie szybkości śmietankowania w porównaniu do mleka surowego oraz eliminację zjawiska kompresji powstałej warstwy tłuszczu,
   - przyspieszenie w nim przemian proteolitycznych, w czasie przechowywania.

   Jest to potwierdzenie hipotezy H2.
3. Procesy homogenizacji i hartowania lub sterylizacji mleka ESL i UHT powodują, w odniesieniu do mleka surowego i ST:
   - zmniejszenie wielkości kuleczek tłuszczowych i zwiększenie ich jednorodności,
   - zmniejszenie szybkości śmietankowania oraz eliminację zjawiska kompresji powstałej warstwy tłuszczu,
   - zwiększenie stabilności fazy rozproszonej (odporności na agregacje i koalescencję),
   - niewielki, ale istotny statystycznie spadek zawartości białka ogółem,
   - zwiększenie stopnia denaturacji białek serwatkowych,
   - zahamowanie przemian proteolitycznych i lipolitycznych ESL i UHT, w czasie przechowywania.
4. Dyfrakcja laserowa:
   - jest skuteczniejszą metodą oceny rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych w emulsjach typu o/w umożliwiającą precyzyjne ich opisanie i śledzenie zmian ich stabilności niż obserwacja mikroskopowa,
   - pozwoliła na rozróżnienie występujących mechanizmów destabilizacji: agregacji i koalescencji.
5. Skuteczność homogenizacji badana metodą NIZO wykazuje wyższą korelację z wynikami badania rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych metodą dyfrakcji laserowej niż z wynikami uzyskanymi metodą optyczną.
6. Wykazano, że mleko homogenizowane było bardziej odporne na śmietankowanie w sezonie zimowym niż w sezonie letnim. Ponadto, kuleczki tłuszczowe w letnim mleku

homogenizowanym były bardziej jednorodne, ale większe niż w sezonie zimowym. W związku z powyższym potwierdzono Hipotezę 3, że skuteczność homogenizacji była różna w zależności od sezonu. Potencjalną przyczyną różnicy efektywności homogenizacji mógł być różny skład i stopień dyspersji mleka surowego. Letnie mleko surowe charakteryzowało się wyższą zawartością kw. tł. C4:0, C16:1 i C20:0, a niższą zawartością kw. tł. C18:2, a także mniejszymi kuleczkami tłuszczowymi.

7. W odniesieniu do homogenizacji stwierdzono, że:

- Im wyższe ciśnienie na pierwszym stopniu homogenizacji dwustopniowej tym wyższa efektywność procesu,
- przy takim samym ciśnieniu na pierwszym stopniu homogenizacji wyższą efektywność procesu otrzymano dla homogenizacji dwustopniowej,
- przy zbliżonych ciśnieniach homogenizacji dwustopniowej, wyższą efektywność procesu otrzymano dla homogenizacji aseptycznej.

Jest to potwierdzenie Hipotezy 4.

7. Wykaz piśmiennictwa

- Aisina R. B., Mukhametova L. I., 2014, Structure and function of plasminogen/plasmin system. Russian Journal of Bioorganic Chemistry, 40(6), 590–605.
- Ajmal M., Nadeem,M., Imran M., Abid M., Batool M., Khan,I. T., Gulzar N., Tayyab, M., 2018, Impact of immediate and delayed chilling of raw milk on chemical changes in lipid fraction of pasteurized milk. Lipids in health and disease, 17(1), 1-10.
- Anema S. G., 2019, Age gelation, sedimentation, and creaming in UHT milk: A review. Comprehensive reviews in food science and food safety, 18(1), 140-166.
- Anema S. G., Klostermeyer H., 1997, Heat-induced, pH-dependent dissociation of casein micelles on heating reconstituted skim milk at temperatures below 100°C. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 45(4), 1108-1115.
- Ariizumi M., Kubo M., Handa A., Hayakawa T., Matsumiya K., Matsumura Y., 2017, Influence of processing factors on the stability of model mayonnaise with whole egg during long-term storage. Bioscience, biotechnology, and biochemistry, 81(4), 803-811.
- Auldist M. J., Walsh B. J., Thomson N. A., 1998, Seasonal and lactational influences on bovine milk composition in New Zealand. Journal of dairy research, 65(3), 401-411.
- Barlowska J., Litwinczuk Z., Domaradzki P., Pastuszka R., Wójcik-Saganek A., 2016, Wpływ sezonu na skład chemiczny i profil kwasów tłuszczowych mleka krowiego i koziego produkowanego w gospodarstwach ekologicznych. Żywność Nauka Technologia Jakość, 23(1), 45-56.
- Berton A., Rouvellac S., Robert B., Rousseau F., Lopez C., Crenon I., 2012, Effect of the size and interface composition of milk fat globules on their in vitro digestion by the human pancreatic lipase: Native versus homogenized milk fat globules. Food Hydrocolloids, 29(1), 123-134.
- Bhatt H., 2014, Prevention of plasmin-induced hydrolysis of caseins: a thesis presented in partial fulfilment of the requirements of the degree of Doctor of Philosophy in Food Technology at Massey University, Parmerston North, New Zealand (Doctorial dissertation, Massey University).
- Blanshard J. M. V., Mitchell J. R., 2016, Food structure: its creation and evaluation. Elsevier.

- Bornaz S., Novak G., Parmentier M., 1992, Seasonal and regional variation triglyceride composition of French butterfat. J. Am. Oil Chem. Soc. 69, 1131–1135.
- Braun K., Hanewald A., Vilgis T. A., 2019, Milk emulsions: Structure and stability. Foods, 8(10), 483.
- Briard V., Leconte N., Michel F., Michalski M.-C., 2003, The fatty acid composition of small and large naturally occurring milk fat globules. Eur. J. Lipid Sci. Technol. 105, 677–682
- Bugeat S., Briard-Bion V., Perez J., Pradel P., Martin B., Lesieur S., Bourgaux C., Ollivon M., Lopez, C., 2011, Enrichment in unsaturated fatty acids and emulsion droplet size affect the crystallization behaviour of milk triacylglycerols upon storage at 4 C. Food Research International, 44(5), 1314-1330.
- Cano-Ruiz M. E., Richter R. L., 1997, Effect of homogenization pressure on the milk fat globule membrane proteins. Journal of Dairy Science, 80(11), 2732-2739.
- Caplan Z., Melilli C., Barbano D. M., 2013, Gravity separation of fat, somatic cells, and bacteria in raw and pasteurized milks. Journal of dairy science, 96(4), 2011-2019.
- Chakraborty A., Basak S., 2008, Effect of Surfactants on Casein Structure: A Spectroscopic Study. Colloids Surf. B Biointerfaces, 63, 83 – 90.
- Chanamai R, McClements D.J., 2000c, Impact of weighting agents and sucrose on gravitational separation of beverage emulsions. Journal of Agri- cultural and Food Chemistry, 48:5561–5565.
- Chanamai R., McClements D.J., 2000b, Creaming stability of flocculated monodisperse oil-in-water emulsions. Journal of Colloid and Interface Sci- ence, 225:214–218.
- Chanamai R., McClements D.J., 2000d, Dependence of creaming and rheology of monodisperse oil-in-water emulsions on droplet size and concen- tration. Colloids and Surfaces a-Physicochemical and Engineering Aspects, 172:79–86.
- Corredig M., Dalgleish D. G., 1998, Effect of heating of cream on the properties of milk fat globule membrane isolates. Journal of Agricultural and Food chemistry, 46(7), 2533-2540.
- Dalgleish D. G., 1984, Measurement of electrophoretic mobilities and zeta-potentials of particles from milk using laser Doppler electrophoresis. Journal of Dairy Research, 51(3), 425-438.

- Dalgleish D. G., Banks J. M., 1991, The formation of complexes between serum proteins and fat globules during heating of whole milk. Milchwissenschaft, 46(2), 75-78.
- Damodaran S., 1996, Amino acids, peptides and proteins. Food Chemistry (3rd ed.), Marcel Dekker Inc., New York, 321 – 429.
- Datta N., Elliott A. J., Perkins M. L., Deeth H. C., 2002, Ultra-high-temperature (UHT) treatment of milk: comparison of direct and indirect modes of heating. Australian Journal of Dairy Technology, 57, 211–227.
- DePeters E. J., Ferguson J. D., 1992, Nonprotein nitrogen and protein distribution in the milk of cows. Journal of dairy science, 75(11), 3192-3209.
- Dhungana P., Truong T., Bansal N., Bhandari B., 2019, Apparent thermal and UHT stability of native, homogenized and recombined creams with different average fat globule sizes. Food Research International, 123, 153-165.
- Di Marzo L., Cree P., Barbano D. M., 2016, Prediction of fat globule particle size in homogenized milk using Fourier transform mid-infrared spectra. Journal of Dairy Science, 99(11), 8549-8560.
- D'Incecco, P., Ong, L., Pellegrino, L., Faoro, F., Barbiroli, A., & Gras, S. (2017). Effect of temperature on the microstructure of fat globules and the immunoglobulin-mediated interactions between fat and bacteria in natural raw milk creaming. Journal of dairy science, 101(4), 2984-2997.
- Fauquant C., Briard V., Leconte N., Michalski M. C., 2005, Differently sized native milk fat globules separated by microfiltration: fatty acid composition of the milk fat globule membrane and triglyceride core. European Journal of Lipid Science and Technology, 107(2), 80-86.
- Fink A., Kessler H. G., 1983, Determination of free fat in cream for the assessment of damage caused to fat globules by processing. Milchwissenschaft 33, 1014 – 1016.
- Fleming A., Schenkel F.S., Chen J., Malchiod, F., Ali R.A., Mallard B., Sargolzaei M., Corredig M., Miglior F. (2017). Variation in fat globule size in bovine milk and its prediction using mid-infrared spectroscopy. J. Dairy Sci. 100, 1640–1649.
- Fox P. F., McSweeney P. L., Paul L. H., 1998, Dairy chemistry and biochemistry (No. 637 F6.). London: Blackie Academic & Professional.
- Fox, P. F., McSweeney, P. L., 2007, Physical Chemistry of Milk Fat Globules, Advanced dairy chemistry volume 2: lipids (Vol. 2). Springer Science & Business Media, 133 – 169.

- Fredrick E., Walstra P., Dewettinck K., 2010, Factors governing partial coalescence in oil-in-water emulsions. Advances in Colloid and Interface Science, 153(1-2), 30-42.
- Gallier S., Singh H., 2020, Modification of Milk Fat Globules During Processing and Gastrointestinal Digestion. Dairy Fat Products and Functionality, 133-152.
- García-Risco M. R., Ramos M., López-Fandiño R., 2002, Modifications in milk proteins induced by heat treatment and homogenization and their influence on susceptibility to proteolysis. International Dairy Journal, 12(8), 679-688.
- Gaucher I., Boubellouta T., Beaucher E., Piot M., Gaucheron F., Dufour E., 2008, Investigation of the effects of season, milking region, sterilisation process and storage conditions on milk and UHT milk physico-chemical characteristics: a multidimensional statistical approach. Dairy Science & Technology 88, 291–312.
- Gaur V., Schalk J., Anema S. G., 2018, Sedimentation in UHT milk. International Dairy Journal, 78, 92-102.
- Ghosh B. C., Steffl A., Hinrichs J., Kessler H. G., 1994, Rennetability of whole milk homogenized before or after pasteurization. Milchwissenschaft, 49(7), 363-367.
- Goudédranche H., Fauquant J., Maubois J. L., 2000, Fractionation of globular milk fat by membrane microfiltration. Le lait, 80(1), 93-98.
- Gresti, J., Bugaut, M., Maniongui, C., & Bezard, J. ,1993, Composition of molecular species of triacylglycerols in bovine milk fat. Journal of Dairy Science, 76(7), 1850-1869.
- Grimley H., Grandison A., Lewis M., 2009, Changes in milk composition and processing properties during the spring flush period. Dairy science & technology, 89(3), 405-416.
- Guelph, b.d., The Dairy Science and Technology eBook, https://www.uoguelph.ca/foodscience/book-page/milkfat-structure-fat-globules 01.08.2021
- Halter N., Puhan Z, Schmutz M., 1978, A simple and fast method for determining fat damage in milk and cream. Nordeuropaeisk mejeri-tidsskrift 78(7), 190 – 194.
- Hanuš O., Samková E., Křížová L., Hasoňová L., Kala R., 2018, Role of fatty acids in milk fat and the influence of selected factors on their variability—a review. Molecules, 23(7), 1636.

- Hawran L. J., Jones V. A., Swartzel K. R., 1985, Sediment formation in aseptically processed and packaged milk. Journal of Food Processing and Preservation, 9, 189 – 207.
- Heck J. M. L., Van Valenberg H. J. F., Dijkstra J., Van Hooijdonk A. C. M., 2009, Seasonal variation in the Dutch bovine raw milk composition. Journal of dairy science, 92(10), 4745-4755.
- Hinrichs J., Heinemann U., Kessler H. G., 1992, Differences in the composition of triglycerides in summer and winter milk fat. Milchwissenschaft 47(8):494–498.
- Houlihan A. V., Goddard P. A., Kitchen B. J., Masters C. J., 1992, Changes in structure of the bovine milk fat globule membrane on heating whole milk. Journal of Dairy Research, 59, 321-329.
- Huppertz T., Fox P. F., Kelly A. L., 2003, High pressure-induced changes in the creaming properties of bovine milk. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 4(4), 349-359.
- IDF Bulletin no 265/1991. Determination of free fatty acids in milk and milk products.
- Ismail B., Nielsen S. S., 2010, Invited review: plasmin protease in milk: current knowledge and relevance to dairy industry. Journal of dairy science, 93(11), 4999-5009.
- ISO 15885:2002, IDF 184:2002 Milk fat – Determination of the fatty acid composition by gas-liquid chromatography.
- ISO 3976:2006, IDF 74:2006. Milk fat – Determination of peroxide value.
- Jarosinska A., Barlowska J., Wolanciuk A., Pastuszka R., Barlowska K., 2014, Skład chemiczny i jakość mikrobiologiczna mleka towarowego dostarczanego do 5 mleczarni z regionu lubelskiego, z uwzględnieniem sezonu skupu. Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego, 10(2).
- Jensen R. G., Ferris A. M., Lammi-Keefe C. J., 1991, The composition of milk fat. Journal of Dairy Science, 74(9), 3228-3243.
- Karlsson M., 2019, Stability of ultra-high temperature treated milk. The effect of raw milk quality, storage temperature and storage time. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Kesler H. G., Fink A., 1992, Physico-chemical effect of pasteurization on cream properties. IDF Bulletin No. 271, Brussels: International Dairy Federation, 11-17.

- Kiljański T., 2015/2016, Materiały z przedmiotu Food Physics and Rheology, prowadzonego przez Kiljański T. w roku akademickim 2015/2016 na Uniwersytecie Warmińsko – Mazurskim w Olsztynie, Wydział Nauki o Żywności, kierunek Food Technology and Human Nutrition, Food Engineering.
- Kim H. H., Jiménez-Flores R., 1995, Heat-induced interactions between the proteins of milk fat globule membrane and skim milk. Journal of Dairy Science, 78(1), 24-35.
- Król J., Litwinczuk Z., Matwiejczuk A., 2015, Profil kwasów tłuszczowych i zawartość cholesterolu w mleku krów użytkowanych w systemie niskonakładowym z uwzględnieniem sezonu produkcji. Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego, 11(2).
- Larsen M. K., Andersen, K. K., Kaufmann, N., & Wiking, L. (2014). Seasonal variation in the composition and melting behavior of milk fat. Journal of Dairy Science, 97(8), 4703-4712.
- Laučienė L., Andrulevičiūtė V., Sinkevičienė I., Kašauskas A., Urbšienė L., Šernienė L.,2019, Impact of technology and storage on fatty acids profile in dairy products. Mljekarstvo/Dairy, 69(4).
- Lee S. J., 1997, Chemical changes in milk fat globule membrane due to heat treatment and homogenization of whole milk. Thesis, Cornell University, USA.
- Lee S. J., Sherbon J. W., 2002, Chemical changes in bovine milk fat globule membrane caused by heat treatment and homogenization of whole milk. The Journal of dairy research, 69(4), 555.
- Lefebvere-Cases E., Tarodo De La Fuente B., Cuq J. L., 2001, Effect of SDS on Casein Micelles: SDS-Induced Milk Gel Formation. Journal of Food Science 66 (1), 38 – 42.
- Lefebvre-Cases E., Gastaldi B.T., De la Fuente E., 1998, Influence of chemical agents on interactions in dairy products: Effect of SDS on casein micelles. Colloid Surface B, 11, pp. 281 – 285.
- Li S., Ye A., Singh H., 2019, Seasonal variations in composition, properties, and heat-induced changes in bovine milk in a seasonal calving system. Journal of Dairy Science, 102, 7747-7759.
- Li, G., 2013, Oxidative stability evaluation of milk from cows fed dried distillers grains with solubles, by sensory and chemical analysis. Graduate Thesis and Dissertations, 13424.

- Lindmark Månsson, H., 2008, Fatty acids in bovine milk fat. Food & nutrition research, 52(1), 1821.
- Liu W., Ye A., Liu W., Liu C., Singh H., 2013, Stability during in vitro digestion of lactoferrin-loaded liposomes prepared from milk fat globule membrane-derived phospholipids. Journal of dairy science, 96(4), 2061-2070.
- Logan A., Auldist M., Greenwood J., Day L., 2014, Natural variation of bovine milk fat globule size within a herd. J. Dairy Sci. 97, 4072–4082.
- Logan A., Müller W., Versteeg C., 2019, Australian milk fat-seasonal and regional composition of fatty acids. J. Dairy Res. Technol, 2(011).
- Lopez C., 2005, Focus on the supramolecular structure of milk fat in dairy products. Reproduction nutrition development, 45(4), 497-511.
- Lopez C., Bourgaux C., Lesieur P., Bernadou S., Keller G., Ollivon M., 2002, Thermal and structural behavior of milk fat: 3. Influence of cooling rate and droplet size on cream crystallization. Journal of colloid and interface science, 254(1), 64-78.
- Lopez, C.,2011, Milk fat globules enveloped by their biological membrane: unique colloidal assemblies with a specific composition and structure. Current Opinion in Colloid & Interface Science, 16(5), 391-404.
- Lu J., Langton M., Sampels S., Pickova J., 2019, Lipolysis and Oxidation in Ultra-High Temperature Milk Depend on Sampling Month, Storage Duration, and Temperature. Journal of food science, 84(5), 1045-1053.
- Lu N., Wang J., Chen Z., Zhang X., Chen C., Wang S., 2021, The effect of adding phospholipids before homogenization on the properties of milk fat globules. LWT, 146, 111659.
- Ma Y., Barbano D. M., 2000, Gravity separation of raw bovine milk: fat globule size distribution and fat content of milk fractions. Journal of dairy science, 83(8), 1719-1727.
- Machado S. G., Baglinière F., Marchand S., Van Coillie E., Vanetti M. C., De Block J., Heyndrickx M., 2017, The biodiversity of the microbiota producing heat-resistant enzymes responsible for spoilage in processed bovine milk and dairy products. Frontiers in microbiology, 8, 302.
- Malvern Manual, 2005, MAN 0249 vol. 3.0.
- Marenduzzo D., Finan K., Cook P. R., 2006, The depletion attraction: an underappreciated force driving cellular organization. JCB 175(5), 681 – 686.

- Mcclements D. J., 2007, Critical review of techniques and methodologies for characterization of emulsion stability. Critical reviews in food science and nutrition, 47(7), 611-649.
- McClements D. J., 2016, Food Emulsions. Principles, practices, and techniques. Food Emulsions in Practice, CRC Press, 547 – 575.
- McCrae C. H., Lepoetre A., 1996, Characterization of Dairy Emulsions by Foreward Lobe Laser Light Scattering – Application to Milk and Cream, Int. Dairy Journal 6, 247 – 256.
- McSweeney, P. L. H., G. Ottogalli, and P. F. Fox. 2004. Diversity in cheese varieties: An overview. Pages 1 to 23 in Cheese Chemistry, Physics, and Microbiology. Vol. 2: Major Cheese Groups. 3rd ed. Elsevier Academic Press, London, UK.
- Mehra R., O'Brien B., Connolly J. F., Harrington D., 1999, Seasonal variation in the composition of Irish manufacturing and retail milks: 2. Nitrogen fractions. Irish journal of agricultural and food research, 65-74.
- Michalski M. C., Briard V., Michel F., 2001, Optical parameters of milk fat globules for laser light scattering measurements. Le Lait, 81(6), 787 – 796.
- Michalski M. C., Gassi J. Y., Famelart M. H., Leconte N., Camier B., Michel F., Briard V., 2003, The size of native milk fat globules affects physico-chemical and sensory properties of Camembert cheese. Le lait, 83(2), 131-143.
- Mitchell G. E., Ewings K. N., Bartley J. P., 1986, Physicochemical properties of proteinases from selected psychrotrophic bacteria. Journal of Dairy Research, 53(1), 97–115.
- Mulder H., Walstra P., 1974, Stability of the fat emulsion. The milk fat globule. Emulsion Science as applied to milk products and comparable foods. Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 101-128.
- Murthy A. V. R., Guyomarc'h F., Lopez C., 2016, The temperature-dependent physical state of polar lipids and their miscibility impact the topography and mechanical properties of bilayer models of the milk fat globule membrane. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes, 1858(9), 2181-2190.
- Nateghi L., Yousefi M., Zamani E., Gholamian M., Mohammadzadeh M., 2014, The effect of different seasons on the milk quality. European journal of experimental biology, 4(1), 550-552.

- Ng-Kwai-Hang K. F., Hayes J. F., Moxley J. E., Monardes H. G., 1985, Percentages of protein and nonprotein nitrogen with varying fat and somatic cells in bovine milk. Journal of Dairy Science, 68(5), 1257-1262.
- Nowak K., Kiełczewska K., Murach D., Dąbrowska A., 2017, Analysis of the size of fat globules in milk and cream dispersed in different reagents solutions. Polish Journal of Natural Sciences, 32(4), 719-732.
- Nozaki Y., Reynolds J.A., Tanford C., 1974, The interaction of a cationic detergent with bovine serum albumin and other proteins. J. Biol. Chem. 249, 4452 – 4459.
- O'Connel A., Kelly A. L. Tobin, J. Ruegg, P. L. Glesson D., 2017, The effect of storage conditions on the composition and functional properties of blended bulk tank milk. Journal of dairy science, 100(2), 991-1003.
- Oortwijn H. Walstra P., 1979, The membranes of recombined fat globules. II: Composition. Netherlands Milk and Dairy Journal 33 (1979).
- Ozcan T., Yaslioglu E., Kilic I., Simsek E., 2015, The influence of the season and milking time on the properties and the fatty acid composition of the milk in different dairy cattle farms. Mljekarstvo/Dairy, 65(1).
- Pal R., 1996, Effect of droplet size on the rheology of emulsions. AIChE Journal, 42(11), 3181-3190.
- Pal R., 2011, Rheology of simple and multiple emulsions. Elsevier. Current Opinion in Colloid & Interface Science 16, 41 – 60.
- Palmquist D.L., 2006, Milk fat: Origin of fatty acids and influence of nutritional factors thereon. Advanced Dairy Chemistry Volume 2 Lipids , Springer, New York, USA.
- Parris N., Baginski M. A., 1991, A rapid method for the determination of whey protein denaturation. Journal of Dairy Science, 74(1), 58-64.
- Perkin A. G., Henschel M. J., Burton H., 1973, Comparison of milks processed by direct and indirect methods of ultra-high-temperature sterilization .6. effects on sediment formation and clotting with enzymes. Journal of Dairy Research, 40, 215 – 220.
- Pestana J.M., Gennari A., Monteiro B., Lehn D., Souza C., 2015, Effects of pasteurization and ultra-high temperature processes on proximate composition and fatty acid profile in bovine milk. American Journal of Food Technology 10, 265-272.

- Phan T. T. Q., Le T. T., Van de Walle D., Van der Meeren P., Dewettinck K., 2016, Combined effects of milk fat globule membrane polar lipids and protein concentrate on the stability of oil-in-water emulsions. International Dairy Journal, 52, 42-49.
- PN-A-86059:1975. Mleko, śmietanka i śmietana – Oznaczanie skuteczności homogenizacji.
- PN-EN ISO 1211 ISO 1211:2010, IDF 1:2010. Milk – Determination of fat content – Gravimetric method (Reference method).
- PN-EN ISO 8968-4. Milk and milk products – Determination of nitrogen content – Part 4: Determination of protein and non-protein nitrogen content and true protein content calculation (Reference method).
- Postelmans A., Aernouts B., Jordens J., Van Gerven T., Saeys W., 2020, Milk homogenization monitoring: Fat globule size estimation from scattering spectra of milk. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 60, 102311.
- Prado B. M., Sombers S. E., Ismail B., Hayes K. D., 2006, Effect of heat treatment on the activity of inhibitors of plasmin and plasminogen activators in milk. International Dairy Journal, 16(6), 593–599.
- Pragna P., Archana P. R., Aleena J., Sejian V., Krishnan G., Bagath M., Manimaran A., Meena V., Kurien E.K., Girish V., Bhatta R. (2017). Heat stress and dairy cow: Impact on both milk yield and composition. International Journal of Dairy Science, 12(1), 1-11.
- Precetti A. S., Oria M. P., Nielsen S. S., 1997, Presence in bovine milk of two protease inhibitors of the plasmin system. Journal of Dairy Science, 80(8), 1490–1496.
- Ramsey J. A., Swartzel K. R., 1984, Effect of ultra high-temperature processing and storage-conditions on rates of sedimentation and fat separation of aseptically packaged milk. Journal of Food Science, 49, 257–262.
- Ransmark E., Svensson B., Svedberg I., Göransson A., Skoglund T., 2019, Measurement of homogenisation efficiency of milk by laser diffraction and centrifugation. International Dairy Journal, 96, 93-97.
- Rao K. S., Prakash V., 1993, Interaction of sodium dodecyl sulfate with multi-subunit proteins. A case study with carmin. Journal of Biological Chemistry, 268(20), 14769-14775.

- Recio I., Garcia-Risco M. R., Ramos M., Lopez-Fandino R., 2000, Characterization of peptides produced by the action of psychrotrophic proteinases on kappa-casein. Journal of Dairy Research, 67(4), 625–630.
- Ren Q., Li L., Dudu O. E., Ma Y., 2019, Thermal and structural changes of pasteurized milk fat globules during storage. Food bioscience, 28, 27-35.
- Ren Q., Li Q., Liu H., Ma Y., 2020, Thermal and storage properties of milk fat globules treated with different homogenisation pressures. International Dairy Journal, 110, 104725.
- Richardson B.C.,1983, The proteinases of bovine milk and the effect of pasteurization on their activity. NZ J Dairy Sci Technol 18: 223– 45.
- Robson E. W., Dalgleish D. G., 1984, Coagulation of homogenized milk particles by rennet. Journal of Dairy Research, 51(3), 417-424.
- Samel R., Weaver R.W.V., Gammack D.B., 1971, Changes on storage in milk processed by ultra-high-temperature sterilisation. Journal of Dairy Research 38, 323–332.
- Shahani K. M., Sommer H. H., 1951, The protein and non-protein nitrogen fractions in milk. 2. Their content in fresh raw milk. Journal of Dairy Science, 34, 1010-1013.
- Sharma R., Singh H., Taylor M. W., 1996, Composition and structure of fat globule surface layers in recombined milk. Journal of Food Science, 61(1), 28-32.
- Sharma S. K., Dalgleish D. G., 1993a, Effect of heat treatments on the incorporation of milk serum proteins into the fat globule membrane of homogenized milk. Journal of Dairy Research, 61(3), 375-384.
- Sharma S. K., Dalgleish D. G., 1993b, Interactions between milk serum proteins and synthetic fat globule membrane during heating of homogenized whole milk. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 41(9), 1407-1412.
- Sharma, S. K., & Dalgleish, D. G. (1994). Effect of heat treatments on the incorporation of milk serum proteins into the fat globule membrane of homogenized milk. Journal of Dairy Research, 61(3), 375-384.
- Shi Y., Smith C. M., Hartel R. W., 2001, Compositional effects on milk fat crystallization. Journal of dairy science, 84(11), 2392-2401.
- Smiddy M. A., Martin J. E., Kelly A. L., De Kruif C. G., Huppertz, T., 2006, Stability of casein micelles cross-linked by transglutaminase. Journal of dairy science, 89(6), 1906 – 1914.

- Sommella E., Basilicata M. G., Tenore G. C., Manfra M., Mastrocinque R., Ostacolo C., Vitale A., Chieppa M., Campiglia P., Pepe, G., 2018, Modification of lipid profile in commercial cow milk samples before and after their expiration date: Evaluation of storage crucial parameters and possible environmentally friendly disposal alternatives. Journal of Food Quality, 2018.
- StatSoft, 1984-2011, Electronic Statistics Textbook, https://www.statsoft.pl/textbook/stathome_stat.html?https%3A%2F%2Fwww.statsoft.pl%2Ftextbook%2Fadvans1.html, dostęp: 11.2021
- Stoeckel M., Lidolt M., Achberger V., Glück C., Krewinkel M., Stressler T., von Neubeck M., Wenning M., Scherer S., Fisher L., Hinrichs, J., 2016, Growth of Pseudomonas weihenstephanensis, Pseudomonas proteolytica and Pseudomonas sp. in raw milk: Impact of residual heat-stable enzyme activity on stability of UHT milk during shelf-life. International Dairy Journal, 59, 20-28.
- Summer A., Pecorari M., Fossa E., Vecchia P., Mariani P., 2005, Influence of milk storing conditions on the loss of coagulable nitrogen. Italian Journal of Animal Science, 4(sup2), 233-235.
- Sweetsur A. M., Muir D. D., 1983, Effect of homogenization on the heat stability of milk. Journal of Dairy Research, 50(3), 291-300.
- Tadros T. F., Vincent B., 1983, Emulsion stability. P. Becher (Ed.), Encyclopedia of emulsion technology. New York: Marcel Dekker, 129–268.
- Tanaka L., Isogai T., Miura S., Murakami M., 2010, Effect of triacylglycerol species on the crystallizing behavior of a model water/oil emulsion. European Journal of Lipid Science and Technology (112), 304-309.
- Ten Grotenhuis E., Tuinier R. de Kruif C. G., 2003, Phase stability of concentrated dairy products. Journal of Dairy Science, 86, 764–769.
- Tetra Pak, 1995, The chemistry of milk. Dairy processing handbook. Tetra Pak Processing Systems AB, 13 – 36.
- Tetra Pak. (brak daty wydania) 4 important questions about the NIZO method (dostęp on-line: https://processinginsights.tetrapak.com/4-important-questions-about-nizo-2/ 13.08.2021)
- Thiebaud M., Dumay E., Picart L., Guiraud J. P., Cheftel J. C., 2003, High-pressure homogenisation of raw bovine milk. Effects on fat globule size distribution and microbial inactivation. International Dairy Journal, 13(6), 427-439.

- Thomas L., Rowney M., 1996, Australian milk fat survey – fatty acid composition Australian Journal of Dairy Technology 51, 112–114.
- Thum C., Roy N. C., Everett D. W., McNabb W. C., 2021, Variation in milk fat globule size and composition: A source of bioactives for human health. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 1-27.
- Troung T., Bhandari B., 2020, Role of Differentiated-Size Milk Fat Globules on the Physical Functionality of Dairy-Fat Structured Products. Dairy Fat Products and Functionality. Springer Nature Switzerland, 327 – 354.
- Truong T., Bansal N., Sharma R., Palmer M., Bhandari B., 2014, Effects of emulsion droplet sizes on the crystallisation of milk fat. Food chemistry, 145, 725-735.
- Van Boekel M. A. J. S., Walstra P., 1989, Physical changes in the fat globules in unhomogenized and homogenized milk. In P. F. Fox (Ed.), The effects of heat on milk. Bulletin of the International Dairy Federation.
- Van Hekken D. L., Tunick M. H., Ren D. X., Tomasula P. M., 2017, Comparing the effect of homogenization and heat processing on the properties and in vitro digestion of milk from organic and conventional dairy herds. Journal of dairy science, 100(8), 6042-6052.
- Velasco C. M., 2010, Characterization of fat structures in ice cream and enhancement of their colloidal interactions in ice creams high in unsaturated fat. Thesis. University of Guelph.
- Verdi R. J., Barbano D. M., Dellavalle M. E., Senyk G. F., 1987, Variability in true protein, casein, nonprotein nitrogen, and proteolysis in high and low somatic cell milks. Journal of Dairy Science, 70(2), 230-242.
- Walstra P., 1967, On crystallization habit in fat globules. Netherlands Milk and Dairy Journal-Nederlands-Nederlands Melk En Zuiveltijdschrift, 21(3-4), 166.
- Walstra P., 1980, Effect of homogenization on milk plasma. Netherlands Milk and Dairy Journal.
- Walstra P., 1983, Physical chemistry of milk fat globules. In Developments in Dairy Chemistry 2, Springer, 119-158.
- Walstra P., 1996, Emulsion stability. P. Becher (Ed.), Encyclopedia of emulsion technology. New York: Marcel Dekker Inc., str. 1-64.
- Walstra P., 1999, Dairy technology: principles of milk properties and processes. CRC Press.
- Walstra P., 2003, Physical chemistry of foods. New York: Marcel Dekker, Inc.

- Walstra P., Oortwijn H., 1969, Estimating globule-size distribution of oil-in-water emulsions by Coulter counter. Journal of Colloid and Interface Science, 29(3), 424-431.
- Walstra P., Oortwijn H., 1982, The membranes of recombined fat globules, 3: mode of formation [milk]. Netherlands Milk and Dairy Journal (Netherlands).
- Walstra P., Wouters J. T., Geurts T. J., 2005, Dairy science and technology. CRC press.
- Walter L., 2019, Understanding small and large milk fat globule phenotype variation in dairy cows through milk lipidomic characterisation (Doctoral dissertation).
- Wiking L., 2005, Milk fat globule stability (Vol. 2005, No. 2005: 49).
- Ye A., Cui J., Singh H., 2011, Proteolysis of milk fat globule membrane proteins during in vitro gastric digestion of milk. Journal of dairy science, 94(6), 2762-2770.
- Ye A., Singh H., Taylor M. W., Anema S., 2002, Characterization of protein components of natural and heat-treated milk fat globule membranes. International Dairy Journal, 12(4), 393-402.
- Ye A., Singh H., Taylor M. W., Anema S., 2004, Interactions of whey proteins with milk fat globule membrane proteins during heat treatment of whole milk. Le Lait, 84(3), 269-283.
- Zajác P., Čapla J., Vietoris V., Zubrická S., Čurlej J., 2015, Effects of storage on the major constituents of raw milk. Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences, 9(1), 375-381.

8. Załącznik

8.1. Skład fizykochemiczny

Tab. 45. Wyniki parametrów fizykochemicznych mleka przeznaczonego na produkcję mleka UHT (źródło: B, C1, C2) i ESL (źródło A) standaryzowanego do zawartości tłuszczu 3,2%, analizowanego w sezonie jesienno – zimowym (Z) i wiosenno – letnim (L)

	S	t	Pr	pH [–]	Białko [%]	Azot niebiałkowy [%]	Kazeina/ kompleksy kazeiny [%]	Białka serwatkowe [%]	Tłuszcz [%]	Nasycone kw. tł. [g/ 100 g]	Jednonienasycone kw. tł. [g/ 100g]	Wielonienasycone kw. tł. [g/ 100g]	Kw. tł. trans [g/ 100g]	WKT [mmol/ 100g tł.]	Liczba nadtlenkowa [mmol/kg]
A	Z	0	SR	6,58	3,38	0,032	2,65	0,53	4,16	2,66	1,12	0,15	0,15	1,12	
			ST	6,58	3,40	0,028	2,70	0,52	3,20	2,04	0,87	0,11	0,12	0,78	
			H	6,54	3,38	0,028	3,03	0,17	3,23	2,06	0,88	0,11	0,13	0,72	
		1	SR	6,55	3,34	0,026	2,52	0,65	4,08	2,60	1,11	0,14	0,17	2,34	
			ST	6,57	3,38	0,026	2,54	0,67	3,12	1,98	0,85	0,11	0,13	0,71	
			H	6,57	3,33	0,026	2,98	0,18	3,23	2,06	0,88	0,11	0,13	0,69	
		2	SR	6,71	3,37	0,031	2,44	0,73	3,85	2,46	1,04	0,14	0,16	2,52	
			ST	6,74	3,39	0,053	2,32	0,73	3,20	2,04	0,87	0,11	0,13	0,70	
			H	6,75	3,36	0,029	2,97	0,20	3,24	2,07	0,88	0,11	0,13	0,62	
	L	0	SR	6,69	3,34	0,040	2,47	0,61	3,93	2,54	1,03	0,15	0,15	1,34	0,58
			ST	6,67	3,36	0,036	2,58	0,55	3,26	2,13	0,83	0,12	0,11	0,71	0,51
			H	6,63	3,35	0,034	2,93	0,20	3,24	2,11	0,83	0,12	0,11	0,75	0,63
			K	6,74	3,34	0,032	2,96	0,18	3,22	2,10	0,82	0,12	0,11	0,72	0,86
		1	SR	6,73	3,40	0,038	2,56	0,60	3,87	2,49	1,01	0,15	0,15	1,58	0,07
			ST	6,75	3,48	0,039	2,61	0,62	2,90	1,90	0,74	0,11	0,10	0,71	0,09
			H	6,77	3,46	0,035	3,08	0,16	3,21	2,10	0,82	0,12	0,11	0,70	0,11
			K	6,75	3,42	0,032	3,04	0,18	3,21	2,09	0,82	0,12	0,11	0,74	0,11
		2	SR	6,73	3,36	0,036	2,45	0,68	3,71	2,39	0,97	0,14	0,13	1,90	<0,05
			ST	6,72	3,42	0,038	2,42	0,76	2,98	1,95	0,75	0,11	0,09	0,80	<0,05
			H	6,73	3,40	0,032	3,00	0,20	3,22	2,11	0,82	0,12	0,10	0,76	0,05
			K	6,70	3,38	0,030	2,98	0,21	3,21	2,11	0,83	0,10	0,08	0,82	<0,05

	S	t	Pr	pH [–]	Białko [%]	Azot niebiałkowy [%]	Kazeina/ kompleksy kazeiny [%]	Białka serwatkowe [%]	Tłuszcz [%]	Nasycone kw. tł. [g/ 100 g]	Jednonienasycone kw. tł. [g/ 100g]	Wielonienasycone kw. tł. [g/ 100g]	Kw. tł. trans [g/ 100g]	WKT [mmol/ 100g tł.]	Liczba nadtlenkowa [mmol/kg]
B	Z	0	SR	6,77	3,38	0,039	2,59	0,54	4,16	2,69	1,10	0,14	0,14	1,18	0,22
			ST	6,78	3,39	0,037	2,67	0,48	3,26	2,11	0,87	0,11	0,11	0,81	0,22
			H	6,77	3,36	0,036	3,06	0,07	3,24	2,10	0,86	0,10	0,10	0,91	0,29
			K	6,77	3,37	0,036	3,07	0,07	3,20	2,07	0,84	0,10	0,10	0,88	0,32
		1	SR	6,66	3,39	0,029	2,54	0,66	4,23	2,75	1,11	0,13	0,14	1,59	0,10
			ST	6,63	3,40	0,029	2,50	0,71	3,29	2,14	0,86	0,10	0,11	0,87	0,12
		2	SR	6,70	3,30	0,039	2,45	0,60	4,18	2,80	1,02	0,13	0,11	1,87	0,09
			ST	6,67	3,35	0,036	2,40	0,72	3,22	2,16	0,79	0,10	0,08	0,98	0,09
			H	6,68	3,35	0,033	3,05	0,09	3,23	2,17	0,79	0,10	0,08	0,96	0,14
			K	6,75	3,30	0,027	3,00	0,13	3,21	2,15	0,78	0,10	0,08	0,99	0,17
		4	H	6,70	3,49	0,031	3,14	0,15	3,26	2,18	0,80	0,10	0,09	0,98	0,16
			K	6,74	3,40	0,028	3,06	0,16	3,22	2,16	0,79	0,09	0,08	0,99	0,14
		6	H	6,74	3,41	0,031	3,04	0,17	3,27	2,20	0,80	0,09	0,08	0,96	0,12
			K	6,65	3,36	0,028	3,00	0,18	3,25	2,18	0,80	0,10	0,08	0,96	0,08
	L	0	SR	6,67	3,22	0,032	2,48	0,54	4,09	2,70	1,04	0,13	0,11	1,95	0,15
			ST	6,68	3,25	0,032	2,54	0,51	3,16	2,08	0,81	0,09	0,08	1,02	0,15
			H	6,65	3,26	0,031	2,96	0,10	3,14	2,07	0,81	0,09	0,08	0,99	0,12
			K	6,69	3,23	0,028	2,95	0,10	3,17	2,08	0,81	0,10	0,09	1,07	0,21
		1	SR	6,65	3,21	0,039	2,36	0,60	4,10	2,40	0,94	0,11	0,10	2,71	0,14
			ST	6,69	3,26	0,036	2,39	0,64	3,16	1,75	0,69	0,08	0,07	1,11	0,14
		2	SR	6,68	3,34	0,037	2,47	0,63	4,03	2,65	1,03	0,12	0,10	3,21	0,14
			ST	6,71	3,39	0,037	2,45	0,70	3,11	2,03	0,80	0,10	0,09	1,16	0,14
			H	6,74	3,38	0,034	3,07	0,09	3,15	2,05	0,82	0,10	0,09	1,05	0,18
			K	6,74	3,35	0,033	3,03	0,11	3,22	2,14	0,82	0,08	0,08	1,06	0,14
		4	H	6,73	3,31	0,030	2,99	0,13	3,14	2,06	0,81	0,10	0,08	1,08	0,08
			K	6,70	3,27	0,028	2,93	0,16	3,20	2,11	0,83	0,09	0,08	1,22	<0,05
		6	H	6,68	3,29	<0,010	2,94	0,35	3,08	2,03	0,79	0,09	0,08	1,11	0,20
			K	6,68	3,25	<0,010	2,86	0,39	3,22	2,13	0,82	0,09	0,08	1,12	0,06

	S	t	Pr	pH [–]	Białko [%]	Azot niebiałkowy [%]	Kazeina/ kompleksy kazeiny [%]	Białka serwatkowe [%]	Tłuszcz [%]	Nasycone kw. tł. [g/ 100 g]	Jednonienasycone kw. tł. [g/ 100g]	Wielonienasycone kw. tł. [g/ 100g]	Kw. tł. trans [g/ 100g]	WKT [mmol/ 100g tł.]	Liczba nadtlenkowa [mmol/kg]
C1	Z	0	SR	6,76	3,40	0,032	2,64	0,56	4,27	2,76	1,13	0,14	0,14	1,35	0,19
			ST	6,76	3,44	0,033	2,73	0,50	3,24	2,09	0,86	0,11	0,11	0,92	0,28
			H	6,69	3,43	0,035	3,14	0,07	3,16	2,04	0,83	0,10	0,10	0,87	0,20
			K	6,77	3,39	0,032	3,11	0,08	3,19	2,06	0,84	0,10	0,11	0,93	0,27
		1	SR	6,63	3,42	0,030	2,58	0,65	4,31	2,79	1,14	0,13	0,14	2,04	0,12
			ST	6,62	3,47	0,030	2,65	0,63	3,29	2,12	0,88	0,10	0,11	0,93	0,17
		2	SR	6,62	3,37	0,032	2,52	0,65	4,20	2,81	1,04	0,12	0,11	2,34	0,08
			ST	6,62	3,44	0,035	2,55	0,67	3,15	2,10	0,78	0,10	0,08	1,01	0,16
			H	6,68	3,36	0,029	3,07	0,10	3,20	2,13	0,79	0,10	0,08	0,83	0,19
			K	6,64	3,36	0,027	3,07	0,12	3,18	2,12	0,79	0,10	0,09	0,95	0,18
		4	H	6,73	3,41	0,038	3,07	0,10	3,23	2,15	0,81	0,09	0,09	0,97	0,16
			K	6,73	3,40	0,035	3,07	0,11	3,21	2,14	0,80	0,09	0,09	0,94	0,14
		6	H	6,65	3,42	0,030	3,08	0,15	3,22	2,15	0,80	0,09	0,08	0,94	0,17
			K	6,67	3,38	0,047	2,97	0,11	3,21	2,14	0,80	0,09	0,08	0,95	0,05
	L	0	SR	6,68	3,25	0,059	2,50	0,37	4,10	2,69	1,06	0,13	0,12	1,67	0,20
			ST	6,74	3,29	0,053	2,61	0,34	3,20	2,10	0,83	0,10	0,09	0,92	0,19
			H	6,71	3,28	0,033	2,98	0,09	3,22	2,11	0,83	0,10	0,09	0,93	0,18
			K	6,67	3,25	0,029	2,94	0,12	3,23	2,12	0,84	0,10	0,09	0,87	0,18
		1	SR	6,72	3,16	0,042	2,26	0,63	4,09	2,28	0,91	0,10	0,09	3,05	0,14
			ST	6,74	3,24	0,039	2,32	0,67	2,95	1,47	0,58	0,07	0,06	1,10	0,15
		2	SR	6,65	3,36	0,039	2,45	0,66	3,97	2,61	1,03	0,12	0,11	2,87	0,17
			ST	6,69	3,41	0,039	2,46	0,70	3,03	1,99	0,78	0,09	0,08	1,08	0,25
			H	6,71	3,38	0,036	3,05	0,10	3,25	2,14	0,84	0,10	0,09	0,94	0,24
			K	6,70	3,33	0,032	3,00	0,13	3,23	2,12	0,84	0,10	0,09	0,89	0,29
		4	H	6,64	3,32	0,032	3,01	0,11	3,21	2,10	0,83	0,11	0,10	1,09	0,14
			K	6,63	3,28	0,032	2,88	0,20	3,21	2,11	0,83	0,09	0,08	1,08	0,12
		6	H	6,68	3,26	0,029	2,92	0,15	3,18	2,09	0,82	0,09	0,08	1,03	0,11
			K	6,65	3,24	0,028	2,87	0,19	3,15	2,07	0,81	0,10	0,09	0,95	0,09

	S	t	Pr	pH [–]	Białko [%]	Azot niebiałkowy [%]	Kazeina/ kompleksy kazeiny [%]	Białka serwatkowe [%]	Tłuszcz [%]	Nasycone kw. tł. [g/ 100 g]	Jednonienasycone kw. tł. [g/ 100g]	Wielonienasycone kw. tł. [g/ 100g]	Kw. tł. trans [g/ 100g]	WKT [mmol/ 100g tł.]	Liczba nadtlenkowa [mmol/kg]
C2	Z	0	SR	6,79	3,39	0,032	2,65	0,54	4,16	2,77	1,03	0,13	0,11	1,39	0,14
			ST	6,79	3,41	0,030	2,69	0,53	3,22	2,13	0,81	0,10	0,08	0,87	0,16
			H	6,75	3,37	0,029	3,02	0,16	3,28	2,17	0,83	0,10	0,08	0,78	0,06
			K	6,75	3,35	0,027	3,06	0,12	3,23	2,14	0,82	0,10	0,08	0,79	0,14
		1	SR	6,70	3,32	0,034	2,46	0,64	4,15	2,76	1,03	0,11	0,13	1,51	0,06
			ST	6,70	3,36	0,034	2,46	0,68	3,22	2,13	0,81	0,09	0,10	0,70	0,08
		2	SR	6,69	3,33	0,038	2,43	0,66	4,16	2,78	1,04	0,12	0,10	2,29	0,15
			ST	6,70	3,38	0,039	2,40	0,73	3,10	2,05	0,79	0,09	0,08	0,90	0,21
		3	H	6,74	3,40	0,030	3,04	0,17	3,22	2,13	0,82	0,09	0,08	0,81	0,08
			K	6,68	3,36	0,029	3,04	0,13	3,23	2,14	0,83	0,09	0,08	0,73	0,75
		6	H	6,76	3,37	0,029	3,03	0,15	3,19	2,11	0,81	0,09	0,08	0,86	0,16
			K	6,63	3,35	0,028	2,88	0,29	3,20	2,12	0,82	0,09	0,08	0,92	0,14
	L	0	SR	6,75	3,50	0,035	2,61	0,67	4,14	2,73	1,05	0,13	0,14	1,34	0,09
			ST	6,70	3,50	0,034	2,73	0,55	3,22	2,14	0,81	0,09	0,09	0,78	0,07
			H	6,68	3,50	0,034	3,16	0,12	3,21	2,14	0,82	0,09	0,09	0,79	0,07
			K	6,70	3,47	0,030	3,16	0,12	3,22	2,14	0,81	0,09	0,09	0,82	0,09
		1	SR	6,65	3,53	0,033	2,67	0,65	4,09	2,71	1,02	0,13	0,11	1,42	0,10
			ST	6,69	3,57	0,036	2,74	0,60	3,22	2,13	0,82	0,09	0,08	0,87	0,09
		2	SR	6,76	3,40	0,035	2,53	0,65	4,11	2,74	1,02	0,13	0,11	1,76	0,09
			ST	6,75	3,46	0,035	2,53	0,71	3,23	2,15	0,81	0,09	0,08	1,08	0,10
		3	H	6,68	3,47	0,039	3,14	0,08	3,22	2,15	0,80	0,09	0,08	0,80	0,06
			K	6,65	3,44	0,035	3,11	0,11	3,22	2,15	0,80	0,09	0,08	0,83	0,07
		6	H	6,70	3,46	0,031	3,11	0,15	3,22	2,14	0,81	0,09	0,08	0,85	0,17
			K	6,65	3,41	0,030	3,04	0,18	3,23	2,15	0,81	0,09	0,08	0,81	0,17

8.2. Profil kwasów tłuszczowych

Tab. 46. Profil kwasów tłuszczowych mleka przeznaczonego na produkcję mleka UHT (źródło: B, C1, C2) i ESL (źródło A) standaryzowanego do zawartości tłuszczu 3,2%, analizowanego w sezonie jesienno – zimowym (Z) i wiosenno – letnim (L), zawartość poszczególnych kwasów tłuszczowych wyrażono w g/100g tłuszczu

	S	t	Pr	C4:0	C6:0	C8:0	C10:0	C11:0	C12:0	C13:0	C14:0	C14:1	C15:0	C16:0	C16:1	C17:0	C17:1	C18:0	C18:1 D9c	C18:2	C20:0	C20:1	C18:3	C18:2 CLA	C18:1 trans	C18:2 trans
A	Z	0	SR	2,74	1,76	1,16	2,56	0,04	3,09	0,09	10,90	1,02	1,09	30,12	1,65	0,46	0,23	9,72	20,36	1,60	0,16	0,10	0,50	0,65	2,84	0,82
			ST	2,72	1,77	1,16	2,58	0,04	3,12	0,10	11,00	1,03	1,09	30,37	1,66	0,46	0,23	9,16	20,45	1,57	0,17	0,09	0,50	0,65	2,89	0,82
			H	2,78	1,76	1,15	2,54	0,04	3,07	0,09	10,81	1,01	1,08	29,87	1,65	0,45	0,23	9,86	20,21	1,56	0,16	0,09	0,49	0,64	3,25	0,84
		1	SR	2,69	1,73	1,14	2,52	0,04	3,06	0,09	10,81	1,01	1,08	30,03	1,62	0,46	0,23	9,88	20,22	1,55	0,17	0,12	0,49	0,65	3,24	0,82
			ST	2,62	1,73	1,15	2,54	0,05	3,07	0,10	10,81	1,01	1,08	29,95	1,63	0,46	0,23	9,86	20,19	1,65	0,19	0,12	0,49	0,65	3,23	0,85
			H	2,74	1,74	1,15	2,54	0,05	3,08	0,10	10,82	1,01	1,08	29,97	1,63	0,45	0,23	9,84	20,19	1,57	0,19	0,12	0,49	0,64	3,20	0,83
		2	SR	2,71	1,76	1,15	2,57	0,04	3,09	0,09	10,88	1,11	1,06	29,96	1,60	0,46	0,23	9,88	20,80	1,55	0,14	0,06	0,48	0,64	3,15	0,97
			ST	2,71	1,76	1,16	2,58	0,04	3,11	0,09	10,91	1,12	1,06	29,93	1,62	0,46	0,20	9,83	20,88	1,54	0,13	0,07	0,49	0,65	3,21	0,85
			H	2,79	1,77	1,16	2,58	0,04	3,10	0,09	10,89	1,12	1,05	29,90	1,61	0,46	0,18	9,82	20,94	1,64	0,09	0,06	0,49	0,64	3,23	0,72
	L	0	SR	3,22	2,00	1,16	2,76	0,05	3,12	0,13	10,80	1,10	1,12	29,99	1,75	0,57	0,23	9,47	20,30	1,52	0,17	0,12	0,53	0,70	2,68	1,05
			ST	3,31	2,06	1,21	2,88	0,06	3,25	0,14	10,85	1,09	1,15	30,44	1,76	0,58	0,23	9,28	19,87	1,60	0,17	0,12	0,48	0,65	2,43	0,90
			H	3,12	1,99	1,19	2,85	0,06	3,24	0,13	10,88	1,09	1,16	30,58	1,76	0,59	0,23	9,32	19,96	1,60	0,17	0,12	0,49	0,67	2,43	0,90
			K	3,40	2,09	1,21	2,88	0,06	3,25	0,13	10,84	1,09	1,15	30,36	1,75	0,58	0,23	9,24	19,79	1,66	0,17	0,12	0,48	0,67	2,43	0,93
		1	SR	3,30	2,04	1,17	2,78	0,05	3,11	0,14	10,75	1,07	1,08	29,88	1,78	0,57	0,23	9,39	20,32	1,54	0,16	0,11	0,53	0,69	2,68	1,14
			ST	3,52	2,15	1,24	2,92	0,06	3,26	0,14	10,83	1,08	1,12	30,32	1,77	0,58	0,23	9,08	19,79	1,65	0,15	0,12	0,49	0,66	2,41	0,96
			H	3,39	2,11	1,23	2,91	0,06	3,26	0,14	10,83	1,08	1,12	30,35	1,77	0,59	0,23	9,18	19,97	1,55	0,14	0,12	0,49	0,66	2,43	0,91
			K	3,36	2,10	1,22	2,91	0,06	3,25	0,14	10,82	1,08	1,12	30,35	1,76	0,59	0,23	9,20	20,01	1,58	0,15	0,12	0,49	0,66	2,44	0,89
		2	SR	2,69	1,97	1,22	2,70	0,05	3,15	0,10	10,99	1,11	1,09	30,53	1,58	0,53	0,24	9,37	20,62	1,50	0,14	0,12	0,55	0,67	2,61	1,00
			ST	3,23	2,09	1,26	2,80	0,06	3,27	0,11	11,02	1,11	1,12	30,85	1,59	0,53	0,23	9,07	19,99	1,60	0,14	0,12	0,50	0,65	2,33	0,84
			H	3,23	2,06	1,26	2,80	0,06	3,27	0,11	10,99	1,10	1,12	30,79	1,60	0,53	0,23	9,11	19,97	1,62	0,15	0,12	0,50	0,65	2,35	0,90
			K	3,28	2,05	1,21	2,64	0,04	3,04	0,09	10,87	1,02	1,09	30,57	1,56	0,55	0,23	10,10	20,87	1,41	0,17	0,13	0,40	0,57	1,90	0,70

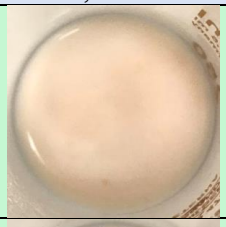
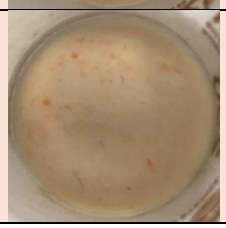
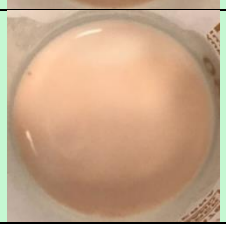
	S	t	Pr	C4:0	C6:0	C8:0	C10:0	C11:0	C12:0	C13:0	C14:0	C14:1	C15:0	C16:0	C16:1	C17:0	C17:1	C18:0	C18:1 D9c	C18:2	C20:0	C20:1	C18:3	C18:2 CLA	C18:1 trans	C18:2 trans
B	Z	0	SR	2,28	1,69	1,18	2,68	0,05	3,25	0,12	11,07	0,99	1,10	30,60	1,58	0,55	0,25	9,86	21,05	1,65	0,16	0,11	0,39	0,50	2,56	0,75
			ST	1,87	1,67	1,20	2,73	0,05	3,30	0,10	11,20	1,00	1,11	30,76	1,60	0,58	0,26	9,89	21,03	1,62	0,16	0,13	0,42	0,49	2,57	0,71
			H	2,18	1,75	1,21	2,73	0,05	3,28	0,10	11,13	1,00	1,12	30,65	1,58	0,55	0,25	9,87	20,94	1,61	0,16	0,12	0,41	0,50	2,56	0,67
			K	2,32	1,72	1,20	2,72	0,05	3,28	0,10	11,12	1,00	1,11	30,61	1,58	0,56	0,24	9,84	20,90	1,62	0,16	0,13	0,40	0,50	2,55	0,70
		1	SR	2,95	1,86	1,21	2,72	0,05	3,27	0,10	11,03	0,98	1,10	30,28	1,66	0,52	0,23	9,72	20,71	1,64	0,17	0,10	0,37	0,48	2,55	0,64
			ST	2,85	1,84	1,21	2,72	0,05	3,27	0,10	11,05	0,98	1,11	30,33	1,66	0,53	0,24	9,73	20,71	1,64	0,16	0,10	0,39	0,49	2,55	0,64
		2	SR	3,80	2,29	1,30	3,05	0,05	3,37	0,13	11,22	1,03	1,08	30,36	1,70	0,58	0,24	9,67	19,50	1,43	0,17	0,10	0,42	0,45	1,86	0,71
			ST	3,56	2,26	1,30	3,06	0,05	3,38	0,13	11,28	1,03	1,10	30,48	1,71	0,59	0,24	9,68	19,50	1,42	0,17	0,10	0,44	0,46	1,87	0,71
			H	3,79	2,29	1,30	3,05	0,05	3,37	0,13	11,24	1,03	1,10	30,39	1,71	0,59	0,24	9,67	19,45	1,42	0,17	0,10	0,40	0,46	1,86	0,72
			K	3,73	2,27	1,30	3,05	0,05	3,37	0,13	11,24	1,03	1,09	30,41	1,71	0,59	0,24	9,67	19,46	1,42	0,17	0,09	0,44	0,46	1,87	0,72
		4	H	3,43	2,19	1,28	3,04	0,05	3,38	0,18	11,26	1,05	1,10	30,57	1,65	0,58	0,22	9,69	19,53	1,49	0,16	0,12	0,42	0,47	1,91	0,73
			K	3,52	2,22	1,29	3,05	0,05	3,38	0,18	11,25	1,05	1,10	30,62	1,64	0,59	0,23	9,69	19,63	1,38	0,16	0,13	0,44	0,47	1,92	0,54
		6	H	3,52	2,22	1,28	2,88	0,05	3,38	0,13	11,31	1,06	1,12	30,73	1,71	0,59	0,21	9,76	19,60	1,41	0,18	0,13	0,37	0,46	1,87	0,53
			K	3,44	2,19	1,27	2,86	0,05	3,37	0,13	11,28	1,06	1,12	30,70	1,70	0,59	0,23	9,82	19,53	1,46	0,18	0,13	0,38	0,47	1,90	0,69
	L	0	SR	3,73	2,18	1,20	2,75	0,04	3,04	0,13	10,77	1,04	1,13	30,22	1,76	0,60	0,25	9,94	20,27	1,41	0,19	0,13	0,40	0,57	2,01	0,75
			ST	3,78	2,19	1,22	2,78	0,05	3,06	0,12	10,75	1,02	1,11	30,05	1,74	0,59	0,24	10,03	20,63	1,35	0,18	0,13	0,39	0,53	1,96	0,61
			H	3,82	2,20	1,21	2,77	0,04	3,06	0,13	10,73	1,02	1,11	29,96	1,74	0,59	0,24	10,02	20,57	1,39	0,18	0,13	0,39	0,54	1,98	0,67
			K	3,83	2,20	1,22	2,77	0,04	3,05	0,13	10,70	1,02	1,11	29,91	1,73	0,59	0,24	10,02	20,55	1,43	0,18	0,13	0,39	0,53	1,98	0,73
		1	SR	3,50	2,10	1,17	2,72	0,04	3,01	0,11	10,80	1,02	1,08	30,37	1,72	0,61	0,24	10,02	20,60	1,36	0,20	0,13	0,41	0,58	2,00	0,71
			ST	3,55	2,12	1,20	2,75	0,04	3,04	0,11	10,71	1,01	1,06	30,01	1,74	0,61	0,24	10,02	20,91	1,41	0,18	0,13	0,40	0,55	1,98	0,73
		2	SR	3,35	2,14	1,20	2,76	0,04	3,02	0,12	10,86	1,02	1,10	30,54	1,73	0,61	0,24	10,05	20,45	1,37	0,18	0,13	0,41	0,58	2,02	0,59
			ST	3,25	2,11	1,20	2,77	0,04	3,03	0,12	10,77	1,01	1,08	30,18	1,75	0,60	0,24	10,13	20,75	1,44	0,19	0,13	0,39	0,55	2,00	0,76
			H	3,39	2,13	1,20	2,76	0,04	3,01	0,11	10,70	1,00	1,07	30,08	1,74	0,60	0,24	10,12	20,82	1,44	0,18	0,13	0,39	0,56	2,00	0,77
			K	3,53	2,22	1,28	3,00	0,06	3,31	0,12	11,06	1,12	1,10	31,10	1,81	0,58	0,24	9,09	20,10	1,39	0,14	0,11	0,27	0,43	1,95	0,50
		4	H	2,86	2,03	1,22	2,65	0,05	3,05	0,10	10,90	1,02	1,09	30,64	1,57	0,55	0,25	10,15	20,99	1,48	0,17	0,14	0,40	0,54	1,94	0,74
			K	3,34	2,09	1,22	2,65	0,05	3,05	0,09	10,91	1,03	1,09	30,58	1,50	0,55	0,24	10,15	21,05	1,36	0,16	0,12	0,34	0,52	1,94	0,48
		6	H	3,74	2,16	1,23	2,64	0,04	3,04	0,10	10,83	1,02	1,08	30,42	1,56	0,54	0,24	10,02	20,79	1,39	0,17	0,13	0,39	0,51	1,87	0,58
			K	4,00	2,20	1,24	2,64	0,04	3,03	0,09	10,79	1,01	1,08	30,28	1,56	0,53	0,23	10,00	20,71	1,39	0,17	0,13	0,39	0,52	1,88	0,57

	S	t	Pr	C4:0	C6:0	C8:0	C10:0	C11:0	C12:0	C13:0	C14:0	C14:1	C15:0	C16:0	C16:1	C17:0	C17:1	C18:0	C18:1 D9c	C18:2	C20:0	C20:1	C18:3	C18:2 CLA	C18:1 trans	C18:2 trans
C1	Z	0	SR	2,93	1,91	1,25	2,81	0,05	3,35	0,11	11,22	1,08	1,08	29,84	1,46	0,51	0,22	9,55	20,95	1,64	0,13	0,12	0,38	0,49	2,60	0,68
			ST	2,70	1,86	1,25	2,81	0,05	3,35	0,14	11,26	1,08	1,08	29,92	1,46	0,51	0,20	9,57	21,03	1,65	0,10	0,11	0,37	0,48	2,62	0,75
			H	2,95	1,90	1,25	2,80	0,05	3,35	0,13	11,20	1,08	1,08	29,86	1,46	0,51	0,21	9,49	20,95	1,67	0,11	0,11	0,39	0,48	2,59	0,73
			K	2,99	1,90	1,25	2,80	0,05	3,34	0,12	11,18	1,07	1,07	29,83	1,46	0,51	0,21	9,54	20,96	1,66	0,11	0,11	0,39	0,49	2,60	0,69
		1	SR	2,96	1,84	1,20	2,69	0,05	3,23	0,11	10,98	0,97	1,09	30,00	1,63	0,52	0,23	9,90	21,02	1,60	0,17	0,10	0,37	0,49	2,61	0,61
			ST	2,91	1,85	1,21	2,70	0,05	3,24	0,10	10,97	0,97	1,10	29,92	1,66	0,52	0,23	9,86	21,06	1,61	0,17	0,10	0,37	0,50	2,60	0,68
		2	SR	3,70	2,26	1,29	3,02	0,05	3,33	0,13	11,19	1,01	1,09	30,13	1,68	0,59	0,24	9,85	19,79	1,39	0,18	0,10	0,38	0,47	1,91	0,73
			ST	3,67	2,25	1,28	3,02	0,05	3,34	0,13	11,17	1,02	1,09	30,07	1,69	0,58	0,24	9,81	19,82	1,44	0,17	0,09	0,42	0,48	1,89	0,79
			H	3,49	2,21	1,28	3,04	0,05	3,35	0,13	11,21	1,02	1,09	30,24	1,71	0,60	0,24	9,81	19,86	1,44	0,17	0,10	0,41	0,46	1,90	0,71
			K	3,55	2,21	1,28	3,03	0,06	3,35	0,13	11,20	1,02	1,07	30,22	1,71	0,58	0,25	9,77	19,86	1,43	0,17	0,10	0,40	0,45	1,91	0,77
		4	H	3,36	2,19	1,28	3,05	0,05	3,37	0,13	11,25	1,04	1,11	30,16	1,71	0,58	0,22	9,90	19,74	1,43	0,17	0,13	0,33	0,50	2,19	0,63
			K	3,34	2,18	1,27	3,04	0,05	3,37	0,13	11,24	1,05	1,11	30,19	1,70	0,58	0,22	9,90	19,80	1,43	0,17	0,12	0,33	0,52	2,17	0,58
		6	H	3,45	2,19	1,27	2,86	0,05	3,36	0,13	11,24	1,05	1,11	30,43	1,70	0,57	0,21	9,88	19,88	1,43	0,17	0,13	0,35	0,46	1,93	0,66
			K	3,60	2,21	1,28	3,02	0,05	3,35	0,13	11,19	1,04	1,09	30,24	1,72	0,57	0,22	9,81	19,79	1,43	0,18	0,13	0,36	0,45	1,94	0,69
	L	0	SR	3,55	2,13	1,19	2,77	0,04	3,07	0,13	10,67	0,95	1,07	29,43	1,68	0,52	0,23	10,73	20,81	1,43	0,19	0,13	0,36	0,54	2,15	0,74
			ST	3,58	2,14	1,21	2,81	0,05	3,09	0,13	10,67	0,96	1,08	29,44	1,69	0,52	0,24	10,59	20,81	1,43	0,19	0,13	0,36	0,54	2,11	0,76
			H	3,60	2,15	1,21	2,81	0,05	3,10	0,12	10,68	0,97	1,08	29,51	1,67	0,52	0,23	10,58	20,83	1,44	0,18	0,13	0,36	0,53	2,09	0,68
			K	3,64	2,15	1,22	2,81	0,05	3,10	0,13	10,68	0,96	1,07	29,48	1,69	0,51	0,23	10,56	20,81	1,42	0,19	0,13	0,36	0,53	2,10	0,69
		1	SR	3,43	2,09	1,19	2,78	0,04	3,07	0,11	10,68	0,94	1,03	29,53	1,65	0,60	0,23	10,71	21,14	1,35	0,21	0,13	0,37	0,54	2,12	0,59
			ST	3,46	2,11	1,22	2,84	0,05	3,13	0,11	10,75	0,97	1,04	29,55	1,66	0,60	0,23	10,44	20,95	1,38	0,19	0,13	0,37	0,55	2,10	0,69
		2	SR	3,94	2,22	1,22	2,80	0,04	3,07	0,12	10,36	0,94	1,08	29,41	1,65	0,54	0,21	10,68	20,81	1,40	0,19	0,13	0,36	0,52	2,13	0,67
			ST	4,02	2,26	1,25	2,85	0,05	3,12	0,13	10,40	0,96	1,09	29,41	1,66	0,53	0,23	10,43	20,76	1,41	0,18	0,13	0,35	0,53	2,11	0,66
			H	3,98	2,26	1,26	2,87	0,04	3,14	0,12	10,43	0,96	1,09	29,47	1,67	0,53	0,23	10,41	20,69	1,42	0,19	0,13	0,36	0,52	2,06	0,68
			K	3,80	2,19	1,22	2,82	0,05	3,10	0,13	10,38	0,96	1,08	29,45	1,68	0,54	0,23	10,57	20,85	1,44	0,19	0,13	0,36	0,54	2,09	0,72
		4	H	3,43	2,08	1,23	2,70	0,05	3,09	0,10	10,77	0,96	1,05	29,66	1,50	0,53	0,24	10,44	20,97	1,53	0,18	0,13	0,37	0,52	2,10	0,89
			K	3,47	2,10	1,23	2,70	0,04	3,10	0,09	10,82	0,96	1,06	29,88	1,51	0,54	0,23	10,52	21,02	1,41	0,17	0,14	0,39	0,51	2,02	0,59
		6	H	3,63	2,13	1,25	2,71	0,04	3,10	0,10	10,78	0,96	1,06	28,89	1,50	0,53	0,23	10,50	20,96	1,37	0,17	0,13	0,36	0,53	2,03	0,56
			K	3,79	2,16	1,25	2,69	0,04	3,08	0,11	10,72	0,96	1,05	29,66	1,49	0,53	0,23	10,45	20,89	1,43	0,17	0,13	0,36	0,52	2,02	0,78

	S	t	Pr	C4:0	C6:0	C8:0	C10:0	C11:0	C12:0	C13:0	C14:0	C14:1	C15:0	C16:0	C16:1	C17:0	C17:1	C18:0	C18:1 D9c	C18:2	C20:0	C20:1	C18:3	C18:2 CLA	C18:1 trans	C18:2 trans
C2	Z	0	SR	3,68	2,26	1,30	3,10	0,06	3,42	0,13	11,21	1,01	1,08	29,81	1,69	0,59	0,24	9,87	19,79	1,49	0,17	0,10	0,39	0,44	1,90	0,79
			ST	3,55	2,21	1,27	3,02	0,05	3,33	0,13	11,16	1,01	1,07	29,69	1,73	0,60	0,24	9,98	20,25	1,48	0,17	0,09	0,42	0,45	1,87	0,73
			H	3,77	2,26	1,28	3,02	0,05	3,32	0,13	11,10	1,01	1,07	29,56	1,72	0,60	0,24	9,98	20,22	1,47	0,17	0,10	0,42	0,45	1,88	0,71
			K	3,59	2,22	1,27	3,01	0,05	3,32	0,12	11,12	1,01	1,07	29,67	1,73	0,60	0,25	10,00	20,27	1,49	0,16	0,09	0,41	0,45	1,89	0,70
		1	SR	3,06	2,17	1,30	3,11	0,06	3,46	0,13	11,30	1,04	1,09	30,08	1,60	0,61	0,23	9,99	19,95	1,49	0,18	<0,01	0,49	0,48	1,94	0,74
			ST	3,23	2,15	1,27	3,02	0,05	3,36	0,13	11,20	1,04	1,03	29,91	1,63	0,61	0,25	10,12	20,40	1,45	0,15	<0,01	0,36	0,44	1,92	0,79
		2	SR	3,42	2,18	1,27	3,07	0,06	3,43	0,14	11,30	1,03	1,09	30,70	1,77	0,58	0,21	10,01	19,83	1,48	0,17	0,13	0,32	0,42	1,94	0,55
			ST	3,50	2,20	1,26	3,00	0,05	3,34	0,14	11,22	1,04	1,04	29,74	1,80	0,57	0,22	10,02	20,23	1,47	0,18	0,14	0,35	0,46	1,97	0,58
			H	3,48	2,17	1,26	3,01	0,05	3,34	0,14	11,21	1,03	1,03	29,74	1,80	0,58	0,20	10,05	20,28	1,46	0,17	0,15	0,37	0,45	1,95	0,58
		3	H	3,49	2,18	1,26	3,01	0,05	3,34	0,13	11,13	1,04	1,07	29,75	1,78	0,55	0,23	10,00	20,37	1,48	0,17	0,13	0,33	0,45	2,03	0,55
			K	3,63	2,23	1,28	3,03	0,05	3,34	0,12	11,09	1,03	1,07	29,78	1,77	0,54	0,22	9,94	20,34	1,40	0,17	0,12	0,30	0,44	2,11	0,51
		6	H	3,05	2,11	1,26	3,00	0,05	3,33	0,13	11,20	1,04	1,08	29,91	1,73	0,60	0,23	10,13	20,43	1,50	0,18	0,13	0,37	0,47	1,97	0,62
			K	3,18	2,15	1,28	3,03	0,05	3,36	0,12	11,22	1,04	1,08	29,86	1,74	0,60	0,22	10,05	20,49	1,41	0,17	0,13	0,36	0,48	1,94	0,54
	L	0	SR	3,53	2,19	1,44	3,02	0,05	4,40	0,13	11,20	1,04	1,21	29,05	1,75	0,60	0,24	8,87	19,53	1,29	0,19	0,10	0,42	0,84	2,71	0,71
			ST	3,52	2,22	1,26	2,98	0,06	3,33	0,15	11,00	1,12	1,19	31,21	1,86	0,57	0,23	8,88	19,71	1,46	0,18	0,12	0,34	0,45	2,10	0,57
			H	3,57	2,22	1,25	2,95	0,06	3,31	0,14	11,02	1,12	1,19	30,89	1,87	0,57	0,23	9,01	19,94	1,38	0,18	0,12	0,34	0,46	2,10	0,58
			K	3,58	2,22	1,26	2,95	0,06	3,31	0,15	11,01	1,12	1,19	30,86	1,86	0,57	0,24	9,00	19,83	1,39	0,20	0,12	0,34	0,47	2,10	0,68
		1	SR	3,33	2,17	1,26	2,98	0,06	3,30	0,14	11,00	1,10	1,11	31,41	1,89	0,58	0,23	8,93	19,68	1,55	0,17	0,12	0,33	0,49	1,93	0,75
			ST	3,42	2,19	1,26	2,99	0,06	3,29	0,14	11,01	1,11	1,10	31,06	1,89	0,59	0,21	9,16	20,11	1,43	0,15	0,12	0,28	0,44	1,94	0,56
		2	SR	3,35	2,13	1,28	2,85	0,06	3,32	0,11	11,10	1,11	1,12	31,72	1,69	0,53	0,23	8,84	19,75	1,56	0,15	0,13	0,34	0,48	1,90	0,76
			ST	3,09	2,10	1,28	2,85	0,06	3,33	0,11	11,23	1,13	1,13	31,63	1,69	0,54	0,24	9,06	20,03	1,44	0,15	0,13	0,35	0,50	1,86	0,59
			H	3,35	2,14	1,29	2,86	0,06	3,33	0,11	11,19	1,13	1,13	31,53	1,68	0,54	0,24	9,01	19,98	1,45	0,15	0,12	0,34	0,49	1,85	0,58
		3	H	2,92	2,05	1,27	2,85	0,06	3,34	0,11	11,30	1,12	1,14	31,88	1,71	0,54	0,24	9,26	19,87	1,36	0,15	0,13	0,33	0,47	1,82	0,59
			K	2,97	2,03	1,25	2,82	0,06	3,31	0,11	11,25	1,11	1,14	31,87	1,70	0,54	0,24	9,25	19,86	1,41	0,15	0,13	0,34	0,47	1,83	0,67
		6	H	3,35	2,09	1,26	2,83	0,06	3,33	0,11	11,19	1,13	1,13	31,64	1,68	0,54	0,24	8,99	20,01	1,41	0,08	0,12	0,34	0,47	1,84	0,65
			K	3,57	2,15	1,27	2,83	0,06	3,31	0,11	11,15	1,12	1,12	31,49	1,68	0,53	0,24	9,00	19,94	1,41	0,09	0,12	0,34	0,49	1,85	0,65

8.3. Śmietankowanie

Tab. 47. Wolny tłuszcz na powierzchni lustra cieczy – 3,2/A

Czas [tydz.]	3,2/SR/A	3,2/ST/A	3,2/H/A
0			
1			
2			
3			
4			
8			
12			

Legenda

obecność wolnego tłuszcz
brak wolnego tłuszczu

Źródło A

Tab. 48. Wolny tłuszcz na powierzchni lustra cieczy – 3,2/B

Czas [tydz.]	3,2/SR/B	3,2/ST/B	3,2/H/B
0			
1			
2			
3			
4			
8			
12			

Legenda

obecność wolnego tłuszcz
brak wolnego tłuszczu

Źródło B

Tab. 49. Wolny tłuszcz na powierzchni lustra cieczy – 3,2/C1

Czas [tydz.]	3,2/SR/C1	3,2/ST/C1	3,2/H/C1
0			
1			
2			
3			
4			
8			
12			

Legenda

obecność wolnego tłuszcz
brak wolnego tłuszczu

Źródło C1

Tab. 50. Wolny tłuszcz na powierzchni lustra cieczy – 3,2/C2

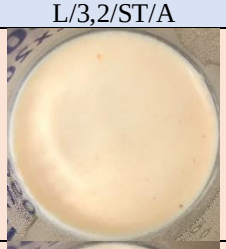
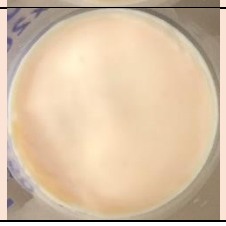
Czas [tydz.]	3,2/SR/C2	3,2/ST/C2	3,2/H/C2
0			
1			
2			
3			
4			
8			
12			

Legenda

obecność wolnego tłuszcz
brak wolnego tłuszczu

Źródło C2

Tab. 51. Wolny tłuszcz na powierzchni lustra cieczy – L/3,2/A

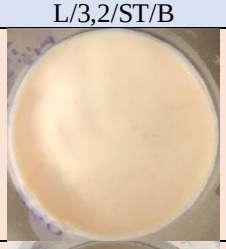
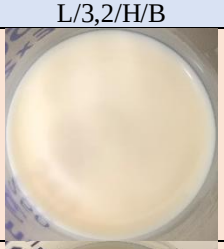
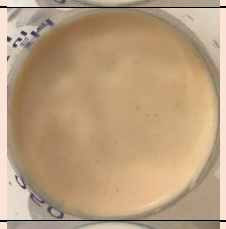
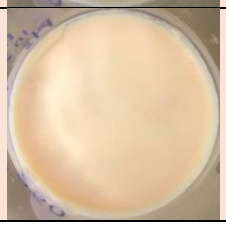
Czas [tydz.]	L/3,2/SR/A	L/3,2/ST/A	L/3,2/H/A
0			
1			
2			
3			
4			
8			
12			

Legenda

obecność wolnego tłuszcz
brak wolnego tłuszczu

Źródło A

Tab. 52. Wolny tłuszcz na powierzchni lustra cieczy – L/3,2/B

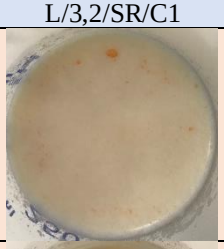
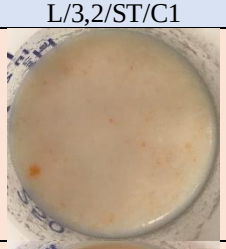
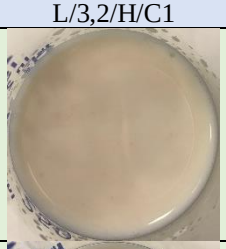
Czas [tydz.]	L/3,2/SR/B	L/3,2/ST/B	L/3,2/H/B
0			
1			
2			
3			
4			
8			
12			

Legenda

obecność wolnego tłuszcz
brak wolnego tłuszczu

Źródło B

Tab. 53. Wolny tłuszcz na powierzchni lustra cieczy – L/3,2/C1

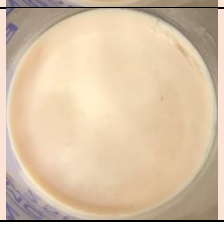
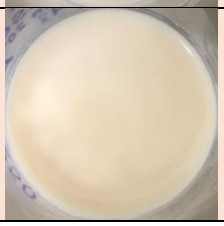
Czas [tydz.]	L/3,2/SR/C1	L/3,2/ST/C1	L/3,2/H/C1
0			
1			
2			
3			
4			
8			
12			

Legenda

obecność wolnego tłuszcz
brak wolnego tłuszczu

Źródło C1

Tab. 54. Wolny tłuszcz na powierzchni lustra cieczy – L/3,2/C2

Czas [tydz.]	L/3,2/SR/C2	L/3,2/ST/C2	L/3,2/H/C2
0			
1			
2			
3			
4			
8			
12			

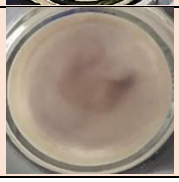
Legenda

obecność wolnego tłuszcz
brak wolnego tłuszczu

Źródło C2

8.4. Osad

Tab. 55. Osad

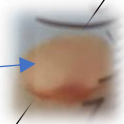
	SR	ST	H
3,2/A			
L/3,2/A			
3,2/B			
L/3,2/B			
3,2/C			
L/3,2/C			
3,2/C2			
L/3,2/C2			

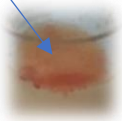
Legenda

obecność osadu
brak osadu

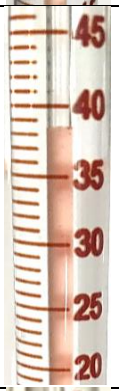
8.5. Wolny tłuszcz, zmodyfikowana metoda Gerbera

Tab. 56. Wolny tłuszcz – buteleczki Babocka

	0			1		2			4
	SR	ST	H	SR	ST	SR	ST	H	H
3,2/A									





	0			1		2			4	6
	SR	ST	H	SR	ST	SR	ST	H	H	H
3,2/B										
3,2/C1										
3,2/C2										

8.6. Procentowy udział kuleczek tłuszczowych >2µm

Tab. 57. Wyniki procentowego udziału kuleczek tłuszczowych >2µm mleka przeznaczonego na produkcję mleka UHT (źródło: B, C1, C2) i ESL (źródło A) standaryzowanego do zawartości tłuszczu 3,2%, analizowanego w sezonie jesienno – zimowym (Z) i wiosenno – letnim (L)

S	t	Pr	A	B	C1	C2
Z	0	SR	62,8	63,22	70,51	72,85
		ST	59,54	61,24	66,01	67
		H	0,92	1,18	0,44	0,22
	1	SR		72,33	71,33	71,06
		ST		62,15	61,26	65,43
		H				
	2	SR		74,58	68,95	73
		ST	64,29	60,86	64,51	64,99
		H	2,39	0,54	0,22	0,21
	4	H		0,66	1,4	1,42
	6	H		0,89	1,96	1,59
L	0	SR	69,45	62,7	65,3	63,48
		ST	64,05	59,26	59,51	59,74
		H	1,77	0,89	0,67	0,67
	1	SR	72,78	65,86	64,8	66,81
		ST	69,06	64,93	60,29	63,53
		H	1,96			
	2	SR	69,75	68,49	66,67	73,8
		ST	67,34	64,52	61,09	67,12
		H	2,41	0,89	0,84	0,89
	4	H		0,89	1,5	1,53
	6	H		1,53	2,22	1,5

8.7. Parametry rozkładu wielkości cząstek

Tab. 58. Wyniki rozkładu wielkości cząstek mleka przeznaczonego na produkcję mleka UHT (źródło: B, C1, C2) i ESL (źródło A) standaryzowanego do zawartości tłuszczu 3,2% lub 2%, nierozgrzewanego przed pomiarem (–) lub rozgrzewanego przed pomiarem (50C), zawieszonego w buforze dysocjującym micele kazeinowe (EDTA) lub w buforze rozbijającym agregaty kuleczek tłuszczowych (SDS), analizowanego w sezonie jesienno – zimowym (–) lub wiosenno – letnim (L)

Próba	Span [–]	Jednorodność [–]	Pow. wł. [m^2/kg]	D32 [µm]	D43 [µm]	D53 [µm]	D(10) [µm]	D(50) [µm]	D(90) [µm]	Vol (100) [%]
3,2/SR EDTA/0/A	1,104	0,336	1690	3,550	4,152	4,460	2,260	3,866	6,526	100
3,2/SR SDS/0/A	1,117	0,341	1674	3,622	4,204	4,530	2,270	3,902	6,632	100
3,2/ST EDTA/0/A	1,012	0,310	1794	3,346	3,824	4,070	2,196	3,596	5,832	100
3,2/ST SDS/0/A	1,016	0,312	1793	3,348	3,830	4,076	2,192	3,596	5,844	100
3,2/H EDTA/0/A	2,561	0,784	38190	0,157	0,535	0,689	0,064	0,430	1,166	100
3,2/H SDS/0/A	2,293	0,704	28850	0,208	0,585	0,734	0,104	0,485	1,216	100
3,2/SR EDTA/1/A	1,444	0,449	2442	2,458	4,234	4,806	1,740	3,880	7,340	100
3,2/SR SDS/1/A	1,768	0,468	13352	0,450	4,104	4,752	0,360	3,892	7,244	100
3,2/SR 50C EDTA/1/A	1,290	0,402	1834	3,270	4,370	4,840	2,148	3,960	6,658	100
3,2/SR 50C SDS/1/A	1,301	0,405	1865	3,216	4,348	4,824	2,120	3,946	7,248	100
3,2/ST EDTA/1/A	1,710	0,716	2394	2,504	5,066	7,574	1,760	3,702	8,090	100
3,2/ST SDS/1/A	2,138	0,730	15336	0,392	4,802	7,104	0,306	3,700	8,216	100
3,2/ST 50C EDTA/1/A	1,710	0,716	2394	2,504	5,066	7,574	1,760	3,702	8,090	100
3,2/ST 50C SDS/1/A	1,592	0,659	1883	3,186	5,116	7,378	2,038	3,758	8,022	100
3,2/H EDTA/1/A	2,610	0,802	38952	0,154	0,526	0,682	0,062	0,419	1,158	100
3,2/H SDS/1/A	2,179	0,671	18575	0,266	0,601	0,741	0,134	0,500	1,220	100
3,2/H 50C EDTA/1/A	2,208	0,677	24030	0,250	0,587	0,724	0,125	0,489	1,204	100
3,2/H 50C SDS/1/A	2,010	0,619	17792	0,338	0,622	0,750	0,163	0,529	1,226	100
3,2/SR EDTA/2/A	2,168	0,685	44640	0,134	3,248	4,196	0,034	3,124	6,806	100
3,2/SR SDS/2/A	1,863	0,507	19592	0,306	3,978	4,712	0,159	3,816	7,268	100
3,2/SR 50C EDTA/2/A	1,287	0,401	1826	3,284	4,380	4,852	2,160	3,976	7,276	100
3,2/SR 50C SDS/2/A	1,255	0,391	1803	3,326	4,378	4,830	2,208	3,984	7,204	100
3,2/ST EDTA/2/A	1,834	0,783	2189	2,742	5,540	8,734	1,908	3,828	8,926	100
3,2/ST SDS/2/A	1,623	0,652	2683	2,236	5,096	7,254	1,982	3,876	8,276	100
3,2/ST 50C EDTA/2/A	1,424	0,541	1765	3,404	4,768	6,238	2,134	3,784	7,520	100
3,2/ST 50C SDS/2/A	1,422	0,571	1895	3,166	4,806	6,654	2,088	3,752	7,422	100
3,2/H EDTA/2/A	2,374	0,729	30982	0,194	0,560	0,706	0,091	0,460	1,182	100
3,2/H SDS/2/M	2,308	0,709	28346	0,212	0,581	0,728	0,104	0,480	1,210	100
3,2/H 50C EDTA/2/A	2,675	0,824	41388	0,145	0,519	0,678	0,056	0,410	1,152	100

Próba	Span [–]	Jednorodność [–]	Pow. wł. [m^2/kg]	D32 [µm]	D43 [µm]	D53 [µm]	D(10) [µm]	D(50) [µm]	D(90) [µm]	Vol (100) [%]
3,2/H 50C SDS/2/A	2,328	0,713	30186	0,199	0,572	0,717	0,095	0,474	1,200	100
L/3,2/SR EDTA/0/A	1,336	0,414	2435	2,464	3,938	4,390	1,704	3,688	6,634	100
L/3,2/SR SDS/0/A	1,780	0,492	21834	0,277	3,464	4,082	0,135	3,456	6,284	100
L/3,2/SR 50C EDTA/0/A	1,159	0,356	1884	3,186	4,060	4,408	2,128	3,782	6,512	100
L/3,2/SR 50C SDS/0/A	1,137	0,349	1909	3,144	4,000	4,332	2,118	3,748	6,378	100
L/3,2/ST EDTA/0/A	1,198	0,373	2522	2,380	3,578	3,928	1,732	3,408	5,806	100
L/3,2/ST SDS/0/A	1,758	0,547	38214	0,157	2,814	3,474	0,043	3,052	5,404	100
L/3,2/ST 50C EDTA/0/A	1,009	0,313	2050	2,928	3,622	3,866	2,060	3,456	5,548	100
L/3,2/ST 50C SDS/0/A	1,015	0,314	1999	3,006	3,652	3,902	2,082	3,472	5,602	100
L/3,2/H EDTA/0/A	2,250	0,694	27868	0,216	0,593	0,740	0,103	0,499	1,226	100
L/3,2/H SDS/0/A	2,158	0,668	22744	0,264	0,623	0,768	0,131	0,524	1,260	100
L/3,2/H 50C EDTA/0/A	2,033	0,629	17666	0,340	0,643	0,780	0,161	0,546	1,272	100
L/3,2/H 50C SDS/0/A	2,017	0,621	19008	0,318	0,638	0,771	0,156	0,547	1,256	100
L/3,2/SR EDTA/1/A	1,336	0,415	2422	2,476	3,978	4,442	1,732	3,720	6,700	100
L/3,2/SR SDS/1/A	1,595	0,410	11708	0,516	3,742	4,226	0,413	3,694	6,304	100
L/3,2/SR 50C EDTA/1/A	1,097	0,336	1877	3,196	3,984	4,290	2,154	3,750	6,272	100
L/3,2/SR 50C SDS/1/A	1,176	0,361	1923	3,118	4,042	4,398	2,092	3,762	6,516	100
L/3,2/ST EDTA/1/A	1,166	0,366	2394	2,506	3,652	3,996	1,820	3,478	5,876	100
L/3,2/ST SDS/1/A	1,674	0,456	22020	0,273	3,226	3,778	0,105	3,338	5,692	100
L/3,2/ST 50C EDTA/1/A	1,063	0,331	2063	2,908	3,688	3,968	2,036	3,490	5,742	100
L/ST 50C SDS/1/A	1,043	0,323	1942	3,096	3,732	3,998	2,102	3,514	5,768	100
L/3,2/H EDTA/1/A	2,371	0,731	30556	0,197	0,581	0,735	0,090	0,479	1,226	100
L/3,2/H SDS/1/A	2,186	0,676	24456	0,246	0,614	0,762	0,123	0,516	1,250	100
L/3,2/H 50C EDTA/1/A	2,074	0,642	19386	0,310	0,636	0,775	0,149	0,539	1,268	100
L/3,2/H 50C SDS/1/A	1,978	0,611	17040	0,352	0,655	0,788	0,169	0,561	1,278	100
L/3,2/SR EDTA/2/A	1,457	0,443	2655	2,258	3,958	4,480	1,450	3,702	6,838	100
L/3,2/SR SDS/2/A	1,673	0,448	14506	0,414	3,774	4,330	0,402	3,690	6,574	100
L/3,2/SR 50C EDTA/2/A	1,197	0,368	1945	3,084	4,062	4,436	2,060	3,780	6,590	100
L/3,2/SR 50C SDS/2/A	1,211	0,373	1987	3,020	4,022	4,402	2,018	3,744	6,552	100
L/3,2/ST EDTA/2/A	1,481	0,454	2805	2,138	3,792	4,320	1,392	3,504	6,584	100
L/3,2/ST SDS/2/A	1,222	0,384	2874	2,088	3,744	4,142	1,748	3,588	6,134	100
L/3,2/ST 50C EDTA/2/A	1,111	0,347	2056	2,920	3,740	4,048	2,000	3,520	5,906	100
L/3,2/ST 50C SDS/2/A	1,152	0,359	2076	2,890	3,772	4,104	1,976	3,520	6,032	100
L/3,2/H EDTA/2/A	2,098	0,650	20426	0,294	0,629	0,771	0,144	0,531	1,260	100
L/3,2/H SDS/2/A	2,109	0,654	19636	0,307	0,627	0,769	0,147	0,527	1,256	100
L/3,2/H 50C EDTA/2/A	2,133	0,659	22022	0,272	0,620	0,762	0,135	0,523	1,252	100
L/3,2/H 50C SDS/2/A	1,962	0,604	17136	0,351	0,647	0,778	0,170	0,556	1,262	100
3,2/SR EDTA/0/B	1,293	0,399	2396	2,506	4,006	4,444	1,780	3,790	6,678	100

Próba	Span [–]	Jednorodność [–]	Pow. wł. [m^2/kg]	D32 [µm]	D43 [µm]	D53 [µm]	D(10) [µm]	D(50) [µm]	D(90) [µm]	Vol (100) [%]
3,2/SR SDS/0/B	1,118	0,358	2601	2,306	4,152	4,540	2,192	3,974	6,630	100
3,2/SR 50C EDTA/0/B	1,119	0,346	1839	3,262	4,152	4,490	2,216	3,896	6,574	100
3,2/SR 50C SDS/0/B	1,159	0,359	1877	3,198	4,146	4,506	2,156	3,872	6,644	100
3,2/ST EDTA/0/B	1,217	0,380	2549	2,354	3,646	4,012	1,712	3,478	5,946	100
3,2/ST SDS/0/B	1,064	0,342	2679	2,238	3,736	4,060	2,006	3,618	5,858	100
3,2/ST 50C EDTA/0/B	1,087	0,339	2090	2,872	3,714	4,010	1,998	3,526	5,826	100
3,2/ST 50C SDS/0/B	1,045	0,328	2041	2,938	3,760	4,042	2,098	3,568	5,824	100
3,2/H EDTA/0/B	2,093	0,656	28536	0,210	0,381	0,470	0,099	0,313	0,756	100
3,2/H SDS/0/B	2,064	0,648	27844	0,216	0,387	0,476	0,102	0,320	0,763	100
3,2/H 50C EDTA/0/B	2,075	0,651	28276	0,212	0,382	0,470	0,101	0,315	0,755	100
3,2/H 50C SDS/0/B	2,046	0,642	27692	0,217	0,386	0,473	0,103	0,321	0,759	100
3,2/SR EDTA/1/B	1,364	0,416	2591	2,316	3,974	4,442	1,588	3,770	6,728	100
3,2/SR SDS/1/B	1,631	0,429	14626	0,411	3,884	4,418	0,456	3,800	6,654	100
3,2/SR 50C EDTA/1/B	1,169	0,362	1865	3,216	4,160	4,526	2,148	3,882	6,684	100
3,2/SR 50C SDS/1/B	1,172	0,364	1861	3,222	4,178	4,548	2,154	3,896	6,722	100
3,2/ST EDTA/1/B	1,397	0,420	2880	2,082	3,630	4,072	1,346	3,452	6,162	100
3,2/ST SDS/1/B	1,259	0,393	2781	2,158	3,710	4,114	1,678	3,548	6,146	100
3,2/ST 50C EDTA/1/B	1,116	0,349	2114	2,838	3,740	4,050	1,972	3,534	5,910	100
3,2/ST 50C SDS/1/B	1,106	0,345	2057	2,918	3,768	4,072	2,008	3,550	5,942	100
3,2/SR EDTA/2/B	1,394	0,425	2607	2,302	3,990	4,478	1,560	3,764	6,804	100
3,2/SR SDS/2/B	1,770	0,487	25366	0,237	3,560	4,190	0,081	3,594	6,446	100
3,2/SR 50C EDTA/2/B	1,190	0,369	1925	3,118	4,138	4,512	2,096	3,860	6,692	100
3,2/SR 50C SDS/2/B	1,120	0,347	1859	3,230	4,140	4,478	2,208	3,884	6,560	100
3,2/ST EDTA/2/B	2,390	0,912	2374	2,528	6,088	9,476	1,722	3,948	11,160	100
3,2/ST SDS/2/B	1,692	0,453	17166	0,351	3,642	4,190	0,346	3,564	6,376	100
3,2/ST 50C EDTA/2/B	1,321	0,448	2022	2,968	4,266	5,136	1,990	3,734	6,922	100
3,2/ST 50C SDS/2/B	1,275	0,410	1936	3,098	4,190	4,782	2,062	3,752	6,848	100
3,2/H EDTA/2/B	2,065	0,647	27984	0,215	0,382	0,470	0,102	0,316	0,754	100
3,2/H SDS/2/B	2,013	0,630	26762	0,224	0,392	0,477	0,107	0,327	0,764	100
3,2/H 50C EDTA/2/B	2,079	0,652	28668	0,209	0,379	0,466	0,099	0,313	0,749	100
3,2/H 50C SDS/2/B	2,038	0,638	27704	0,217	0,385	0,470	0,103	0,320	0,754	100
3,2/H EDTA/4/B	2,141	0,671	30158	0,199	0,374	0,464	0,093	0,306	0,749	100
3,2/H SDS/4/B	2,044	0,641	27506	0,218	0,389	0,476	0,103	0,323	0,764	100
3,2/H 50C EDTA/4/B	2,078	0,652	28596	0,210	0,380	0,468	0,099	0,314	0,753	100
3,2/H 50C SDS/4/B	2,049	0,642	27998	0,214	0,384	0,471	0,101	0,319	0,756	100
3,2/H EDTA/6/B	2,162	0,678	30774	0,195	0,370	0,460	0,091	0,301	0,742	100
3,2/H SDS/6/B	2,035	0,638	27382	0,219	0,389	0,475	0,104	0,323	0,761	100
3,2/H 50C EDTA/6/B	2,092	0,656	29022	0,207	0,377	0,465	0,098	0,311	0,748	100

Próba	Span [–]	Jednorodność [–]	Pow. wł. [m^2/kg]	D32 [µm]	D43 [µm]	D53 [µm]	D(10) [µm]	D(50) [µm]	D(90) [µm]	Vol (100) [%]
3,2/H 50C SDS/6/B	2,010	0,630	26936	0,223	0,388	0,473	0,107	0,323	0,756	100
L/3,2/SR EDTA/0/B	1,232	0,383	2289	2,624	3,914	4,310	1,878	3,698	6,434	100
L/3,2/SR SDS/0/B	1,417	0,399	8456	1,219	3,852	4,296	1,177	3,712	6,424	100
L/3,2/SR 50C EDTA/0/B	1,133	0,347	1880	3,190	4,036	4,374	2,154	3,772	6,426	100
L/3,2/SR 50C SDS/0/B	1,130	0,348	1900	3,158	4,016	4,352	2,148	3,758	6,392	100
L/3,2/ST EDTA/0/B	1,215	0,381	2425	2,476	3,736	4,108	1,826	3,526	6,110	100
L/3,2/ST SDS/0/B	1,374	0,386	10550	0,570	3,596	4,002	1,042	3,524	5,886	100
L/3,2/ST 50C EDTA/0/B	1,104	0,344	2075	2,890	3,722	4,022	1,988	3,504	5,862	100
L/3,2/ST 50C SDS/0/B	1,098	0,342	2088	2,874	3,696	3,996	1,986	3,490	5,814	100
L/3,2/H EDTA/0/B	2,007	0,627	27424	0,219	0,383	0,466	0,105	0,321	0,748	100
L/3,2/H SDS/0/B	1,930	0,601	25504	0,235	0,395	0,475	0,115	0,334	0,759	100
L/3,2/H 50C EDTA/0/B	1,996	0,624	27248	0,220	0,382	0,464	0,106	0,320	0,744	100
L/3,2/H 50C SDS/0/B	1,930	0,602	25936	0,231	0,390	0,469	0,113	0,330	0,750	100
L/3,2/SR EDTA/1/B	1,281	0,396	2444	2,456	3,902	4,324	1,758	3,696	6,492	100
L/3,2/SR SDS/1/B	1,768	0,484	22990	0,263	3,504	4,110	0,119	3,502	6,310	100
L/3,2/SR 50C EDTA/1/B	1,187	0,365	1959	3,060	4,018	4,386	2,058	3,748	6,506	100
L/3,2/SR 50C SDS/1/B	1,171	0,360	1943	3,088	4,016	4,370	2,082	3,744	6,470	100
L/3,2/ST EDTA/1/B	1,394	0,437	2546	2,356	3,978	4,494	1,710	3,652	6,806	100
L/3,2/ST SDS/1/B	1,710	0,462	23832	0,252	3,322	3,872	0,097	3,374	5,868	100
L/3,2/ST 50C EDTA/1/B	1,169	0,362	2111	2,842	3,818	4,158	1,948	3,600	6,156	100
L/3,2/ST 50C SDS/1/B	1,220	0,378	2064	2,908	3,926	4,302	1,966	3,646	6,418	100
L/3,2/SR EDTA/2/B	1,205	0,374	2116	2,836	4,074	4,464	2,038	3,818	6,634	100
L/3,2/SR SDS/2/B	1,203	0,379	6402	1,052	3,828	4,244	1,804	3,710	6,264	100
L/3,2/SR 50C EDTA/2/B	1,117	0,343	1880	3,194	4,046	4,374	2,174	3,788	6,406	100
L/3,2/SR 50C SDS/2/B	1,109	0,337	1741	3,452	4,094	4,404	2,224	3,808	6,448	100
L/3,2/ST EDTA/2/B	1,376	0,432	2399	2,500	4,066	4,586	1,840	3,706	6,934	100
L/3,2/ST SDS/2/B	1,635	0,423	12572	0,481	3,624	4,118	0,341	3,564	6,164	100
L/3,2/ST 50C EDTA/2/B	1,198	0,373	2138	2,808	3,800	4,156	1,926	3,548	6,170	100
L/3,2/ST 50C SDS/2/B	1,182	0,368	2098	2,858	3,800	4,146	1,946	3,546	6,138	100
L/3,2/H EDTA/2/B	1,973	0,616	26588	0,226	0,386	0,468	0,109	0,325	0,750	100
L/3,2/H SDS/2/B	1,912	0,595	25186	0,238	0,396	0,475	0,116	0,336	0,758	100
L/3,2/H 50C EDTA/2/B	1,951	0,609	26222	0,229	0,387	0,466	0,111	0,326	0,747	100
L/3,2/H 50C SDS/2/B	1,902	0,591	25260	0,238	0,392	0,470	0,116	0,334	0,751	100
L/3,2/H EDTA/4/B	1,979	0,618	26580	0,226	0,386	0,468	0,109	0,324	0,751	100
L/3,2/H SDS/4/B	1,926	0,601	25402	0,236	0,395	0,476	0,115	0,335	0,759	100
L/3,2/H 50C EDTA/4/B	1,979	0,618	26838	0,223	0,383	0,465	0,108	0,322	0,744	100
L/3,2/H 50C SDS/4/B	1,905	0,592	25388	0,236	0,392	0,469	0,116	0,333	0,750	100
L/3,2/H EDTA/6/B	1,993	0,623	26922	0,223	0,384	0,467	0,107	0,322	0,748	100

Próba	Span [–]	Jednorodność [–]	Pow. wł. [m^2/kg]	D32 [µm]	D43 [µm]	D53 [µm]	D(10) [µm]	D(50) [µm]	D(90) [µm]	Vol (100) [%]
L/3,2/H SDS/6/B	1,880	0,587	24444	0,246	0,400	0,479	0,121	0,340	0,761	100
L/3,2/H 50C EDTA/6/B	1,930	0,602	25674	0,234	0,389	0,468	0,114	0,329	0,749	100
L/3,2/H 50C SDS/6/B	1,882	0,585	24792	0,242	0,395	0,472	0,119	0,336	0,752	100
3,2/SR EDTA/0/C1	1,280	0,398	2327	2,580	4,118	4,562	1,884	3,884	6,858	100
3,2/SR SDS/0/C1	1,741	0,468	21632	0,278	3,756	4,384	0,128	3,752	6,662	100
3,2/SR 50C EDTA/0/C1	1,145	0,353	1770	3,396	4,232	4,582	2,224	3,944	6,744	100
3,2/SR 50C SDS/0/C1	1,191	0,370	1902	3,156	4,164	4,548	2,124	3,880	6,740	100
3,2/ST EDTA/0/C1	1,443	0,448	2568	2,338	4,124	4,686	1,712	3,768	7,150	100
3,2/ST SDS/0/C1	1,186	0,373	2640	2,274	3,934	4,330	1,954	3,754	6,404	100
3,2/ST 50C EDTA/0/C1	1,200	0,371	2025	2,962	3,974	4,350	2,022	3,700	6,464	100
3,2/ST 50C SDS/0/C1	1,136	0,352	2008	2,990	3,960	4,306	2,110	3,710	6,326	100
3,2/H EDTA/0/C1	2,438	0,756	35692	0,168	0,438	0,560	0,075	0,351	0,930	100
3,2/H SDS/0/C1	2,148	0,669	24308	0,247	0,482	0,596	0,116	0,397	0,970	100
3,2/H 50C EDTA/0/C1	2,218	0,688	26270	0,228	0,470	0,587	0,106	0,384	0,959	100
3,2/H 50C SDS/0/C1	2,082	0,645	23324	0,257	0,483	0,591	0,121	0,404	0,962	100
3,2/SR EDTA/1/C1	1,280	0,398	2327	2,580	4,118	4,562	1,884	3,884	6,858	100
3,2/SR SDS/1/C1	1,741	0,468	21632	0,278	3,756	4,384	0,128	3,752	6,662	100
3,2/SR 50C EDTA/1/C1	1,145	0,353	1770	3,396	4,232	4,582	2,224	3,944	6,744	100
3,2/SR 50C SDS/1/C1	1,191	0,370	1902	3,156	4,164	4,548	2,124	3,880	6,740	100
3,2/ST EDTA/1/C1	1,443	0,448	2568	2,338	4,124	4,686	1,712	3,768	7,150	100
3,2/ST SDS/1/C1	1,186	0,373	2640	2,274	3,934	4,330	1,954	3,754	6,404	100
3,2/ST 50C EDTA/1/C1	1,200	0,371	2025	2,962	3,974	4,350	2,022	3,700	6,464	100
3,2/ST 50C SDS/1/C1	1,136	0,352	2008	2,990	3,960	4,306	2,110	3,710	6,326	100
3,2/SR EDTA/2/C1	1,391	0,436	2260	2,654	4,348	4,902	1,884	3,998	7,442	100
3,2/SR SDS/2/C1	1,645	0,424	9478	0,644	3,948	4,484	0,370	3,838	6,684	100
3,2/SR 50C EDTA/2/C1	1,207	0,375	1843	3,256	4,276	4,676	2,170	3,956	6,950	100
3,2/SR 50C SDS/2/C1	1,159	0,354	1651	3,634	4,310	4,660	2,270	3,986	6,892	100
3,2/ST EDTA/2/C1	2,769	0,967	2083	2,882	6,930	10,880	1,974	4,314	13,920	100
3,2/ST SDS/2/C1	1,274	0,409	2738	2,194	4,350	4,862	2,160	4,012	7,270	100
3,2/ST 50C EDTA/2/C1	1,100	0,339	1914	3,140	3,962	4,278	2,160	3,716	6,248	100
3,2/ST 50C SDS/2/C1	1,105	0,341	1926	3,116	3,970	4,292	2,160	3,720	6,274	100
3,2/H EDTA/2/C1	2,191	0,682	24864	0,241	0,476	0,592	0,112	0,389	0,965	100
3,2/H SDS/2/C1	2,045	0,637	21848	0,275	0,498	0,608	0,131	0,416	0,982	100
3,2/H 50C EDTA/2/C1	2,108	0,656	23382	0,257	0,484	0,595	0,120	0,401	0,966	100
3,2/H 50C SDS/2/C1	2,026	0,630	21700	0,277	0,497	0,605	0,131	0,417	0,977	100
3,2/H EDTA/4/C1	2,260	0,704	27588	0,217	0,466	0,586	0,100	0,379	0,956	100
3,2/H SDS/4/C1	2,196	0,685	26774	0,225	0,477	0,596	0,104	0,393	0,968	100
3,2/H 50C EDTA/4/C1	2,252	0,700	28014	0,214	0,466	0,584	0,099	0,381	0,956	100

Próba	Span [–]	Jednorodność [–]	Pow. wł. [m^2/kg]	D32 [µm]	D43 [µm]	D53 [µm]	D(10) [µm]	D(50) [µm]	D(90) [µm]	Vol (100) [%]
3,2/H 50C SDS/4/C1	2,207	0,687	27656	0,217	0,471	0,587	0,101	0,389	0,959	100
3,2/H EDTA/6/C1	2,320	0,720	30986	0,194	0,452	0,570	0,089	0,366	0,939	100
3,2/H SDS/6/C1	2,123	0,660	24270	0,247	0,480	0,592	0,115	0,399	0,963	100
3,2/H 50C EDTA/6/C1	2,150	0,669	24232	0,248	0,478	0,591	0,115	0,394	0,961	100
3,2/H 50C SDS/6/C1	2,099	0,654	23522	0,255	0,485	0,596	0,119	0,403	0,966	100
L/3,2/SR EDTA/0/C1	1,190	0,370	1924	3,120	4,198	4,582	2,142	3,908	6,798	100
L/3,2/SR SDS/0/C1	1,150	0,361	2045	2,934	88,566	4,596	2,214	3,950	6,754	100
L/3,2/SR 50C EDTA/0/C1	1,124	0,347	1823	3,290	4,164	4,504	2,220	3,900	6,598	100
L/3,2/SR 50C SDS/0/C1	1,087	0,332	1665	3,602	4,194	4,500	2,302	3,912	6,554	100
L/3,2/ST EDTA/0/C1	1,109	0,346	2082	2,880	3,932	4,264	2,124	3,704	6,236	100
L/3,2/ST SDS/0/C1	1,034	0,311	1707	3,516	4,028	4,290	2,296	3,772	6,194	100
L/3,2/ST 50C EDTA/0/C1	1,052	0,321	1789	3,360	3,940	4,216	2,206	3,698	6,100	100
L/3,2/ST 50C SDS/0/C1	1,052	0,323	1822	3,298	3,912	4,186	2,192	3,672	6,056	100
L/3,2/H EDTA/0/C1	1,379	0,424	2502	2,398	4,080	4,574	1,688	3,824	6,962	100
L/3,2/H SDS/0/C1	1,743	0,474	18772	0,320	3,740	4,348	0,265	3,666	6,658	100
L/3,2/H 50C EDTA/0/C1	1,188	0,368	1861	3,224	4,180	4,558	2,140	3,888	6,760	100
L/3,2/H 50C SDS/0/C1	1,197	0,371	1893	3,170	4,168	4,552	2,120	3,874	6,756	100
L/3,2/SR EDTA/1/C1	1,675	0,694	2324	2,582	5,264	7,780	1,822	3,930	8,408	100
L/3,2/SR SDS/1/C1	1,705	0,455	17770	0,338	3,656	4,254	0,143	3,668	6,394	100
L/3,2/SR 50C EDTA/1/C1	1,250	0,389	1946	3,082	4,140	4,568	2,070	3,786	6,798	100
L/3,2/SR 50C SDS/1/C1	1,227	0,383	1947	3,082	4,126	4,546	2,092	3,780	6,730	100
L/3,2/ST EDTA/1/C1	1,469	0,441	2787	2,150	3,972	4,492	1,378	3,746	6,876	100
L/3,2/ST SDS/1/C1	1,716	0,468	14826	0,407	3,798	4,382	0,418	3,678	6,728	100
L/3,2/ST 50C/1/C1	1,231	0,382	1899	3,158	4,198	4,606	2,090	3,876	6,864	100
L/3,2/ST 50C SDS/1/C1	1,173	0,362	1888	3,180	4,104	4,468	2,120	3,828	6,610	100
L/3,2/SR EDTA/2/C1	3,342	1,003	2149	2,790	7,270	10,840	1,862	4,514	16,940	100
L/3,2/SR SDS/2/C1	2,026	0,646	118906	0,140	3,230	4,146	0,037	3,252	6,632	100
L/3,2/SR 50C EDTA/2/C1	1,459	1,092	1903	3,156	6,876	15,640	2,038	3,850	7,656	99
L/3,2/SR 50C SDS/2/C1	1,475	1,140	1950	3,076	6,980	17,640	1,988	3,818	7,618	99
L/3,2/ST EDTA/2/C1	1,998	0,622	22694	0,265	0,470	0,570	0,127	0,396	0,918	100
L/3,2/ST SDS/2/C1	1,921	0,598	21282	0,282	0,480	0,577	0,137	0,410	0,924	100
L/3,2/ST 50C EDTA/2/C1	1,963	0,612	21984	0,273	0,473	0,571	0,132	0,400	0,916	100
L/3,2/ST 50C SDS/2/C1	1,884	0,586	20588	0,291	0,483	0,578	0,143	0,414	0,923	100
L/3,2/H EDTA/2/C1	1,969	0,612	21992	0,273	0,472	0,570	0,132	0,399	0,917	100
L/3,2/H SDS/2/C1	1,917	0,596	21144	0,284	0,481	0,577	0,138	0,411	0,926	100
L/3,2/H 50C EDTA/2/C1	1,944	0,605	21592	0,278	0,474	0,571	0,135	0,401	0,915	100
L/3,2/H 50C SDS/2/C1	1,869	0,581	20324	0,315	0,486	0,580	0,145	0,417	0,924	100
L/3,2/H EDTA/4/C1	1,969	0,612	21992	0,273	0,472	0,570	0,132	0,399	0,917	100

Próba	Span [–]	Jednorodność [–]	Pow. wł. [m^2/kg]	D32 [µm]	D43 [µm]	D53 [µm]	D(10) [µm]	D(50) [µm]	D(90) [µm]	Vol (100) [%]
L/3,2/H SDS/4/C1	1,917	0,596	21144	0,284	0,481	0,577	0,138	0,411	0,926	100
L/3,2/H 50C EDTA/4/C1	1,944	0,605	21592	0,278	0,474	0,571	0,135	0,401	0,915	100
L/3,2/H 50C SDS/4/C1	1,869	0,581	20324	0,315	0,486	0,580	0,145	0,417	0,924	100
L/3,2/H EDTA/6/C1	1,976	0,614	21994	0,273	0,472	0,570	0,132	0,398	0,918	100
L/3,2/H SDS/6/C1	1,872	0,581	20274	0,296	0,486	0,580	0,146	0,417	0,927	100
L/3,2/H 50C EDTA/6/C1	1,910	0,593	21034	0,285	0,475	0,570	0,139	0,405	0,913	100
L/3,2/H 50C SDS/6/C1	1,842	0,571	20108	0,298	0,484	0,575	0,148	0,418	0,917	100
3,2/SR EDTA/0/C2	1,248	0,385	2349	2,554	3,992	4,402	1,828	3,800	6,572	100
3,2/SR SDS/0/C2	1,627	0,428	14708	0,411	3,864	4,396	0,457	3,784	6,618	100
3,2/SR 50C EDTA/0/C2	1,178	0,365	1865	3,214	4,182	4,554	2,140	3,904	6,742	100
3,2/SR 50C SDS/0/C2	1,124	0,347	1872	3,208	4,092	4,424	2,162	3,852	6,492	100
3,2/ST EDTA/0/C2	1,291	0,401	2557	2,346	3,764	4,178	1,680	3,562	6,280	100
3,2/ST SDS/0/C2	1,009	0,305	1703	3,526	4,014	4,268	2,312	3,774	6,122	100
3,2/ST 50C EDTA/0/C2	1,060	0,330	1961	3,056	3,870	4,162	2,142	3,660	6,026	100
3,2/ST 50C SDS/0/C2	1,045	0,328	1975	3,040	3,838	4,124	2,136	3,638	5,940	100
3,2/H EDTA/0/C2	1,956	0,609	24820	0,242	0,411	0,496	0,117	0,347	0,796	100
3,2/H SDS/0/C2	1,995	0,622	25886	0,232	0,403	0,489	0,111	0,338	0,787	100
3,2/H 50C EDTA/0/C2	1,909	0,594	23952	0,251	0,416	0,499	0,122	0,354	0,799	100
3,2/H 50C SDS/0/C2	1,919	0,598	23042	0,247	0,413	0,496	0,120	0,351	0,794	100
3,2/SR EDTA/1/C2	1,385	0,425	2496	2,404	4,066	4,560	1,662	3,810	6,940	100
3,2/SR SDS/1/C2	1,618	0,420	12676	0,482	3,870	4,388	0,430	3,818	6,576	100
3,2/SR 50C EDTA/1/C2	1,174	0,364	1843	3,256	4,204	4,574	2,160	3,924	6,770	100
3,2/SR 50C SDS/1/C2	1,124	0,349	1852	3,238	4,170	4,512	2,212	3,912	6,610	100
3,2/ST EDTA/1/C2	1,222	0,380	2401	2,500	3,814	4,194	1,826	3,622	6,254	100
3,2/ST SDS/1/C2	1,065	0,343	3105	1,932	3,880	4,232	2,114	3,770	6,122	100
3,2/ST 50C EDTA/1/C2	1,074	0,334	1988	3,018	3,882	4,184	2,134	3,674	6,078	100
3,2/ST 50C SDS/1/C2	1,086	0,337	1938	3,096	3,914	4,220	2,148	3,684	6,148	100
3,2/SR EDTA/2/C2	1,299	0,407	2012	2,984	4,344	4,830	2,078	3,984	7,254	100
3,2/SR SDS/2/C2	1,145	0,363	2318	2,586	4,294	4,690	2,260	4,050	6,898	100
3,2/SR 50C EDTA/2/C2	1,256	0,388	1655	3,630	4,530	4,978	2,284	4,106	7,442	100
3,2/SR 50C SDS/2/C2	1,243	0,385	1683	3,570	4,504	4,946	2,288	4,090	7,374	100
3,2/ST EDTA/2/C2	1,179	0,369	2105	2,852	4,018	4,406	2,080	3,746	6,492	100
3,2/ST SDS/2/C2	1,081	0,338	2212	2,712	3,972	4,300	2,184	3,764	6,260	100
3,2/ST 50C EDTA/2/C2	1,092	0,338	1962	3,060	3,936	4,248	2,152	3,702	6,194	100
3,2/ST 50C SDS/2/C2	1,092	0,330	1732	3,464	4,028	4,322	2,214	3,748	6,312	100
3,2/H EDTA/2/C2	2,027	0,631	26920	0,223	0,399	0,486	0,106	0,334	0,783	100
3,2/H SDS/2/C2	2,015	0,627	26594	0,226	0,401	0,487	0,107	0,336	0,785	100
3,2/H 50C EDTA/2/C2	1,926	0,600	24530	0,244	0,412	0,495	0,118	0,350	0,793	100

Próba	Span [–]	Jednorodność [–]	Pow. wł. [m^2/kg]	D32 [µm]	D43 [µm]	D53 [µm]	D(10) [µm]	D(50) [µm]	D(90) [µm]	Vol (100) [%]
3,2/H 50C SDS/2/C2	1,978	0,616	25832	0,232	0,403	0,487	0,111	0,340	0,783	100
3,2/H EDTA/4/C2	1,986	0,619	25604	0,234	0,406	0,492	0,113	0,342	0,791	100
3,2/H SDS/4/C2	1,976	0,616	25430	0,236	0,406	0,491	0,114	0,342	0,789	100
3,2/H 50C EDTA/4/C2	1,917	0,597	24100	0,249	0,415	0,498	0,121	0,353	0,797	100
3,2/H 50C SDS/4/C2	1,945	0,606	24794	0,242	0,409	0,492	0,117	0,346	0,790	100
3,2/H EDTA/6/C2	1,955	0,609	24786	0,242	0,411	0,495	0,117	0,347	0,795	100
3,2/H SDS/6/C2	1,964	0,612	25014	0,240	0,409	0,494	0,116	0,345	0,794	100
3,2/H 50C EDTA/6/C2	1,913	0,596	24078	0,249	0,414	0,497	0,122	0,353	0,796	100
3,2/H 50C SDS/6/C2	1,934	0,602	24582	0,244	0,410	0,493	0,118	0,347	0,791	100
L/3,2/SR EDTA/0/ C2	1,221	0,380	2214	2,710	4,062	4,466	1,962	3,838	6,646	100
L/3,2/SR SDS/0/C2	1,645	0,422	17606	0,342	3,794	4,316	0,295	3,760	6,480	100
L /3,2/SR 50C EDTA/0/C2	1,167	0,361	1898	3,162	4,110	4,476	2,124	3,840	6,610	100
L/3,2/SR 50C SDS/0/C2	1,110	0,343	1863	3,222	4,108	4,442	2,210	3,862	6,492	100
L/3,2/ST EDTA/0/C2	1,155	0,361	2260	2,656	3,826	4,166	1,956	3,630	6,148	100
L/3,2/ST SDS/0/C2	1,051	0,335	2424	2,474	3,868	4,188	2,146	3,708	6,046	100
L/3,2/ST 50C EDTA/0/C2	1,041	0,325	1961	3,062	3,846	4,130	2,154	3,644	5,946	100
L/3,2/ST 50C SDS/0/C2	1,019	0,318	1941	3,090	3,842	4,118	2,186	3,644	5,900	100
L/3,2/H EDTA/0/C2	1,926	0,596	22972	0,261	0,444	0,532	0,126	0,379	0,857	100
L/3,2/H SDS/0/C2	1,945	0,605	23322	0,257	0,441	0,531	0,125	0,374	0,852	100
L/3,2/H 50C EDTA/0/C2	1,883	0,586	21964	0,273	0,451	0,539	0,134	0,385	0,860	100
L/3,2/H 50C SDS/0/C2	1,865	0,580	21646	0,277	0,452	0,539	0,137	0,387	0,859	100
L/3,2/SR EDTA/1/C2	1,363	0,418	2558	2,344	4,028	4,508	1,656	3,796	6,834	100
L/3,2/SR SDS/1/C2	1,123	0,347	1851	3,242	4,130	4,470	2,206	3,872	6,550	100
L/3,2/SR 50C EDTA/1/C2	1,161	0,360	1866	3,216	4,146	4,506	2,150	3,872	6,650	100
L/3,2/SR 50C/SDS/1/C2	1,123	0,347	1851	3,242	4,130	4,470	2,206	3,872	6,550	100
L/3,2/ST EDTA/1/C2	1,309	0,404	2673	2,242	3,750	4,174	1,610	3,566	6,280	100
L/3,2/ST SDS/1/C2	1,328	0,366	7740	0,949	3,760	4,154	1,140	3,700	6,048	100
L/3,2/ST 50C EDTA/1/C2	1,064	0,334	2044	2,934	3,790	4,084	2,082	3,594	5,910	100
L/3,2/ST 50C SDS/1 C2	1,019	0,318	1944	3,094	3,804	4,070	2,158	3,608	5,834	100
L /3,2/SR EDTA/2/C2	1,443	0,434	2713	2,212	4,022	4,538	1,450	3,792	6,922	100
L/3,2/SR SDS/2/C2	1,648	0,436	15598	0,386	3,832	4,380	0,362	3,794	6,618	100
L/3,2/SR 50C EDTA/2/C2	1,139	0,352	1878	3,196	4,108	4,450	2,160	3,852	6,546	100
L/3,2/SR 50C/SDS/2/C2	1,135	0,350	1876	3,198	4,086	4,426	2,162	3,832	6,508	100
L/3,2/ST EDTA/2/C2	1,560	0,567	2669	2,248	4,540	6,230	1,544	3,802	7,476	100
L/3,2/ST SDS/2/C2	1,313	0,410	2709	2,214	4,028	4,516	1,764	3,792	6,744	100
L/3,2/ST 50C EDTA/2/C2	1,089	0,339	1999	2,998	3,866	4,170	2,096	3,654	6,078	100
L/3,2/ST 50C SDS/2/C2	1,127	0,349	2008	2,990	3,866	4,188	2,050	3,636	6,150	100
L/3,2/H EDTA/2/C2	1,918	0,595	22844	0,263	0,444	0,531	0,128	0,379	0,853	100

Próba	Span [–]	Jednorodność [–]	Pow. wł. [m^2/kg]	D32 [µm]	D43 [µm]	D53 [µm]	D(10) [µm]	D(50) [µm]	D(90) [µm]	Vol (100) [%]
L/3,2/H SDS/2/C2	1,933	0,601	22868	0,262	0,443	0,533	0,128	0,376	0,854	100
L/3,2/H 50C EDTA/2/C2	1,849	0,575	21370	0,281	0,454	0,540	0,139	0,390	0,860	100
L/3,2/H 50C/SDS/2/C2	1,840	0,573	21160	0,284	0,455	0,541	0,141	0,391	0,860	100
L/3,2/H EDTA/4/C2	1,867	0,582	21552	0,278	0,455	0,542	0,137	0,389	0,864	100
L/3,2/H SDS/4/C2	1,887	0,587	21898	0,274	0,453	0,541	0,134	0,387	0,864	100
L/3,2/H 50C EDTA/4/C2	1,858	0,578	21536	0,279	0,453	0,540	0,137	0,389	0,860	100
L/3,2/H 50C SDS/4/C2	1,864	0,579	21678	0,277	0,452	0,538	0,136	0,387	0,858	100
L/3,2/H EDTA/6/C2	1,856	0,578	21304	0,282	0,456	0,543	0,139	0,391	0,865	100
L/3,2/H SDS/6/C2	1,862	0,580	21418	0,280	0,456	0,544	0,138	0,391	0,866	100
L/3,2/H 50C EDTA/6/C2	1,820	0,567	20672	0,290	0,460	0,546	0,145	0,396	0,866	100
L/3,2/H 50C SDS/6/C2	1,844	0,574	21182	0,283	0,455	0,541	0,141	0,391	0,861	100

8.8. Jednorodność/ skuteczność homogenizacji (NIZO)

Tab. 59. Wyniki jednorodności (SR, ST) skuteczności homogenizacji (H) mleka na produkcję mleka UHT (źródło: B, C1, C2) i ESL (źródło A) standaryzowanego do zawartości tłuszczu 3,2%, analizowanego w sezonie jesienno – zimowym (Z) i wiosenno – letnim (L)

S	t	Pr	A	B	C1	C2
Z	0	SR	4,21	3,91	3,96	4,31
		ST	4,61	5,2	4,67	5,01
		H	75,87	90,91	84,77	91,68
	1	SR		3,77	3,59	3,88
		ST		5,16	5,21	5,01
		H				
	2	SR		3,66	3,44	3,87
		ST		5,28	4,62	4,57
		H	75,69	90,79	84,46	92,25
	4	H		91,11	84,48	91,75
	6	H		91,48	85,66	92,17
L	0	SR	4,17	4,39	4,01	3,86
		ST	4,81	5,37	4,63	4,66
		H	74,16	90,6	85,64	89,79
	1	SR	4	4,8	4,05	3,37
		ST	4,6	5,85	5,17	5,34*
		H	73,63			
	2	SR	4,16	4,25	4,05	3,44
		ST	4,79	5,88	5,66	5,94
		H	74,12	90,76	86,41	90,43
	4	H		90,91	86,53	89,92
	6	H		91,71	86,53	90,52

8.9. Ilość białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi mleka

Tab. 60. Wyniki ilości białka związanego z kuleczkami tłuszczowymi mleka na produkcję mleka UHT (źródło: B, C1, C2) i ESL (źródło A) standaryzowanego do zawartości tłuszczu 3,2%, analizowanego w sezonie jesienno – zimowym (Z) i wiosenno – letnim (L), g białka/ g tłuszczu

S	t	Pr	A	B	C1	C2
Z	0	SR	0,0179	-0,0436	0,0192	-0,1040
		ST	0,0246	0,0324	-0,0491	0,0326
		H	0,0793	0,2024	0,1872	0,1863
	1	SR		-0,0106	0,0059	0,0345
		ST		0,0240	-0,0228	0,0567
		H				
	2	SR		0,0258	-0,0336	0,0123
		ST		0,0345	0,0463	0,0190
		H		0,1041	0,1342	0,1285
	4	H		0,1295	0,1259	0,1063
	6	H		0,1071	0,1031	0,1114
L	0	SR	0,0202	0,0186	0,0273	-0,0232
		ST	0,0296	0,0547	0,0281	0,0284
		H	0,0350	0,0832	0,1077	0,1282
	1	SR	0,0013	0,0507	0,0242	-0,0562
		ST	0,0241	0,0136	0,0017	0,0186
		H	0,0362			
	2	SR	-0,0179	0,0325	0,0221	0,0184
		ST	0,0288	0,0392	-0,0440	-0,0767
		H	0,0449	0,1045	0,1417	0,1329
	4	H		0,0888	0,1206	0,1558
	6	H		0,0714	0,1062	0,1695

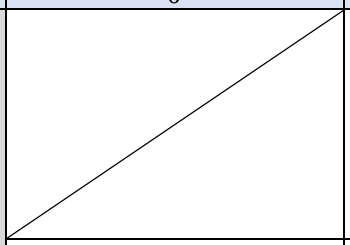
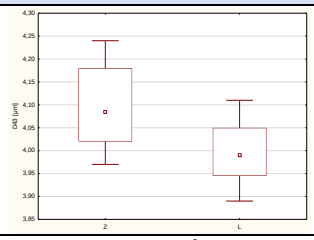
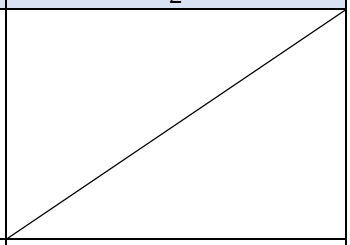
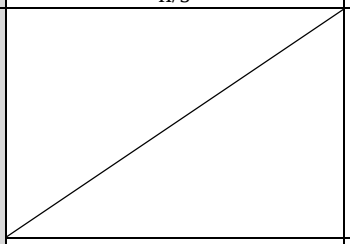
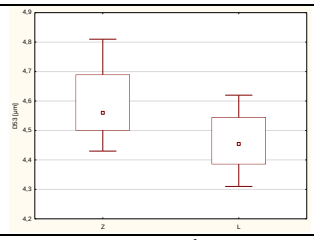
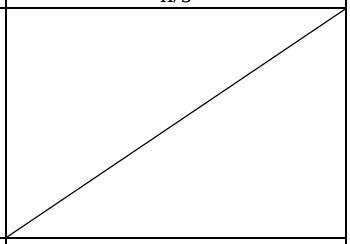
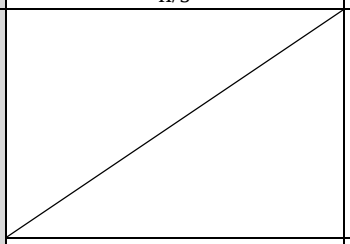
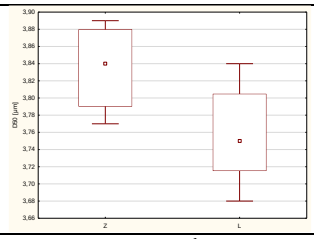
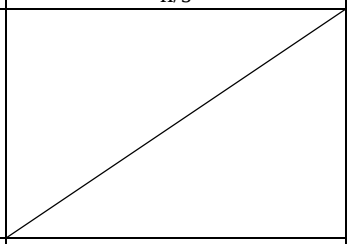
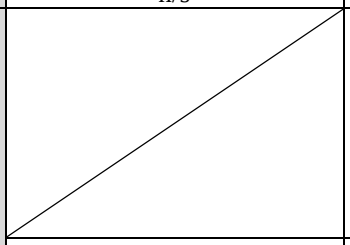
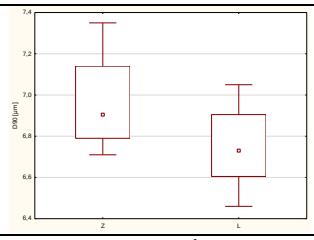
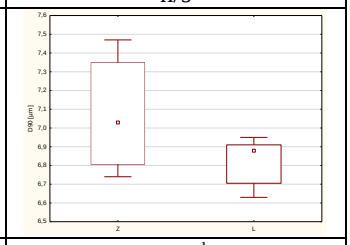
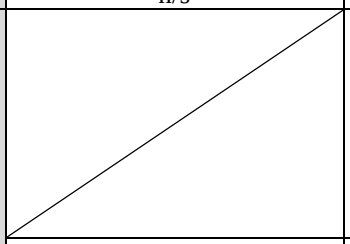
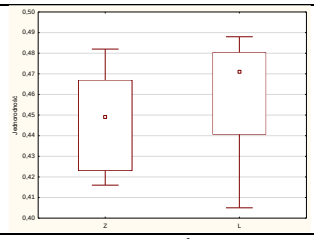
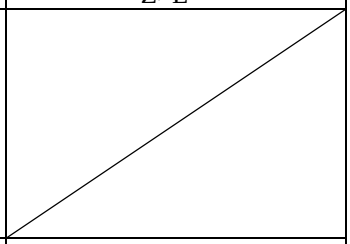
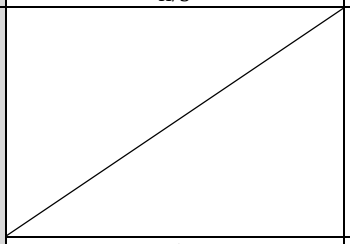
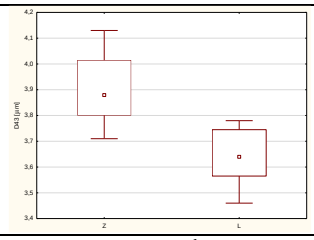
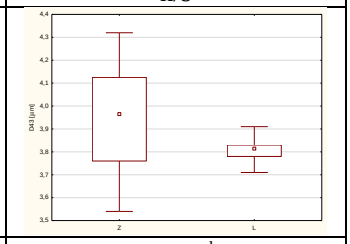
8.10. Ilość osadu wytrąconego z mleka komercyjnego pod wpływem wirowania w warunkach 4407g, 45°C, 10 min

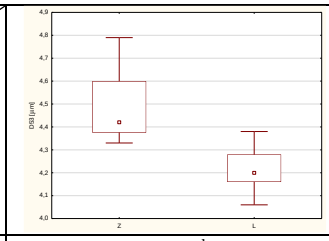
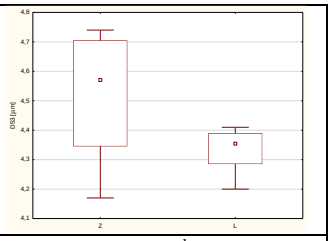
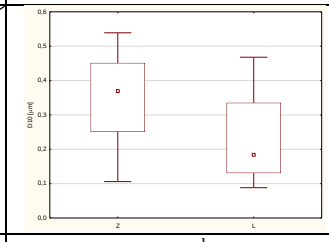
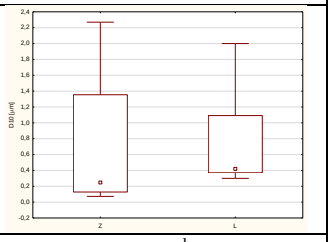
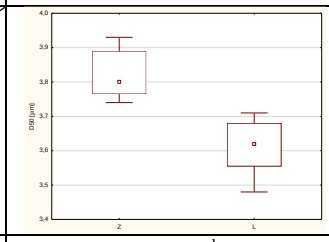
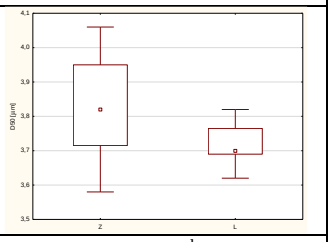
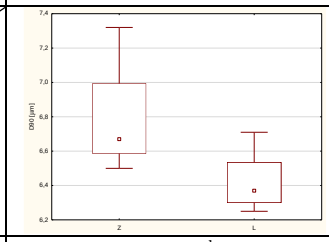
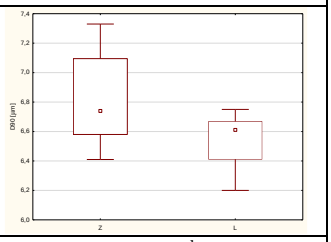
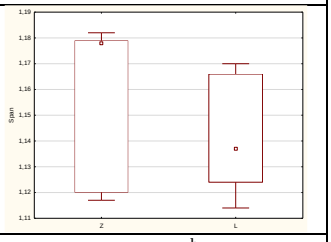
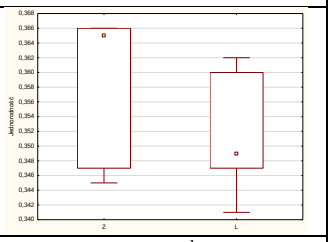
Tab. 61. Wyniki ilości osadu wytrąconego z mleka komercyjnego pod wpływem wirowania w warunkach 4407g, 45°C, 10 min

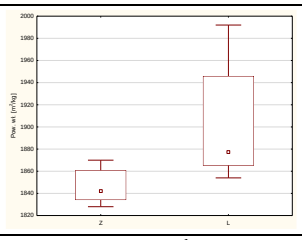
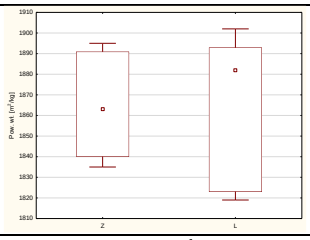
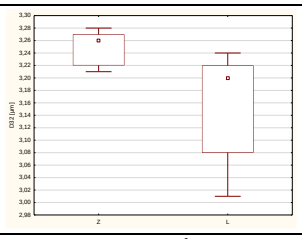
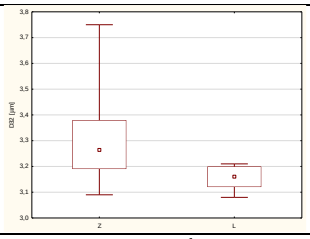
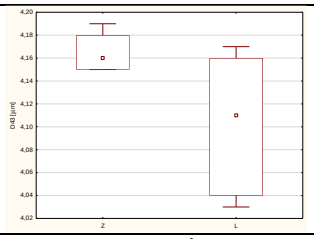
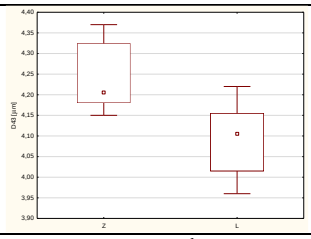
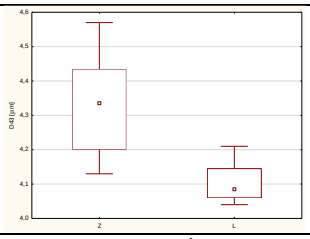
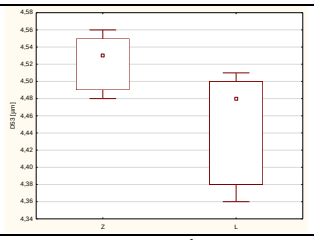
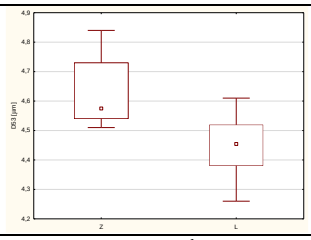
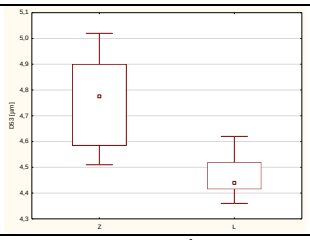
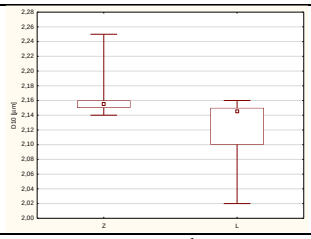
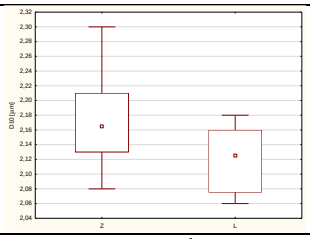
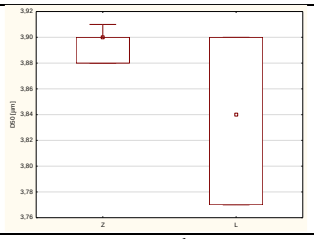
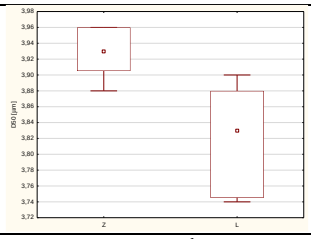
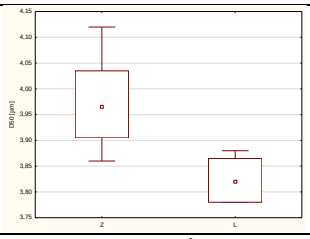
S	t	A	B	C1	C2
Z	0		1,207	1,078	1,199
	2		1,199	0,905	
	3				1,065
	4		1,246	1,204	
	6		1,123	1,216	1,080
L	0	0,989	1,047	1,095	1,183
	1	0,920			
	2	1,096	1,103	1,059	
	3				1,164
	4		1,185	1,088	
	6		1,280	1,175	1,153

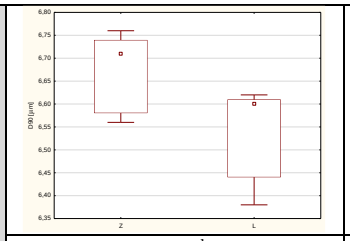
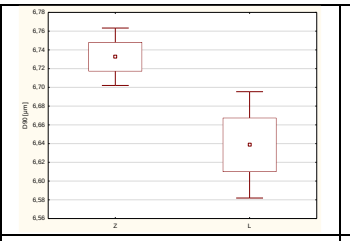
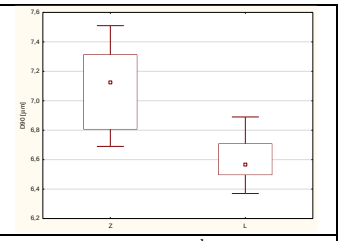
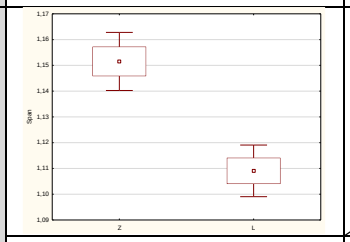
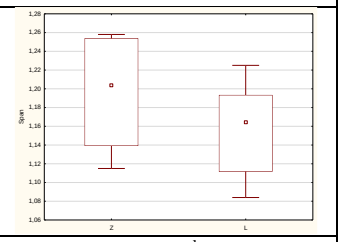
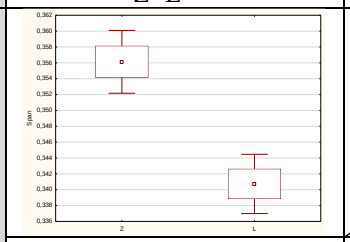
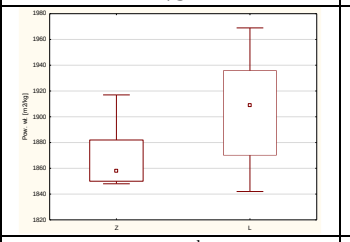
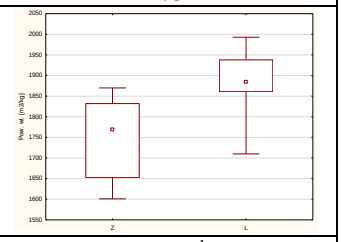
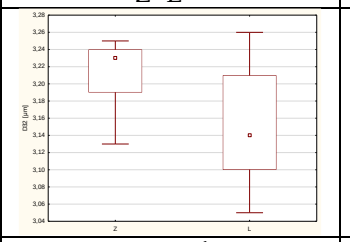
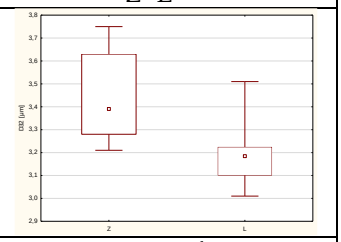
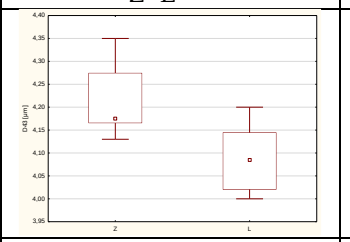
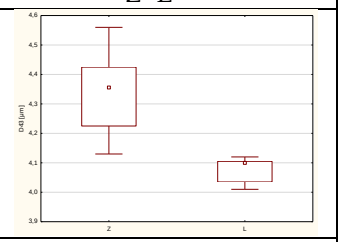
8.11. Inne

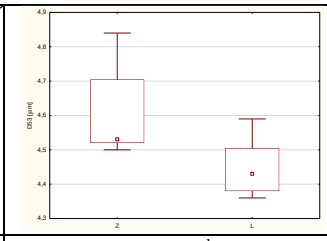
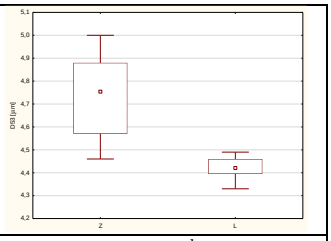
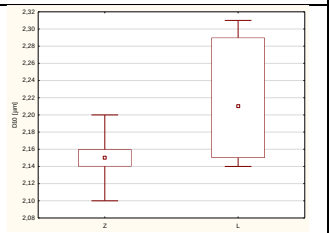
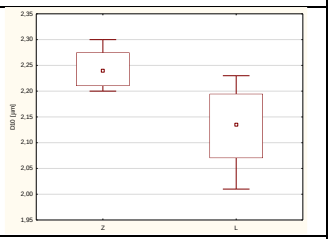
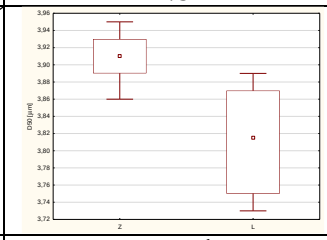
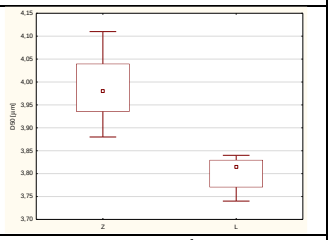
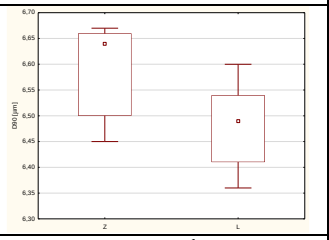
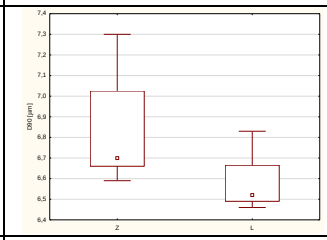
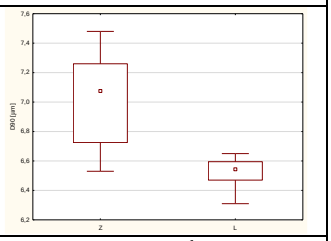
Tab. 62. Wpływ sezonowości na zmianę rozkładu wielkości cząstek kuleczek tłuszczowych mleka surowego w czasie chłodniczego przechowywania

Bufor	Parametr	0	1	2
EDTA	D43			
		n/s	Z>L**^{b}	n/s
	D53			
		n/s	Z>L**^{b}	n/s
	D50			
		n/s	Z>L**^{b}	n/s
	D90			
		n/s	Z>L**^{b}	Z>L*^{b}
SDS	Jednorodność			
		n/s	Z<L*^{b}	n/s
	D43			
		n/s	Z>L**^{b}	Z>L**^{b}

	D53			
		n/s	Z>L*^{b}	Z>L*^{b}
	D10			
		n/s	Z>L*^{b}	Z<L*^{b}
	D50			
		n/s	Z>L **^{b}	Z>L**^{b}
	D90			
		n/s	Z>L**^{b}	Z>L**^{b}
50C EDTA	Span			
		n/s	n/s	Z>L**^{b}
	Jednorodność			
		n/s	n/s	Z>L**^{b}

	Pow. wł.			
		n/s	Z<L**^{b}	Z<L**^{b}
	D32			
		n/s	Z>L**^{b}	Z>L**^{b}
	D43			
		Z>L**^{b}	Z>L**^{b}	Z>L**^{b}
	D53			
		Z>L**^{b}	Z>L**^{b}	Z>L**^{b}
	D10			
		n/s	Z>L**^{b}	Z>L**^{b}
	D50			
		Z>L*^{b}	Z>L**^{b}	Z>L**^{b}

	D90			
		Z>L*^{b}	Z>L**^{a}	Z>L**^{b}
50C SDS	Span			
		Z>L**^{a}	n/s	Z>L*^{b}
	Jednorodność			
		Z>L**^{a}	n/s	n/s
	Pow. wł.			
		n/s	Z<L*^{b}	Z<L**^{b}
	D32			
		n/s	Z>L**^{b}	Z>L**^{b}
	D43			
		n/s	Z>L**^{b}	Z>L**^{b}

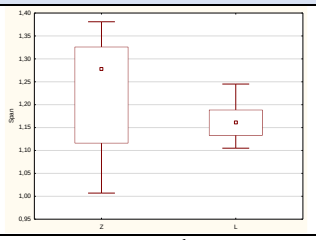
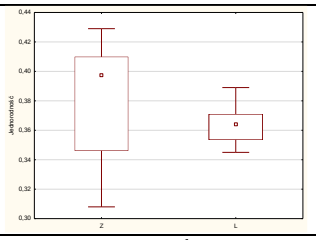
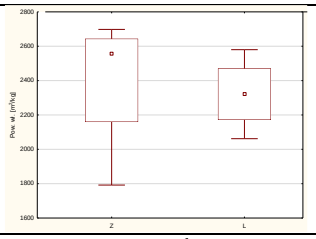
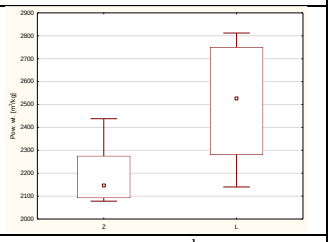
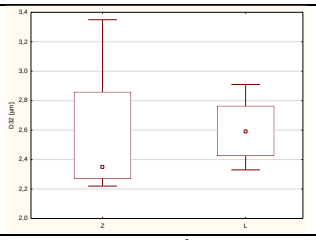
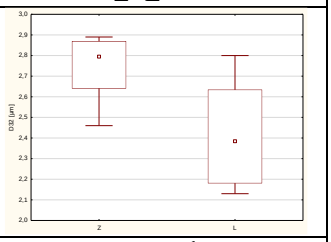
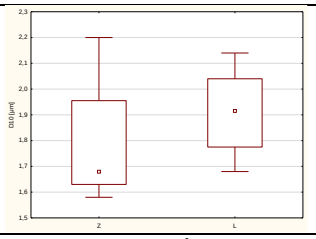
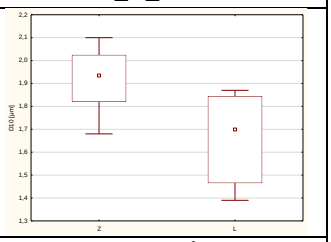
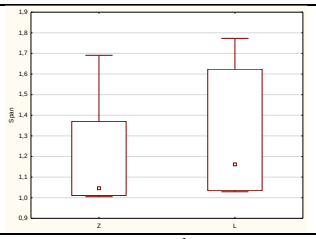
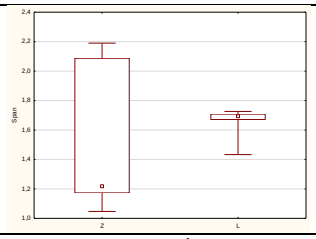
	D53			
		n/s	Z>L**[b]	Z>L**[b]
	D10			
		Z<L**[b]	n/s	Z>L**[b]
	D50			
		n/s	Z>L**[b]	Z>L**[b]
	D90			
		Z>L**[b]	Z>L**[b]	Z>L**[b]

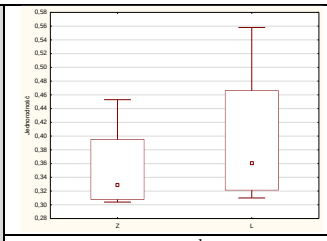
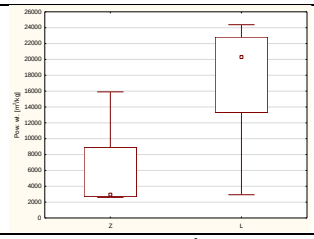
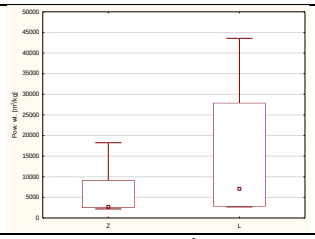
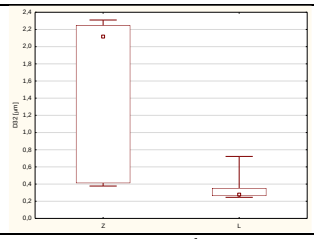
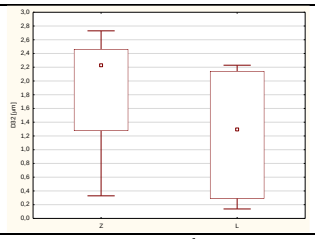
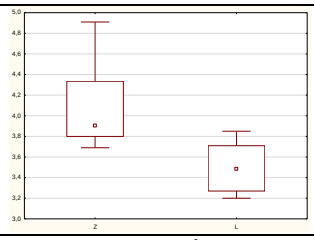
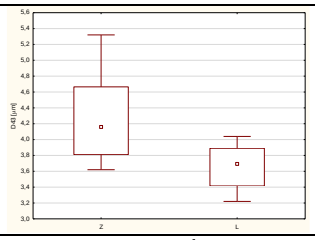
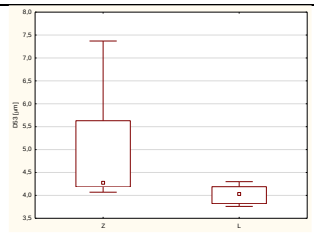
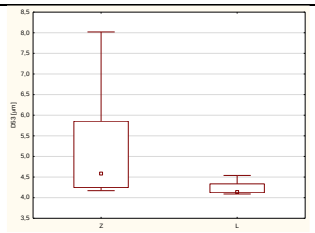
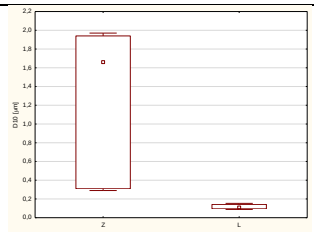
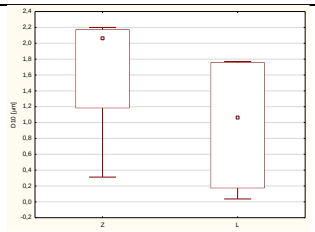
Legenda:

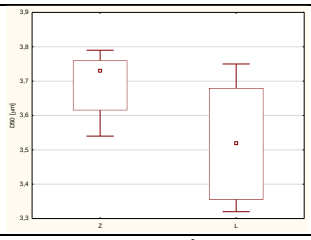
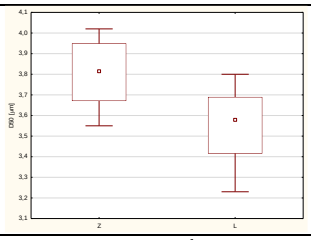
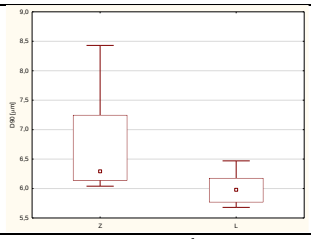
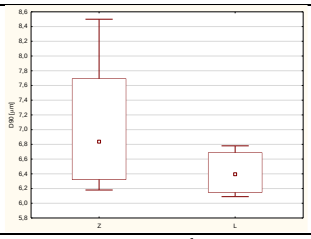
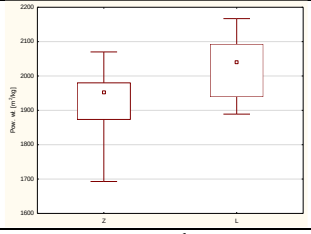
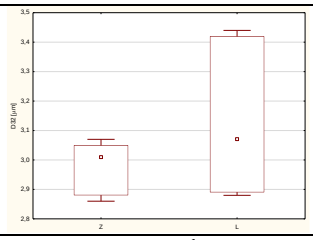
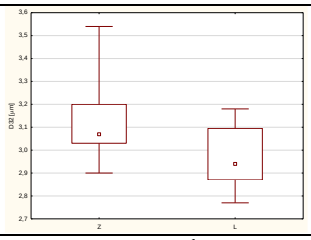
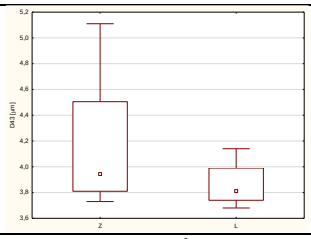
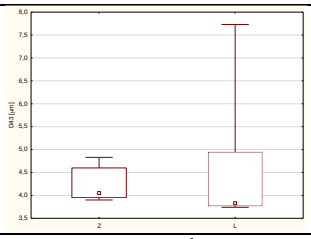
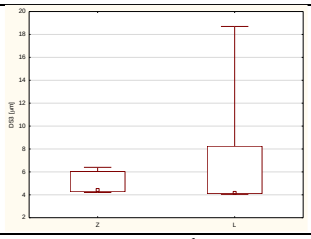
a
- Średnia
- Średnia±Błąd std
- Średnia±1,96*Błąd std

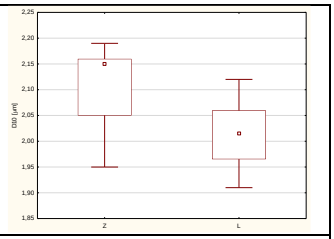
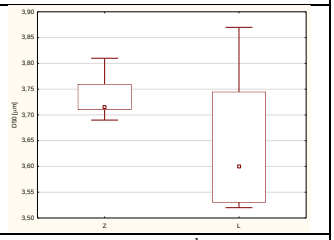
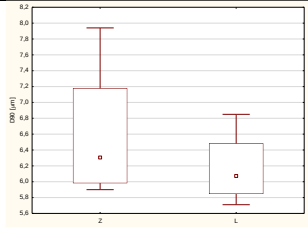
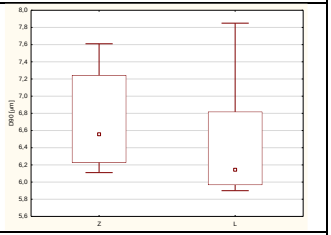
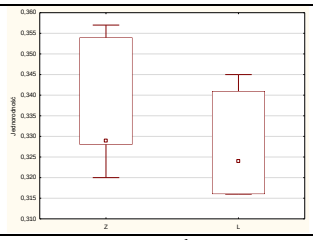
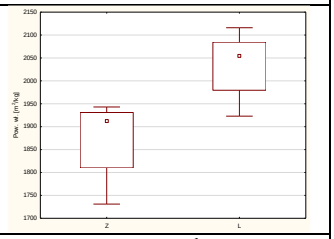
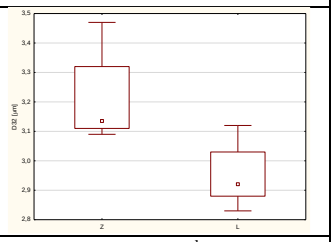
b
- Mediana
- 25-75%
- Min-Maks

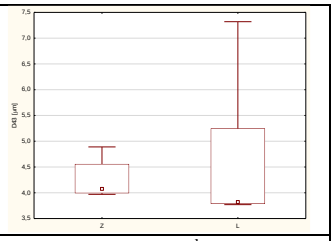
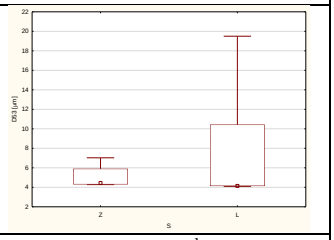
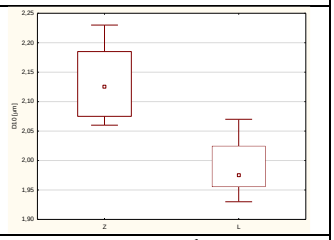
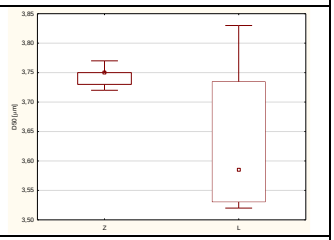
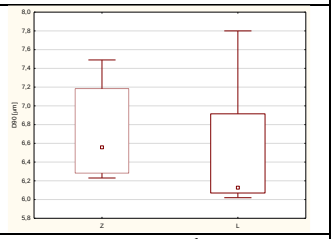
Tab. 63. Wpływ sezonowości na zmianę rozkładu wielkości cząstek kuleczek tłuszczowych mleka standaryzowanego w czasie chłodniczego przechowywania

Bufor	Parametr	0	1	2
EDTA	Span			
		Z>L*^{b}	n/s	n/s
	Jednorodność			
		Z>L*^{b}	n/s	n/s
	Pow. Wł.			
		Z>L*^{b}	n/s	Z<L**^{b}
	D32			
		Z<L*^{b}	n/s	Z>L**^{b}
	D10			
		Z<L*^{b}	n/s	Z>L**^{b}
SDS	Span			
		Z<L*^{b}	Z<L*^{b}	n/s

	Jednorodność			
		Z<L*^{b}	n/s	n/s
	Pow. wł.			
		n/s	Z<L**^{b}	Z<L**^{b}
	D32			
		n/s	Z>L**^{b}	Z>L**^{b}
	D43			
		n/s	Z>L**^{b}	Z>L**^{b}
	D53			
		n/s	Z>L**^{b}	Z>L**^{b}
	D10			
		n/s	Z>L**^{b}	Z>L**^{b}

	D50			
		n/s	Z>L**^{b}	Z>L**^{b}
	D90			
		n/s	Z>L**^{b}	Z>L**^{b}
50C EDTA	Pow. wł.			
		n/s	n/s	Z<L*^{b}
	D32			
		Z<L**^{b}	n/s	Z>L** ^{b}
	D43			
		n/s	Z>L*^{b}	Z>L**^{b}
	D53			
		n/s	n/s	Z>L** ^{b}

	D10			
		n/s	n/s	Z>L** [b]
	D50			
		n/s	n/s	Z>L** [b]
	D90			
		n/s	Z>L*[b]	Z>L**[b]
50C SDS	Jednorodność			
		Z>L*[b]	n/s	n/s
	Pow. wł.			
		n/s	n/s	Z<L** [b]
	D32			
		n/s	n/s	Z>L** [b]

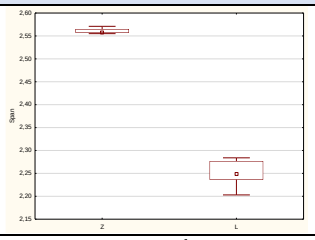
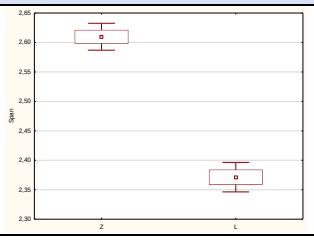
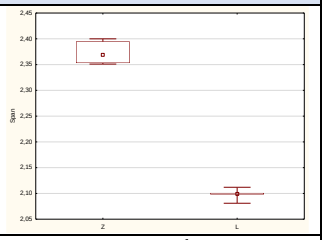
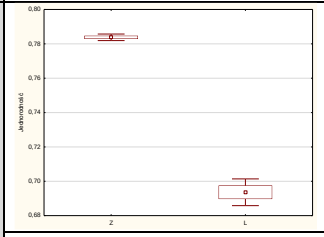
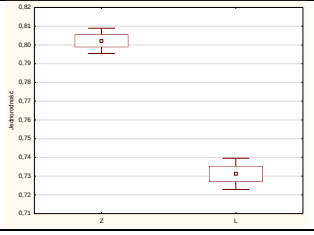
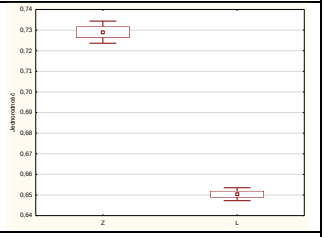
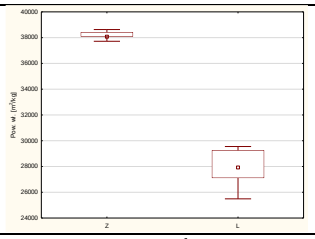
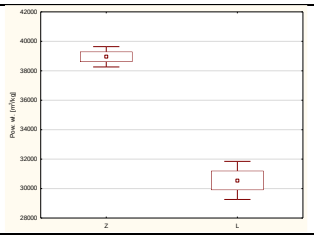
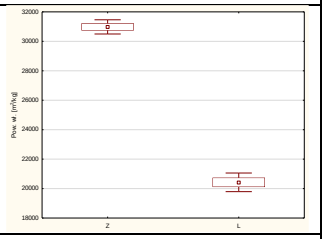
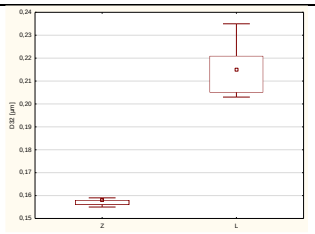
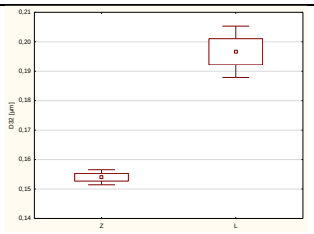
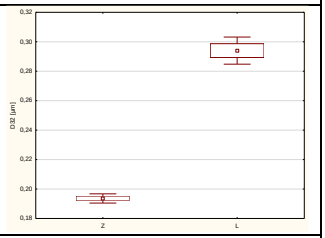
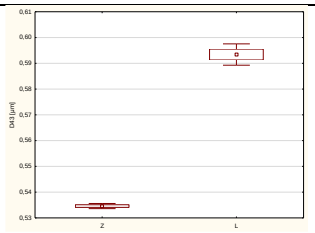
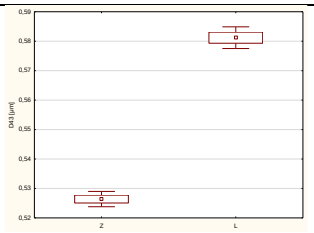
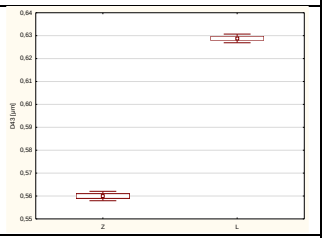
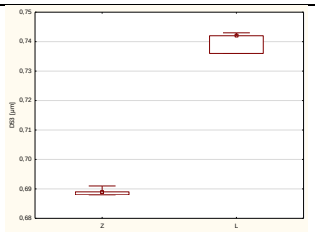
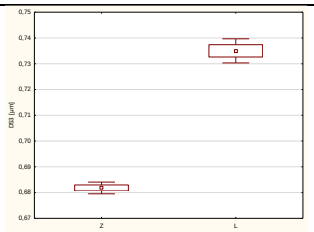
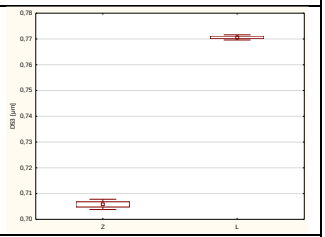
	D43			
		n/s	n/s	Z>L** [b]
	D53			
		n/s	n/s	Z>L** [b]
	D10			
		n/s	n/s	Z>L** [b]
	D50			
		n/s	n/s	Z>L** [b]
	D90			
		n/s	n/s	Z>L** [b]

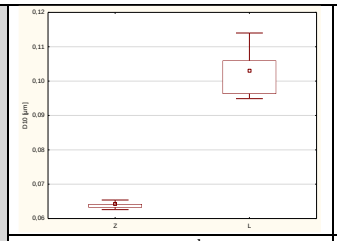
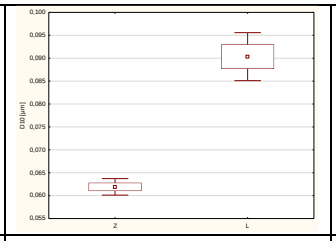
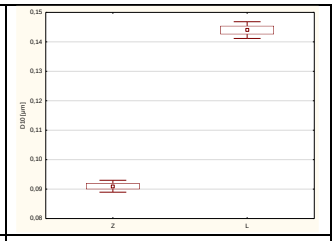
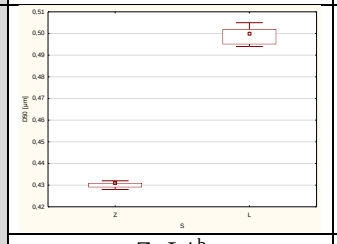
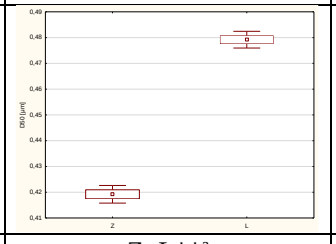
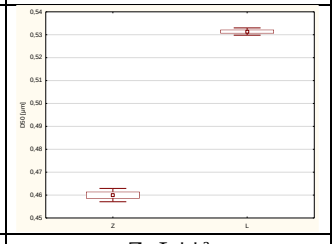
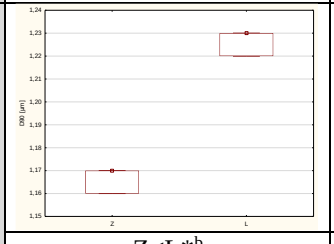
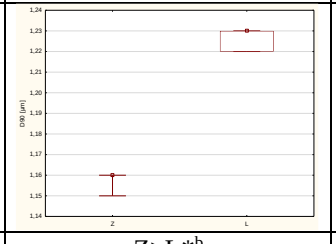
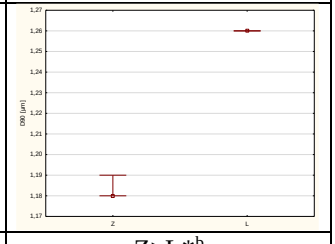
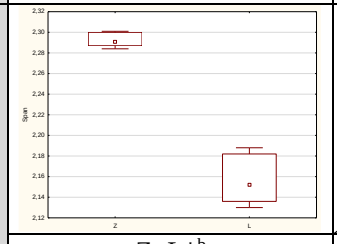
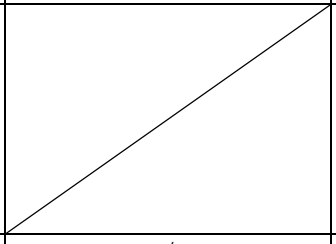
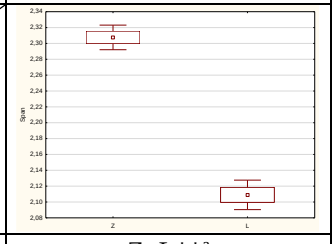
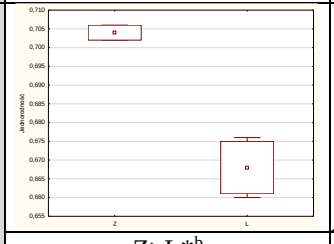
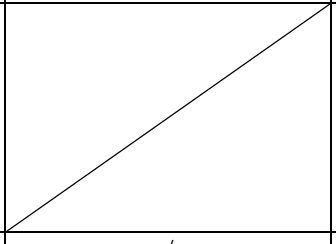
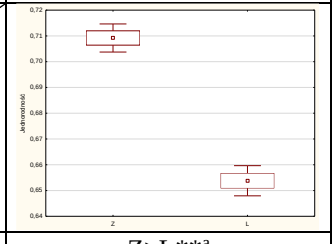
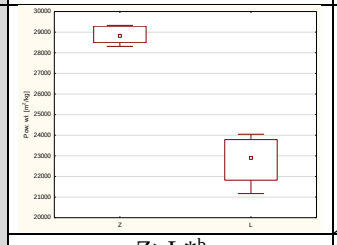
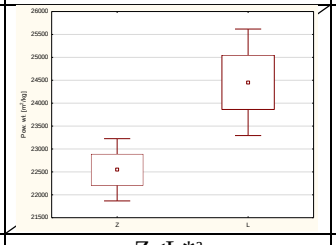
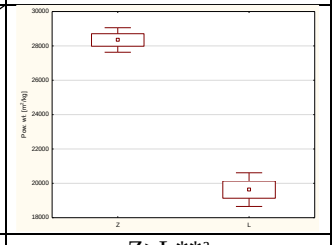
Legenda:

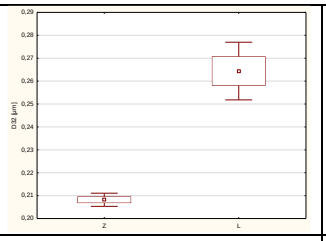
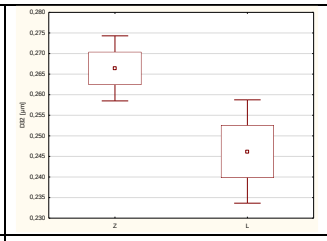
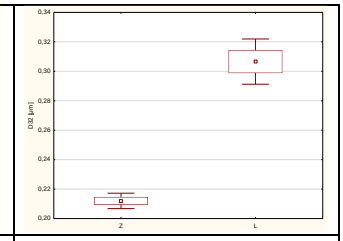
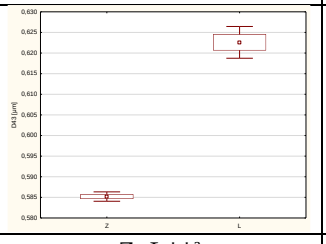
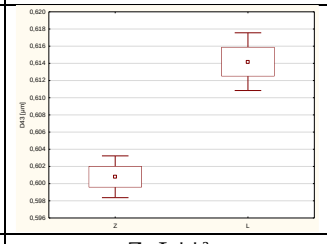
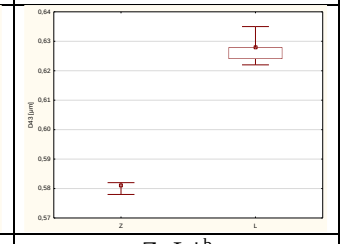
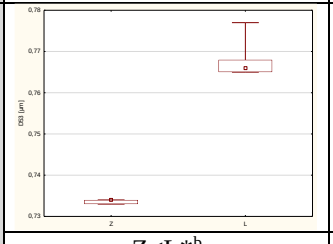
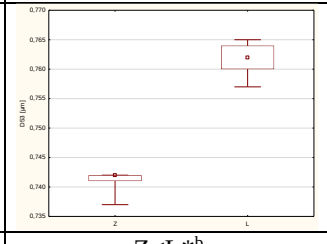
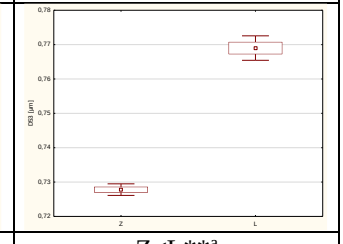
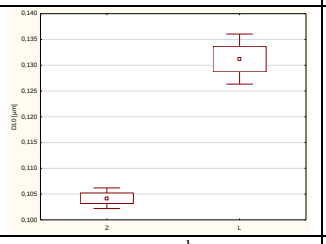
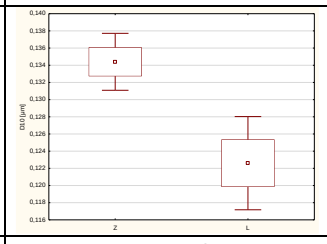
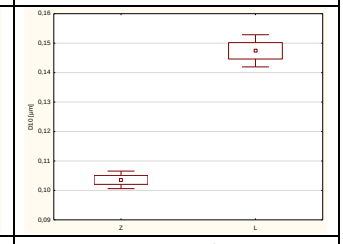
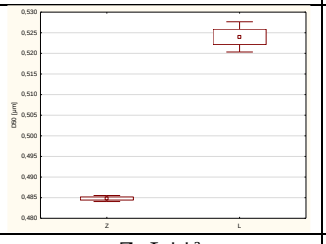
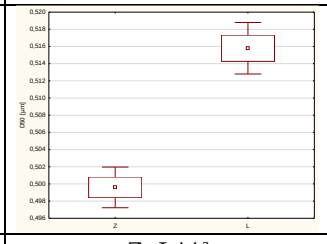
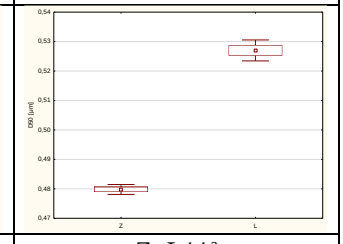
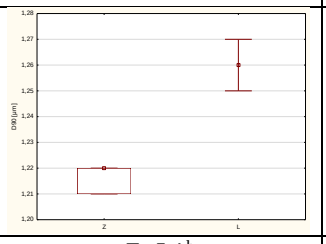
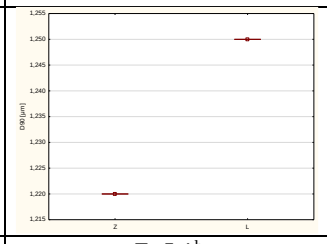
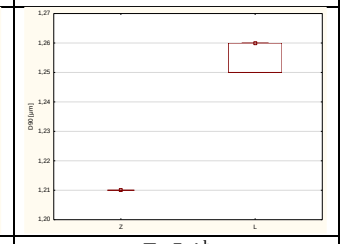
a
- Średnia
- Średnia±Błąd std
- Średnia±1,96*Błąd std

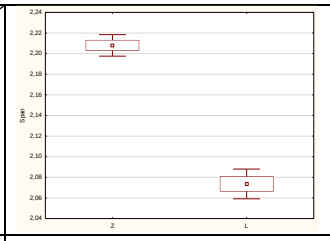
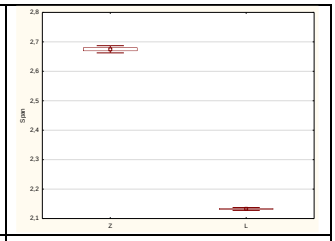
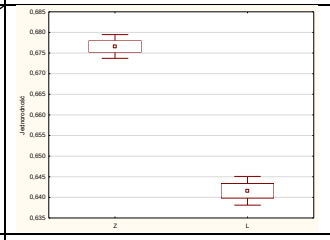
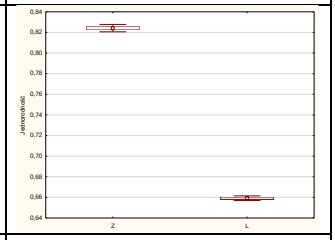
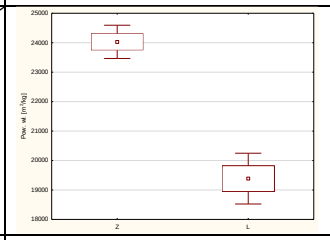
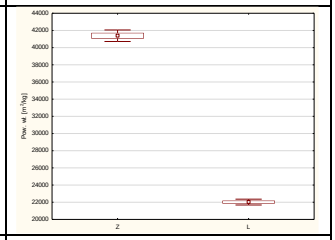
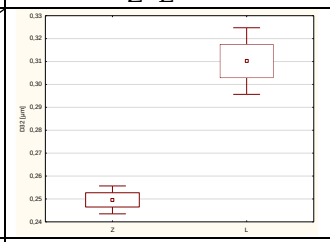
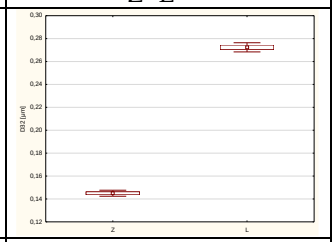
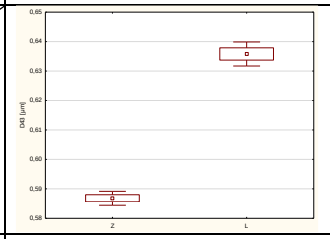
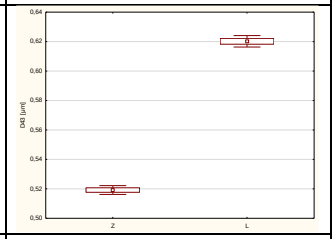
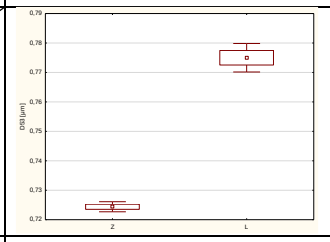
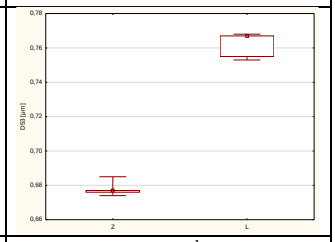
b
- Mediana
- 25-75%
- Min-Maks

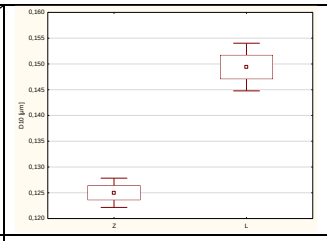
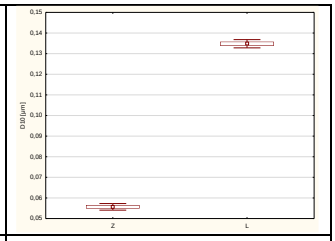
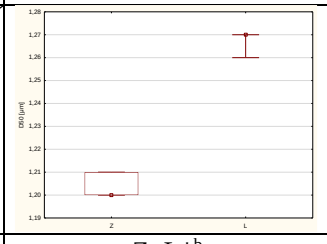
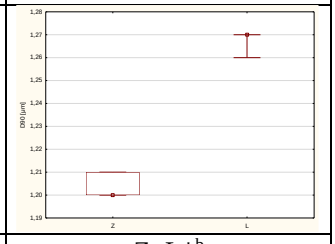
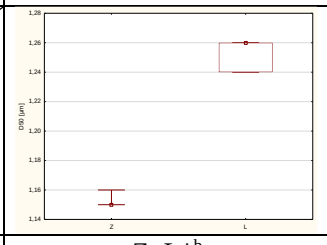
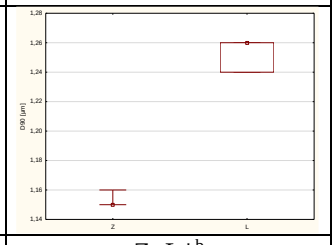
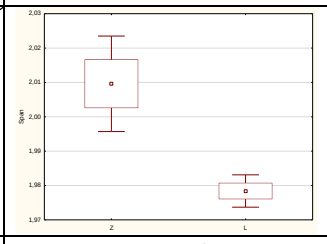
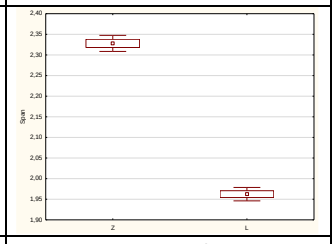
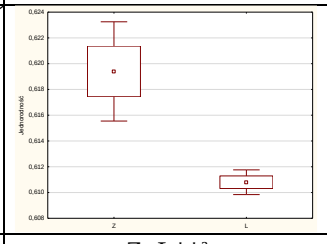
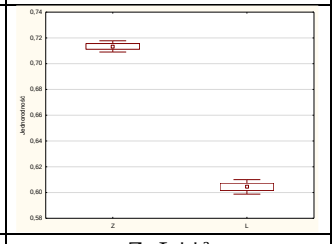
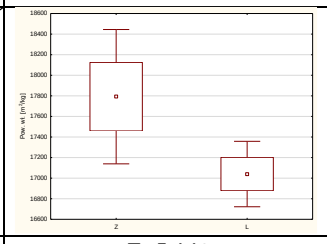
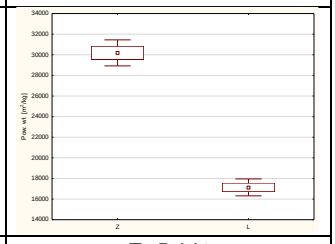
Tab. 64. Wpływ sezonowości na zmianę parametrów rozkładu wielkości cząstek mleka homogenizowanego ESL w czasie chłodniczego przechowywania

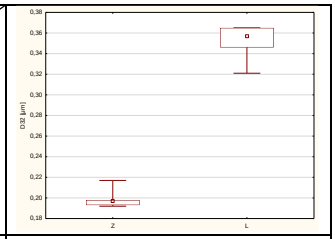
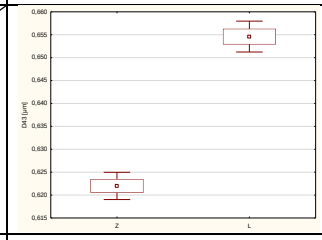
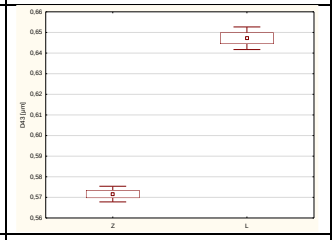
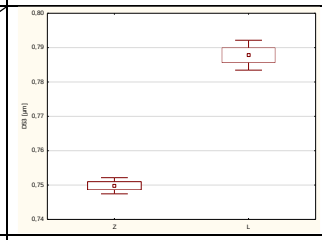
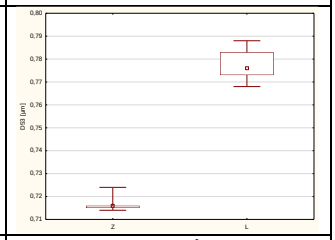
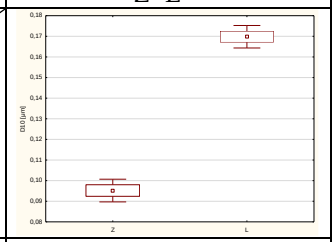
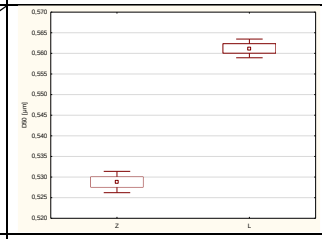
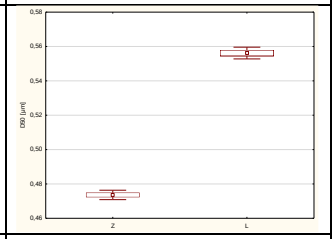
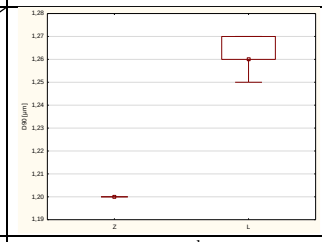
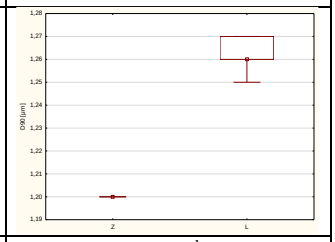
Wariant	Parametr	0	1	2
EDTA	Span			
		Z>L*[b]	Z>L**[a]	Z>L*[b]
	Jednorodność			
		Z>L**[a]	Z>L**[a]	Z>L**[a]
	Pow. wł.			
		Z>L*[b]	Z>L**[a]	Z>L**[a]
	D32			
		Z<L*[b]	Z<L**[a]	Z<L**[a]
	D43			
		Z<L**[a]	Z<L**[a]	Z<L**[a]
	D53			
		Z<L*[b]	Z<L**[a]	Z<L**[a]

	D10			
		Z<L*^{b}	Z<L**^{a}	Z<L**^{a}
	D50			
		Z<L*^{b}	Z<L**^{a}	Z<L**^{a}
	D90			
		Z<L*^{b}	Z>L*^{b}	Z>L*^{b}
SDS	Span			
		Z>L*^{b}	n/s	Z>L**^{a}
	Jednorodność			
		Z>L*^{b}	n/s	Z>L**^{a}
	Pow. wł.			
		Z>L*^{b}	Z<L*^{a}	Z>L**^{a}

	D32			
		Z<L**^{a}	Z>L*^{a}	Z<L**^{a}
	D43			
		Z<L**^{a}	Z<L**^{a}	Z<L*^{b}
	D53			
		Z<L*^{b}	Z<L*^{b}	Z<L**^{a}
	D10			
		Z<L*^{b}	Z<L**^{a}	Z<L**^{a}
	D50			
		Z<L**^{a}	Z<L**^{a}	Z<L**^{a}
	D90			
		Z<L*^{b}	Z<L*^{b}	Z<L*^{b}

50C EDTA	Span			
		-	Z>L**[a]	Z>L**[a]
	Jednorodność			
		-	Z>L**[a]	Z>L**[a]
	Pow. wł.			
		-	Z>L**[a]	Z>L**[a]
	D32			
		-	Z<L**[a]	Z<L**[a]
	D43			
		-	Z<L**[a]	Z<L**[a]
	D53			
		-	Z<L**[a]	Z<L*[b]

	D10			
		-	Z<L**[a]	Z<L**[a]
	D50			
		-	Z<L*[b]	Z<L*[b]
	D90			
		-	Z<L*[b]	Z<L*[b]
50C SDS	Span			
		-	Z>L**[a]	Z>L**[a]
	Jednorodność			
		-	Z>L**[a]	Z>L**[a]
	Pow. wł.			
		-	Z>L**[a]	Z>L**[a]

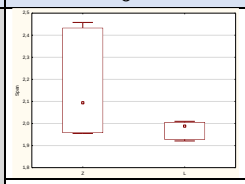
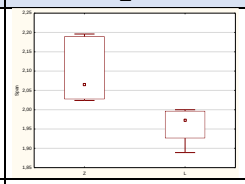
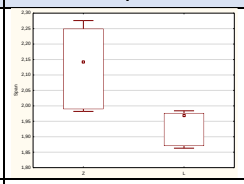
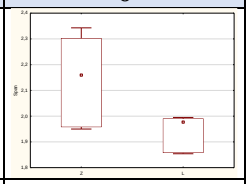
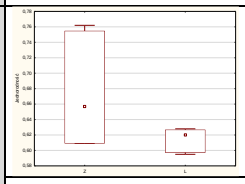
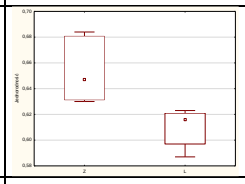
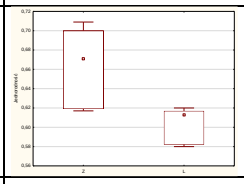
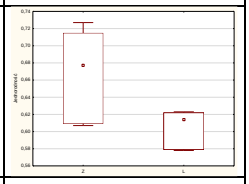
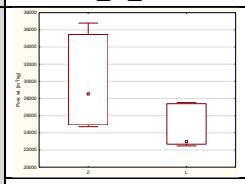
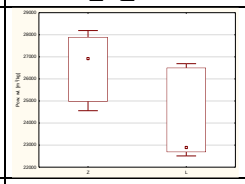
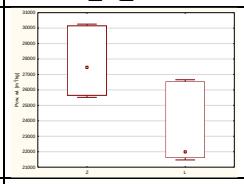
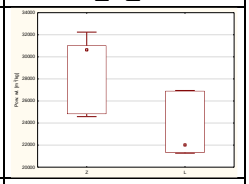
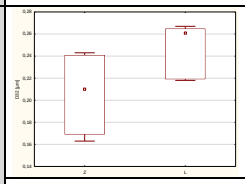
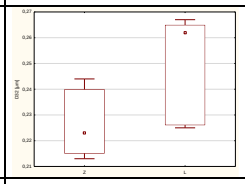
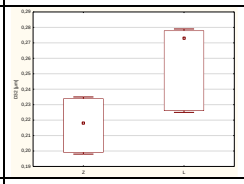
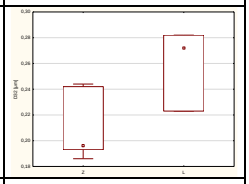
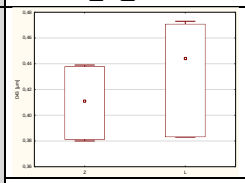
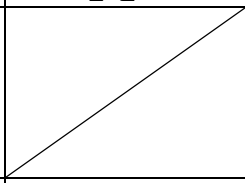
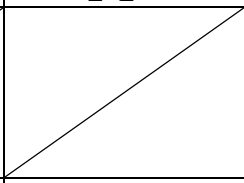
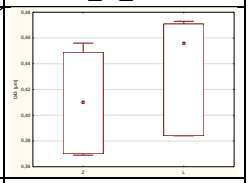
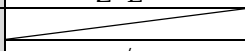
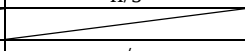
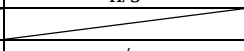
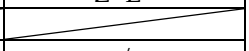
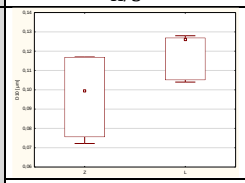
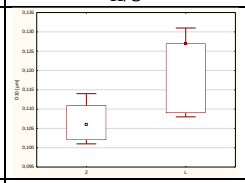
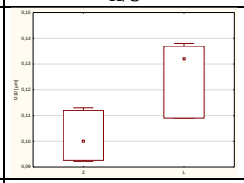
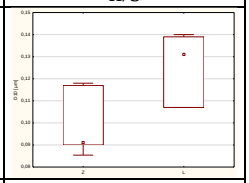
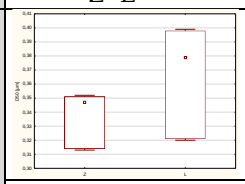
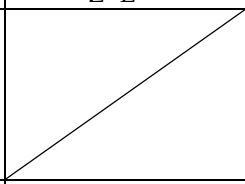
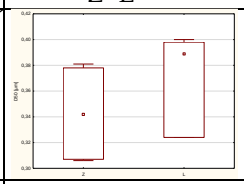
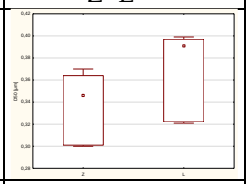
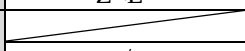
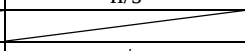
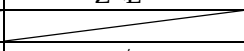
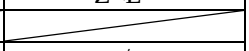
	D32			
		-	n/s	Z<L*[b]
	D43			
		-	Z<L**[a]	Z<L**[a]
	D53			
		-	Z<L**[a]	Z<L*[b]
	D10			
		-	n/s	Z<L**[a]
	D50			
		-	Z<L**[a]	Z<L**[a]
	D90			
		-	Z<L*[b]	Z<L*[b]

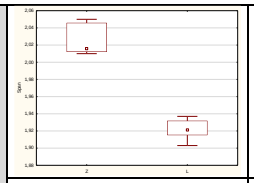
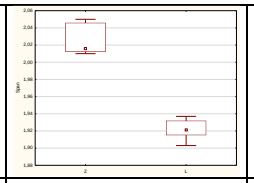
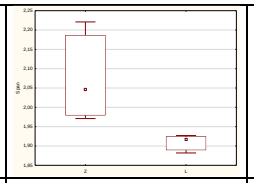
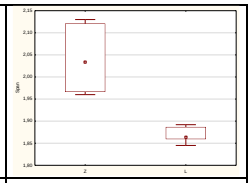
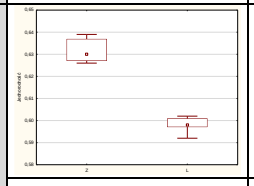
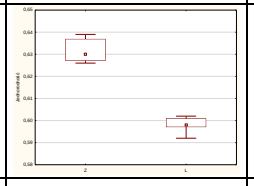
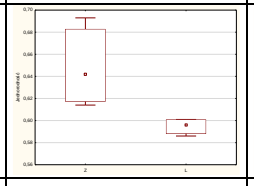
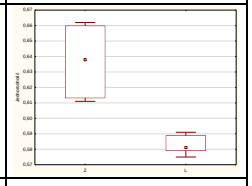
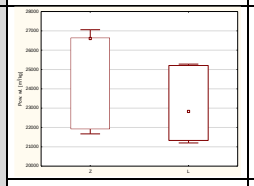
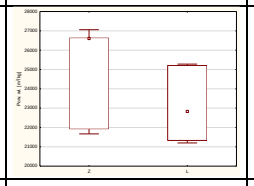
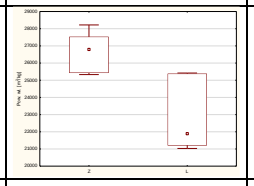
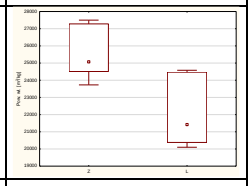
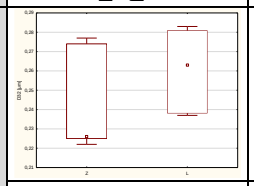
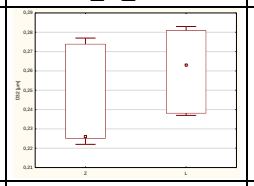
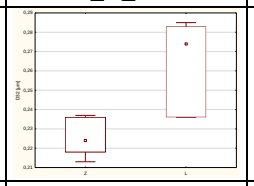
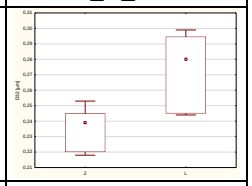
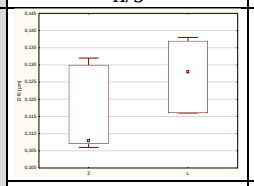
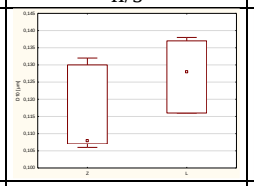
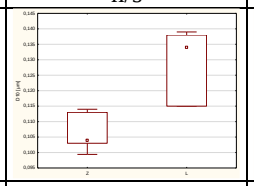
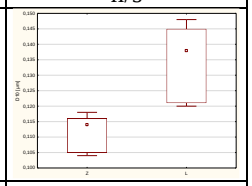
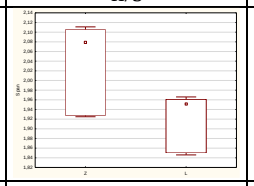
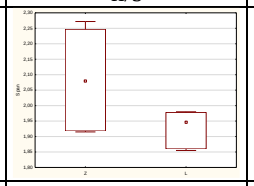
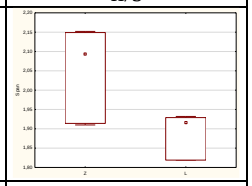
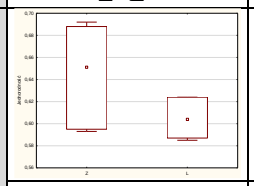
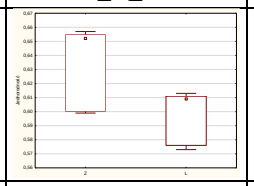
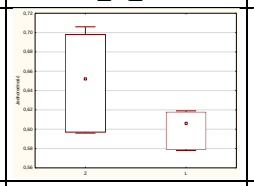
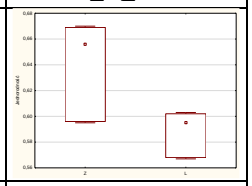
Legenda:

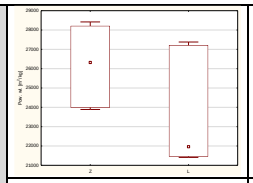
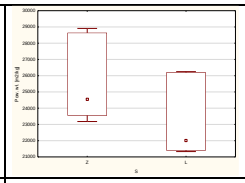
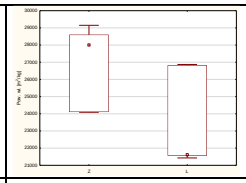
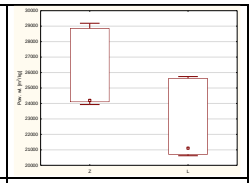
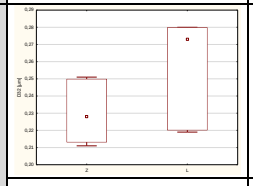
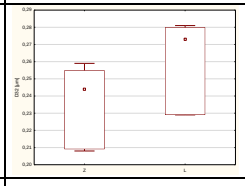
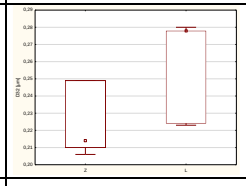
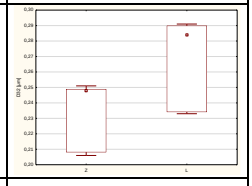
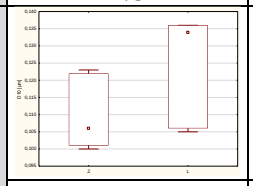
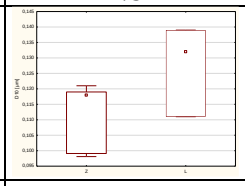
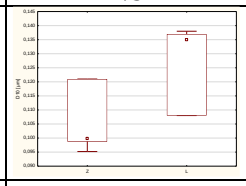
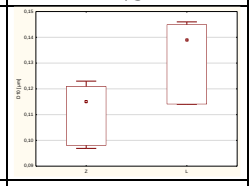
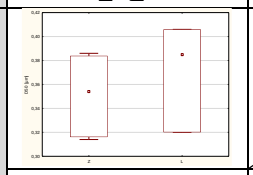
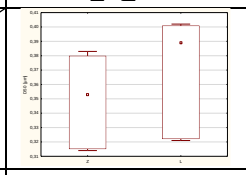
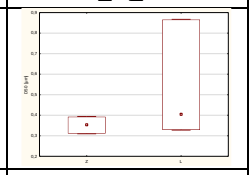
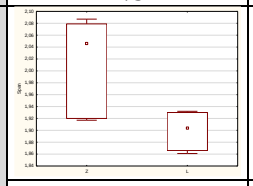
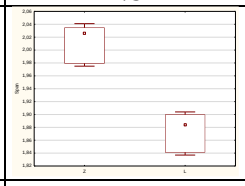
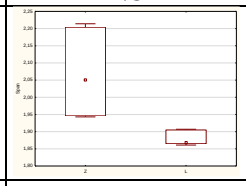
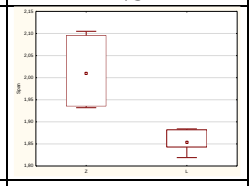
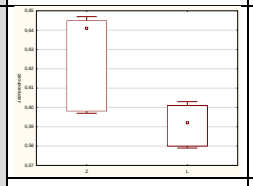
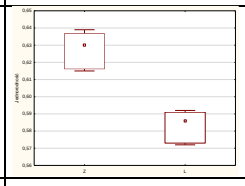
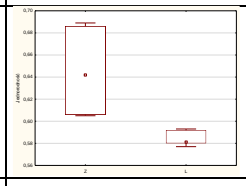
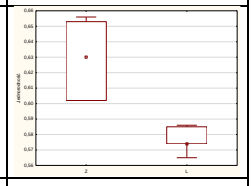
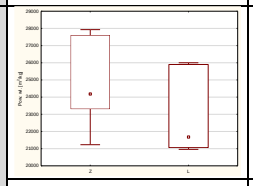
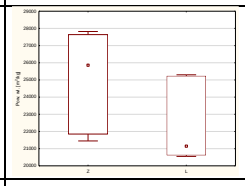
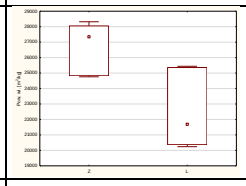
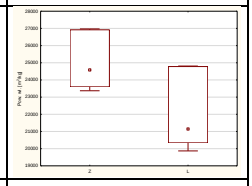
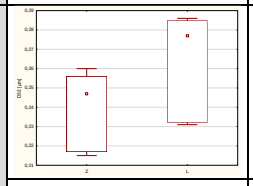
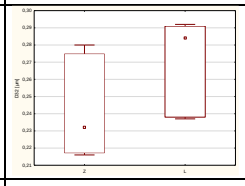
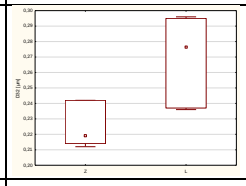
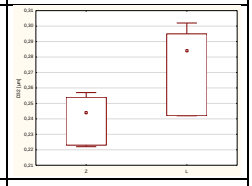
a
- Średnia
- Średnia±Błąd std
- Średnia±1,96*Błąd std

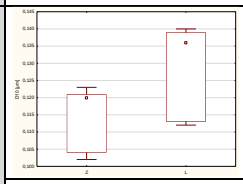
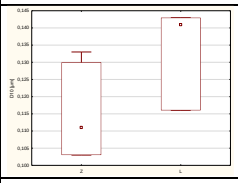
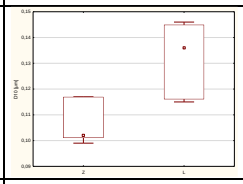
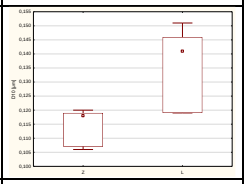
b
- Mediana
- 25-75%
- Min-Maks

Tab. 65. Wpływ sezonowości na zmianę parametrów rozkładu wielkości cząstek mleka homogenizowanego UHT w czasie chłodniczego przechowywania

Wariant	Parametr	0	2	4	6
EDTA	Span				
		Z>L**	Z>L**	Z>L**	Z>L**
	Jednorodność				
		Z>L*	Z>L**	Z>L**	Z>L*
	Pow. wł.				
		Z>L**	Z>L**	Z>L**	Z>L**
	D32				
		Z<L**	Z<L**	Z<L**	Z<L**
	D43				
		Z<L*	n/s	n/s	Z<L*
	D53				
		n/s	n/s	n/s	n/s
	D10				
		Z<L**	Z<L**	Z<L**	Z<L**
	D50				
		Z<L*	n/s	Z<L*	Z<L*
	D90				
		n/s	n/s	n/s	n/s

SDS	Span				
		Z>L**	Z>L**	Z>L**	Z>L**
	Jednorodność				
		Z>L**	Z>L**	Z>L**	Z>L**
	Pow. wł.				
		Z>L*	Z>L**	Z>L**	Z>L**
	D32				
		Z<L*	Z<L**	Z<L**	Z<L**
	D43				
		n/s	n/s	n/s	n/s
	D53				
		n/s	n/s	n/s	n/s
	D10				
		Z<L*	Z<L**	Z<L**	Z<L**
	D50				
		n/s	n/s	n/s	n/s
	D90				
		n/s	n/s	n/s	n/s
50C EDTA	Span				
		Z>L*	Z>L*	Z>L*	Z>L**
	Jednorodność				
		Z>L*	Z>L*	Z>L**	Z>L*

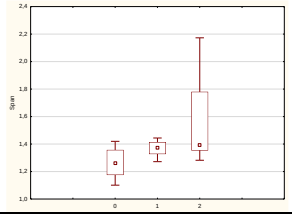
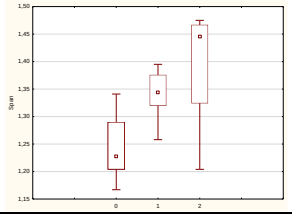
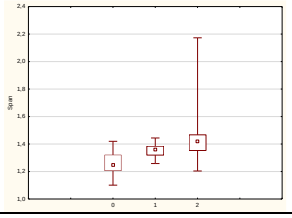
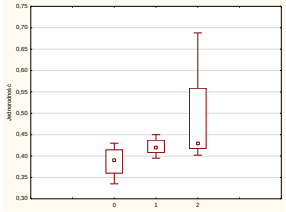
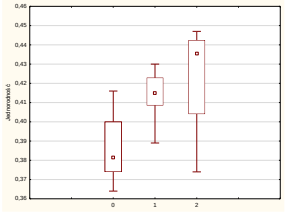
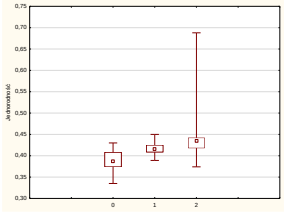
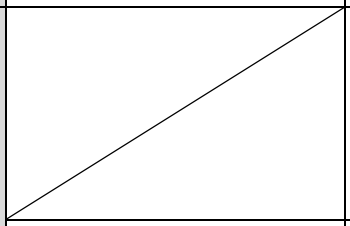
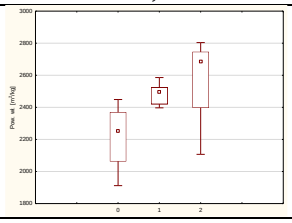
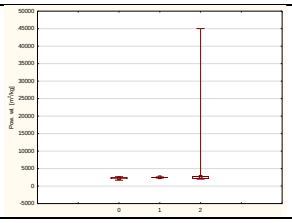
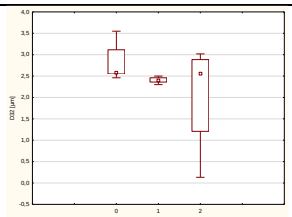
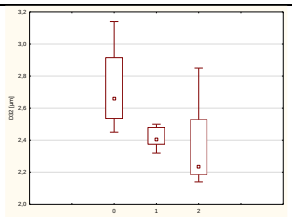
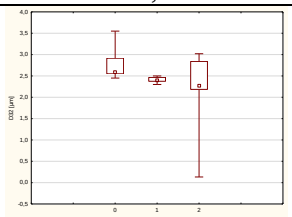
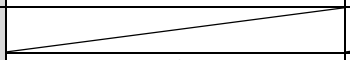
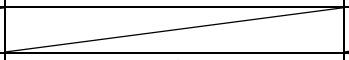
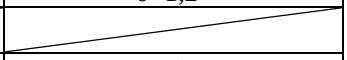
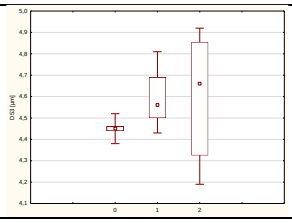
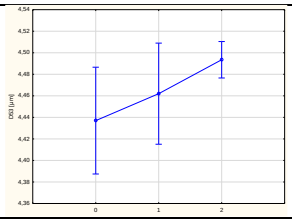
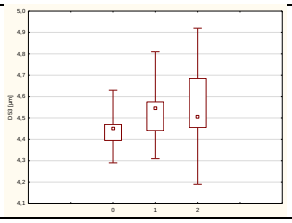
	Pow. wł.				
		Z>L*	Z>L*	Z>L**	Z>L*
	D32				
		Z<L*	Z<L*	Z<L**	Z<L*
	D43				
		n/s	n/s	n/s	n/s
	D53				
		n/s	n/s	n/s	n/s
	D10				
		Z<L*	Z<L*	Z<L**	Z<L*
	D50				
		Z<L*	n/s	Z<L*	Z<L*
	D90				
		n/s	n/s	n/s	n/s
50C SDS	Span				
		Z>L**	Z>L**	Z>L**	Z>L**
	Jednorodność				
		Z>L**	Z>L**	Z>L**	Z>L**
	Pow. wł.				
		Z>L*	Z>L**	Z>L**	Z>L**
	D32				
		Z<L*	Z<L**	Z<L**	Z<L*

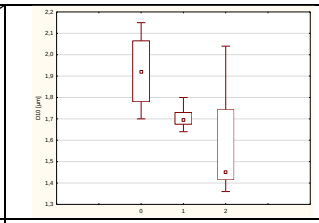
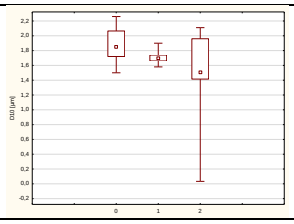
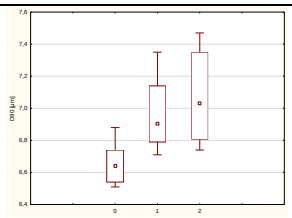
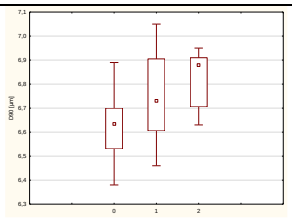
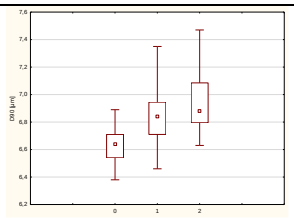
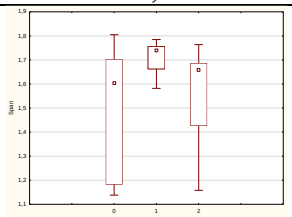
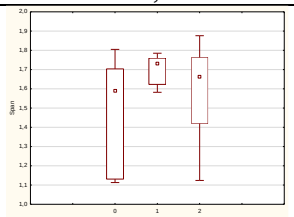
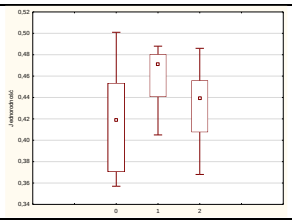
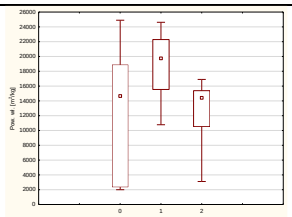
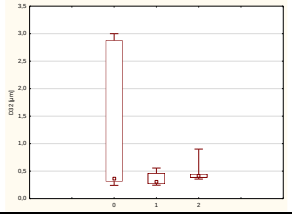
	D43				
		n/s	n/s	n/s	n/s
	D53				
		n/s	n/s	n/s	n/s
	D10				
		Z<L*	Z<L**	Z<L**	Z<L**
	D50				
		n/s	n/s	n/s	n/s
	D90				
		n/s	n/s	n/s	n/s

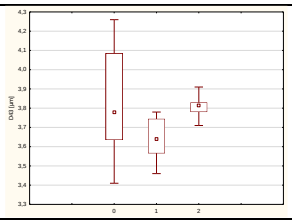
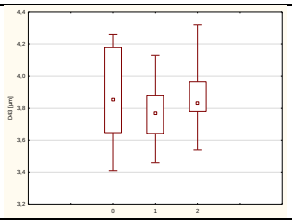
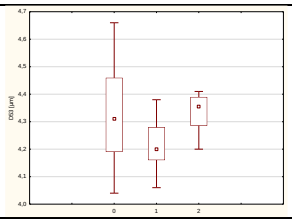
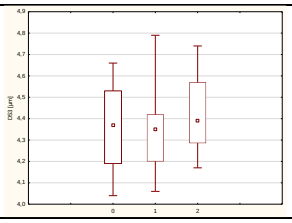
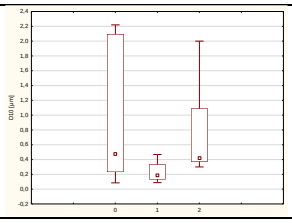
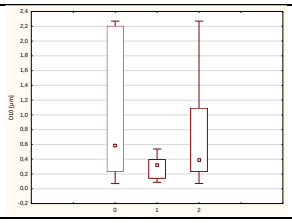
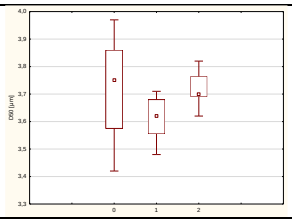
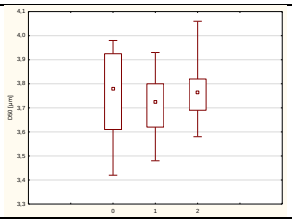
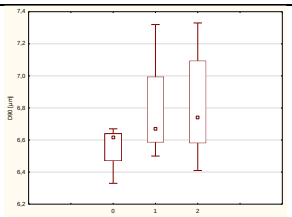
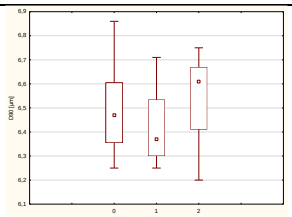
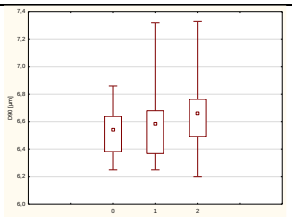
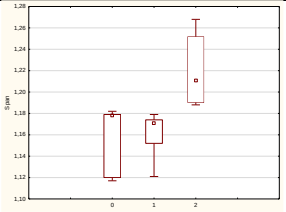
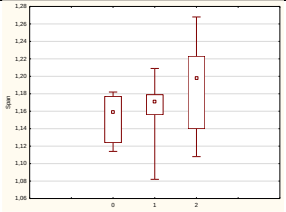
Legenda:

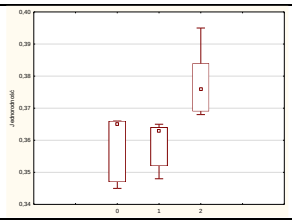
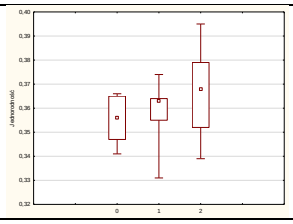
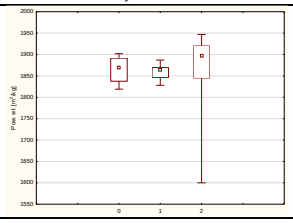
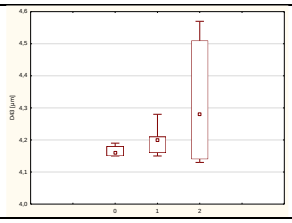
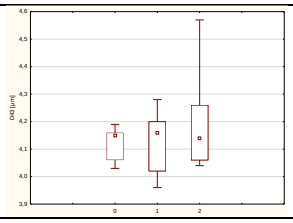
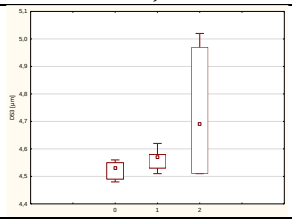
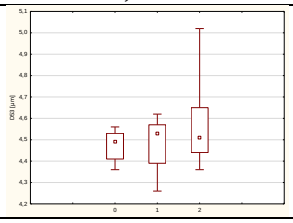
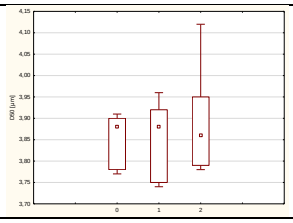
- Mediana
- 25-75%
- Min-Maks

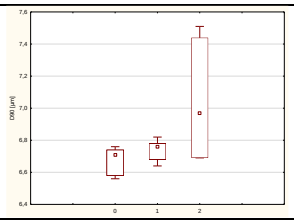
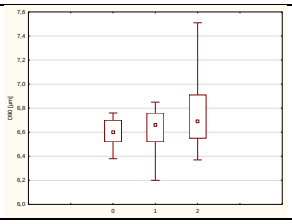
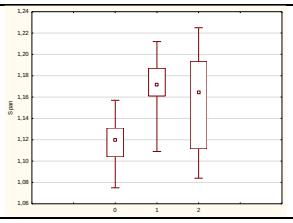
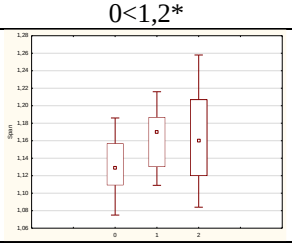
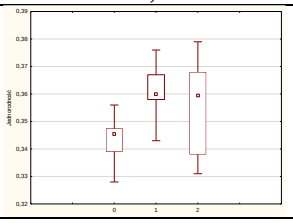
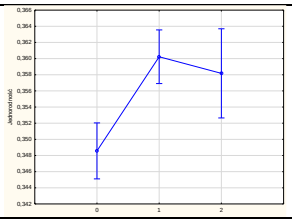
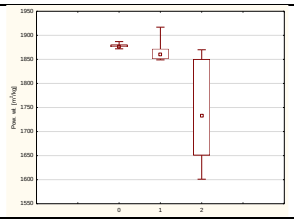
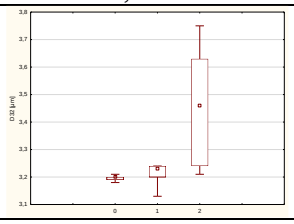
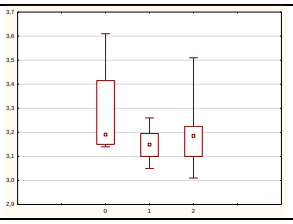
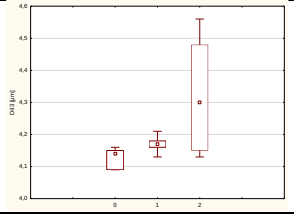
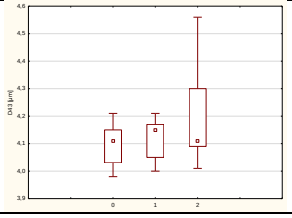
Tab. 66. Zmiany rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka surowego w czasie chłodniczego przechowywania

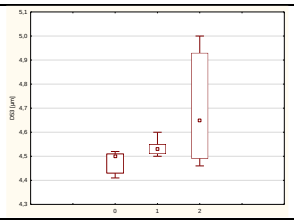
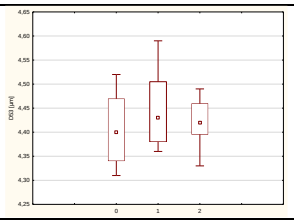
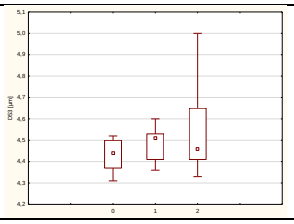
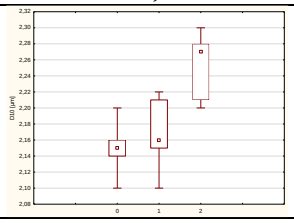
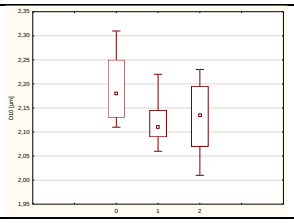
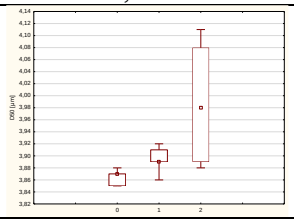
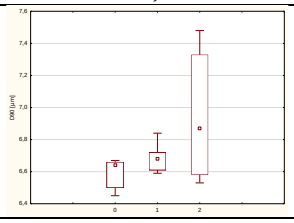
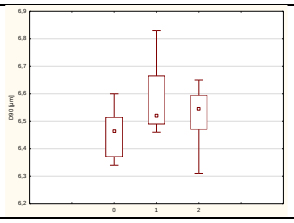
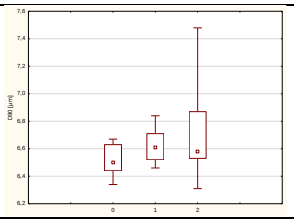
Wariant	Parametr	Z	L	Z+L
EDTA	Span			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*
	Jednorodność			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1<2*
	Pow. wł.			
		n/s	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*
	D32			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>1*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>1,2*
	D43			
		n/s	n/s	n/s
	D53			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	MANOVA: * Post hoc NIR Fishera: 0<2**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*

	D10			
		n/s	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>2*
	D50			
		n/s	n/s	n/s
	D90			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*
SDS	Span			
		n/s	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 0<1*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 0<1*
	Jednorodność			
		n/s	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 0<1*	n/s
	Pow. wł.			
		n/s	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 1>2*	n/s
	D32			
		n/s	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 1<2*	n/s

	D43			
		n/s	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>1*, 1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 1<2*
	D53			
		n/s	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>1*, 1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 1<2*
	D10			
		n/s	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 1<2*
	D50			
		n/s	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 1<2*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 1<2*
	D90			
		ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 0<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>1,1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 1<2*
50C EDTA	Span			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	n/s	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*

	Jednorodność			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	n/s	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*
	Pow. wł.			
		n/s	n/s	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 1<2*
	D32			
		n/s	n/s	n/s
	D43			
		ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 0<1,2*	n/s	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*
	D53			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*	n/s	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*
	D10			
		n/s	n/s	n/s
	D50			
		n/s	n/s	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: n/s

	D90			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	n/s	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*
50C SDS	Span			
		n/s	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1*
	Jednorodność			
		n/s	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*	MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 0<1,2*
	Pow. wł.			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1>2*	n/s	n/s
	D32			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<2*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: n/s	n/s
	D43			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*	n/s	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1*

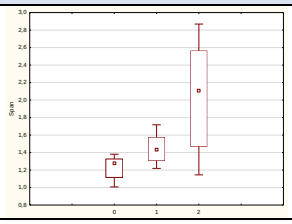
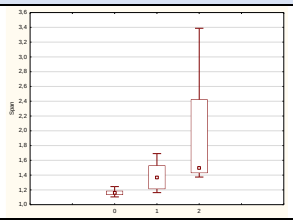
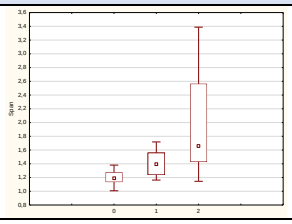
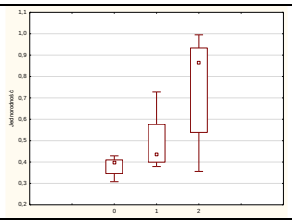
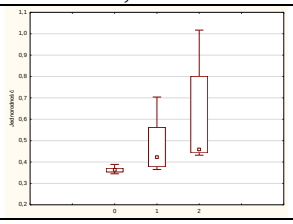
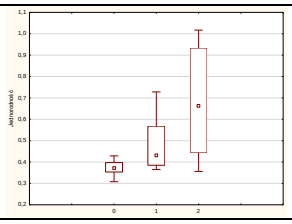
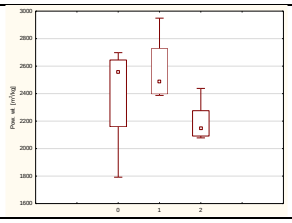
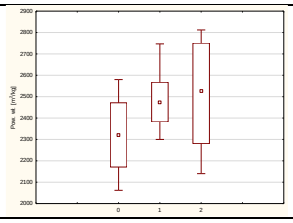
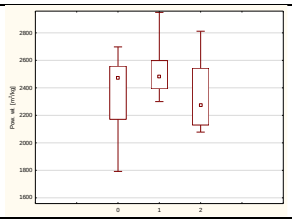
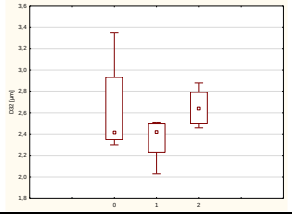
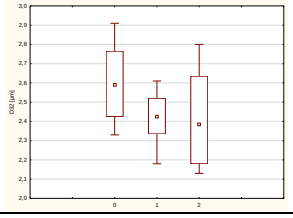
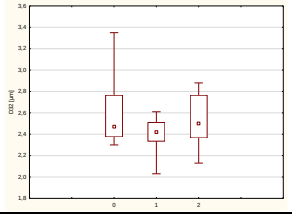
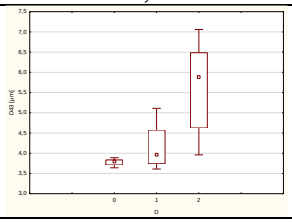
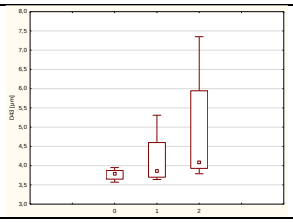
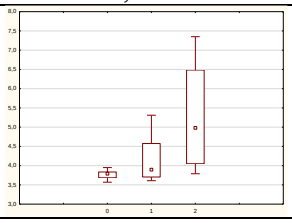
	D53			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman:0<1*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman:0<1,2*
	D10			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman:0<1,2*	n/s
	D50			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*	n/s	n/s
	D90			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman:0<1,2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman:0<1,2*

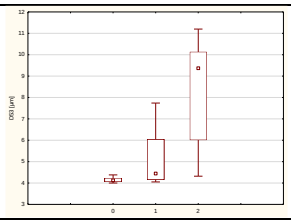
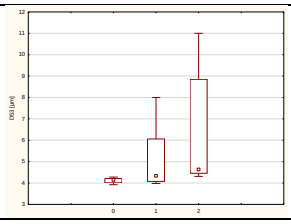
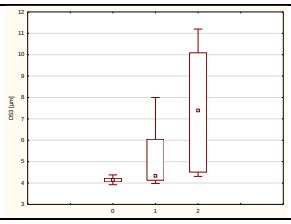
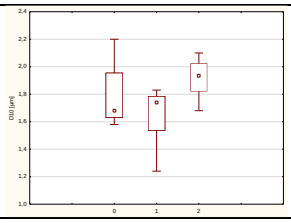
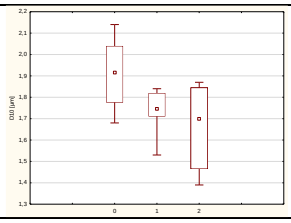
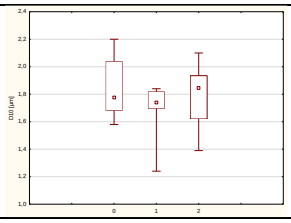
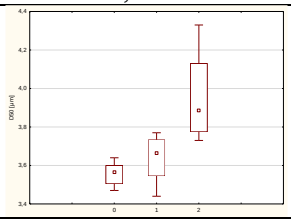
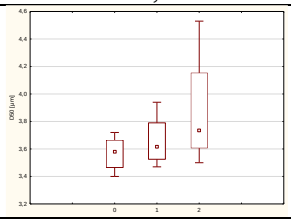
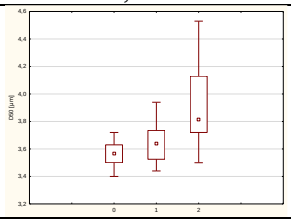
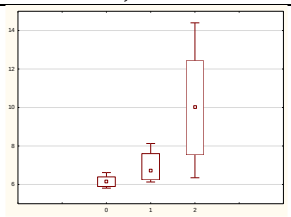
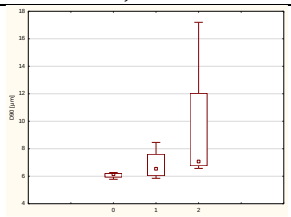
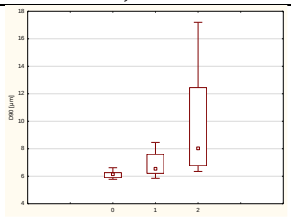
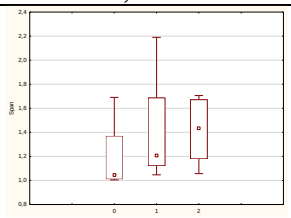
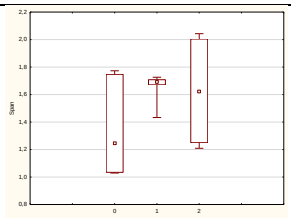
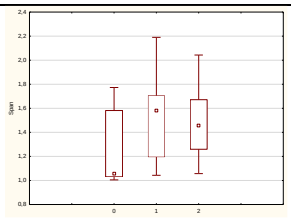
Legenda:

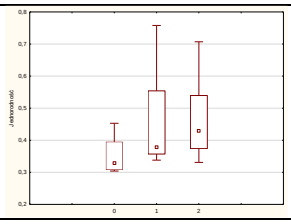
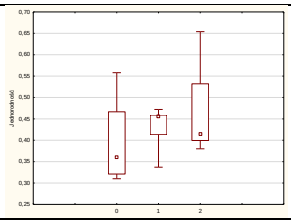
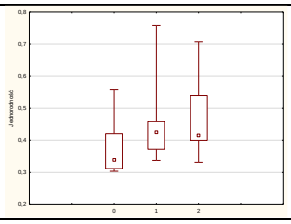
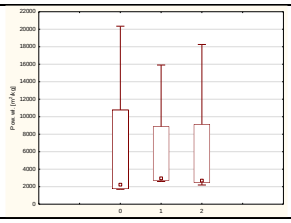
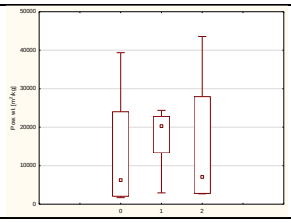
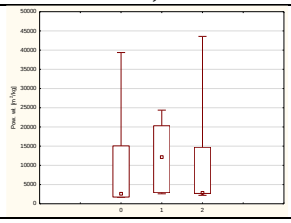
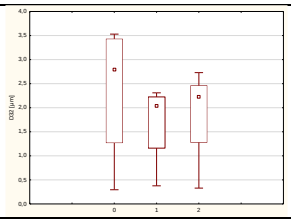
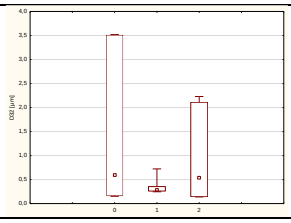
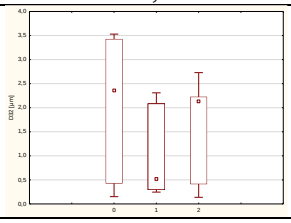
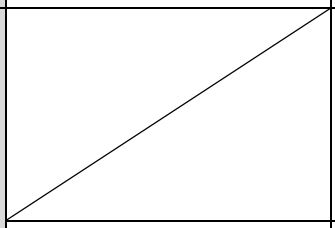
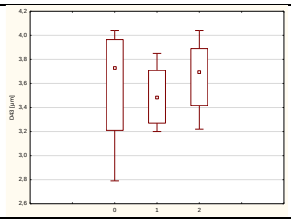
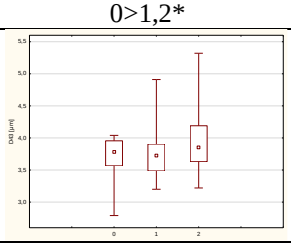
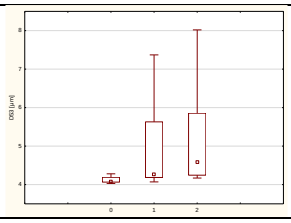
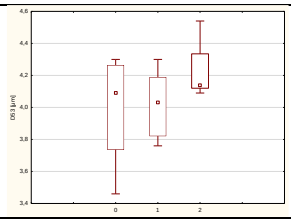
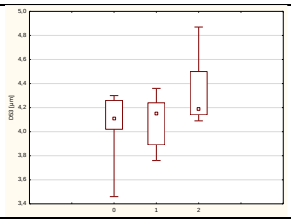
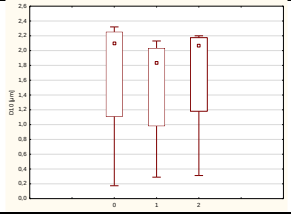
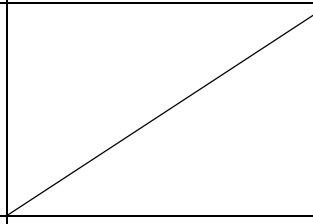
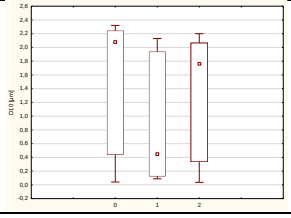
MANOVA
Pionowe słupki oznaczają 0,95 przedziały ufności
Miara tendencji centralnej = średnia

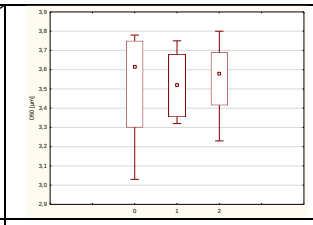
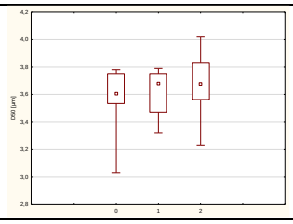
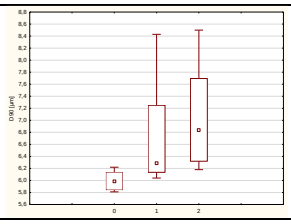
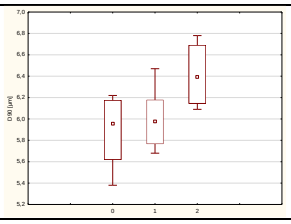
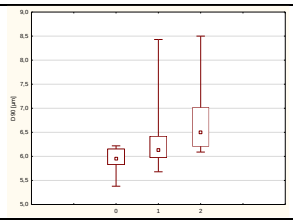
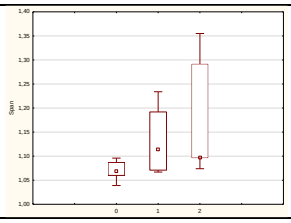
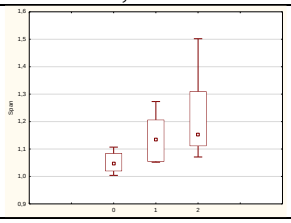
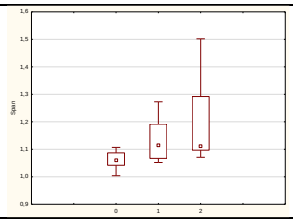
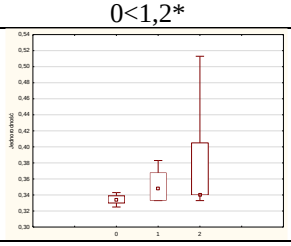
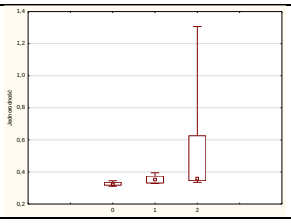
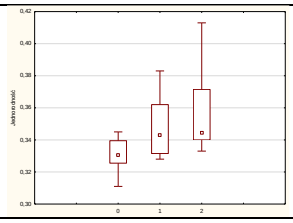
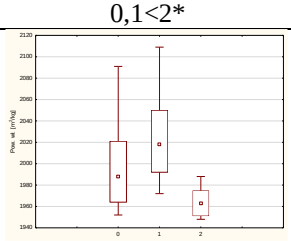
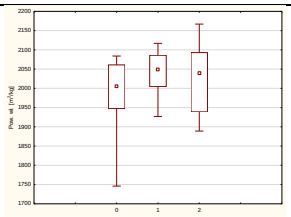
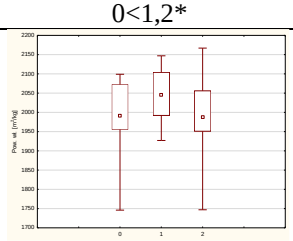
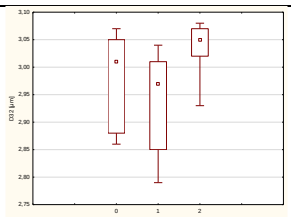
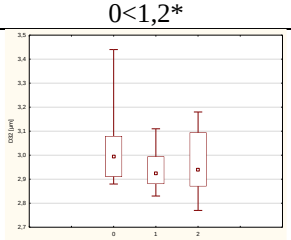
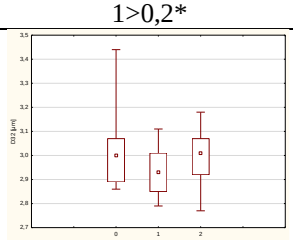
ANOVA Friedmana
Mediana
25-75%
Min-Maks

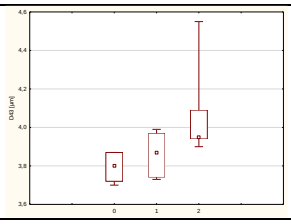
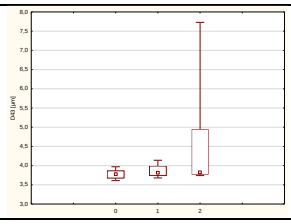
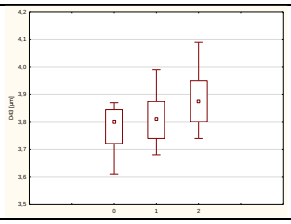
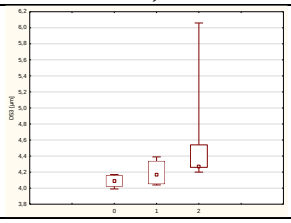
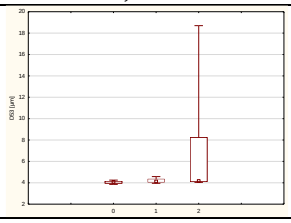
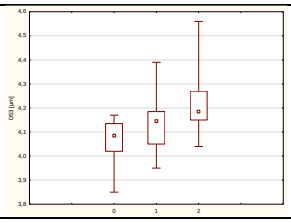
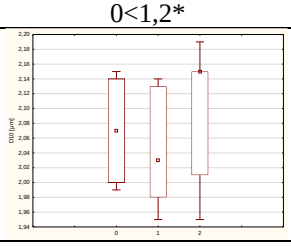
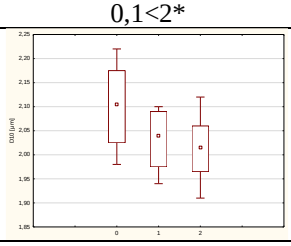
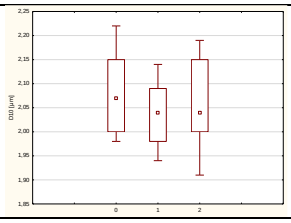
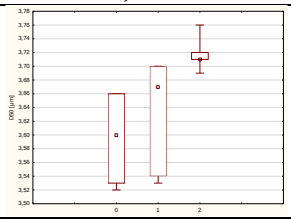
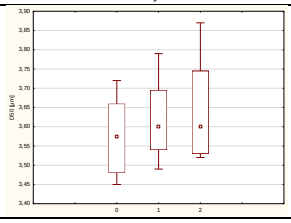
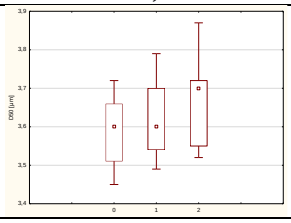
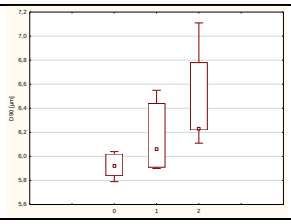
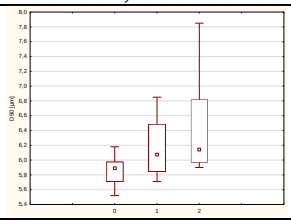
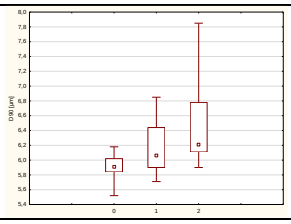
Tab. 67. Zmiany rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka standaryzowanego w czasie chłodniczego przechowywania

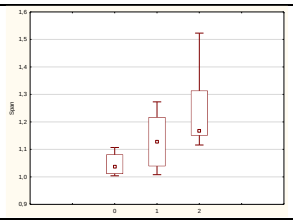
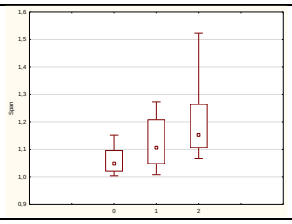
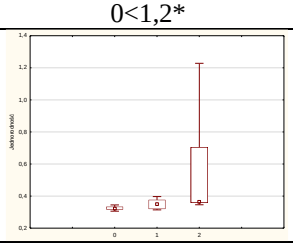
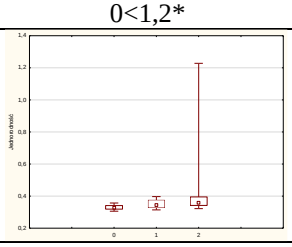
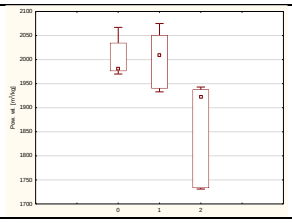
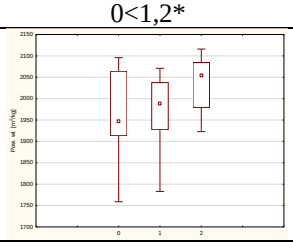
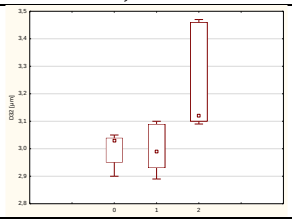
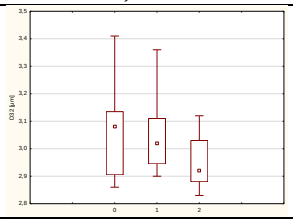
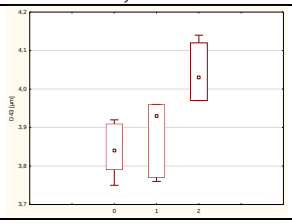
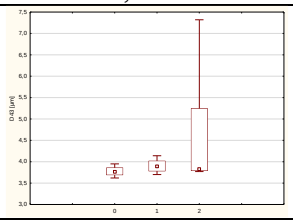
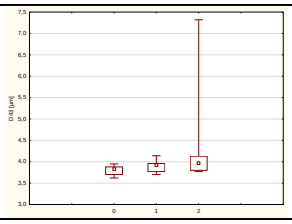
Wariant	Parametr	Z	L	Z+L
EDTA	Span			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1<2*
	Jednorodność			
		ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 0<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1<2*
	Pow. wł.			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1>2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,2<1*
	D32			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>1*,1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>1*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,2>1*
	D43			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1<2*

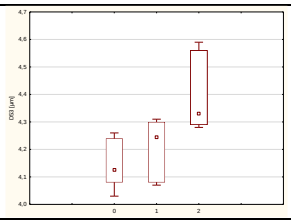
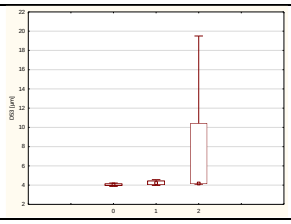
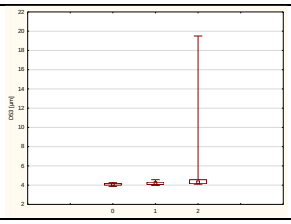
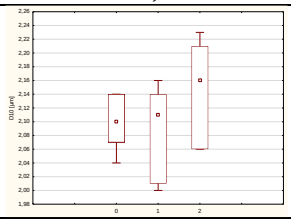
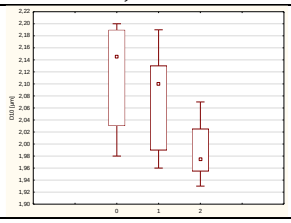
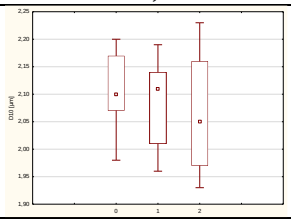
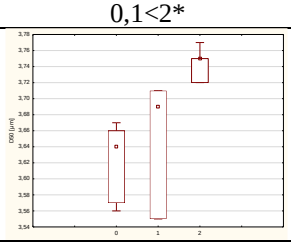
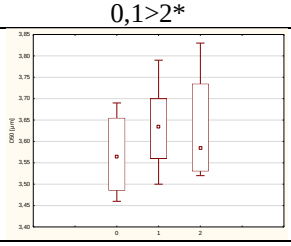
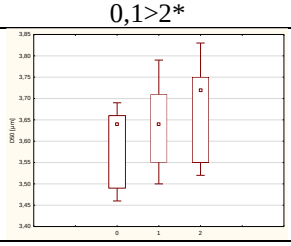
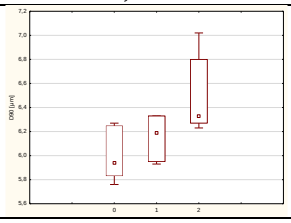
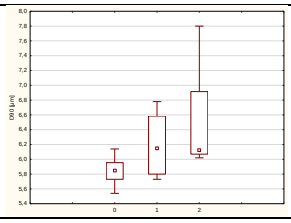
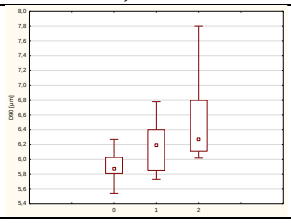
	D53			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1<2*
	D10			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,2>1*
	D50			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*
	D90			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1<2*
SDS	Span			
		ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 0<2*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 0<1*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*

	Jednorodność			
		ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 0<2*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: n/s	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*
	Pow. wł.			
		ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: n/s	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 0<1*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*
	D32			
		ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: n/s	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 0>1*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>1,2*
	D43			
		n/s	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 1<2*
	D53			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*
	D10			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>1*	n/s	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>1*

50C EDTA	D50			
		n/s	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 1<2*
	D90			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1<2*
	Span			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1<2*
	Jednorodność			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*
	Pow. wł.			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 1>2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 1>0,2*
	D32			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 1<0,2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>1,2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 1<0,2*

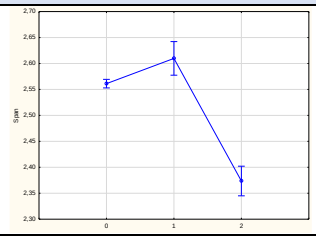
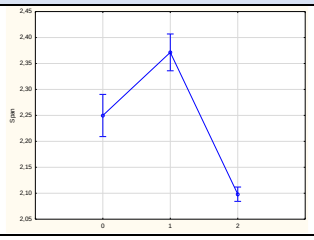
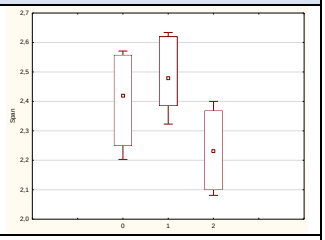
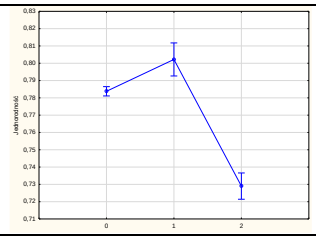
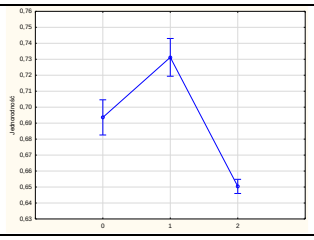
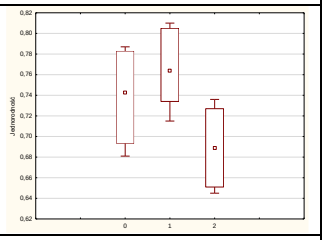
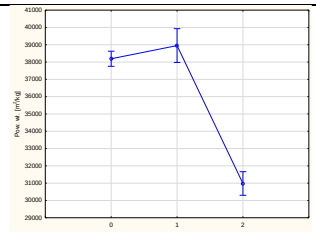
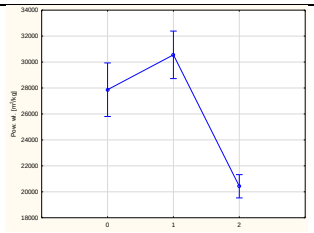
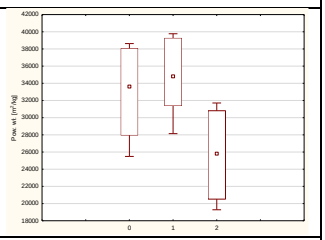
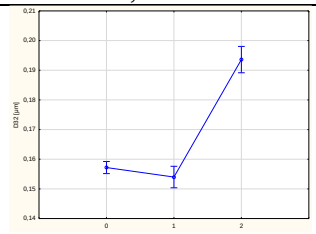
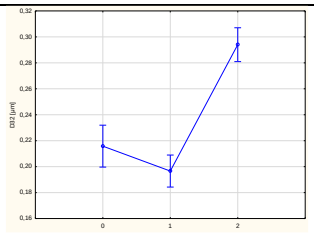
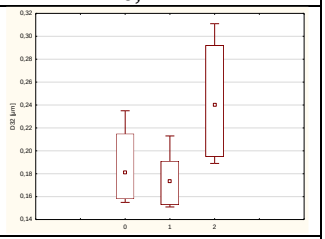
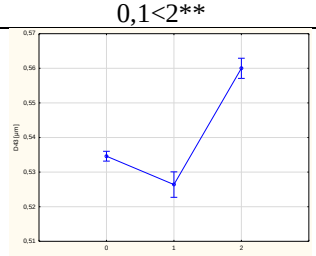
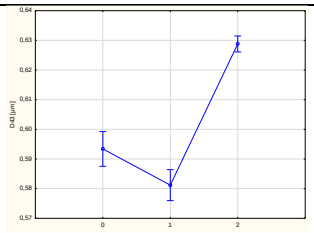
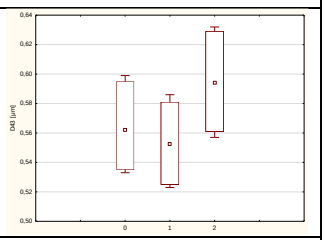
	D43			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1<2*
	D53			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1<2*
	D10			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,2>1*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>1,2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>1,2*
	D50			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1<2*
	D90			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1<2*

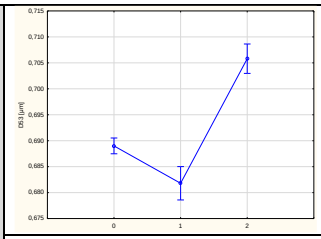
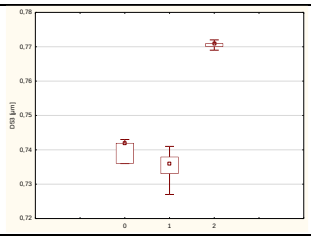
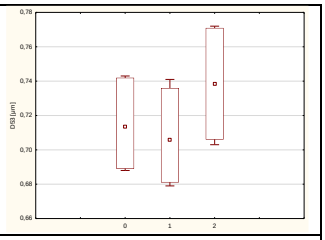
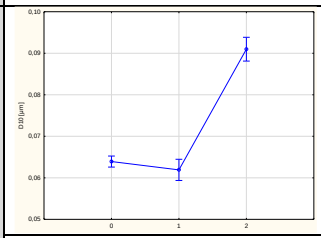
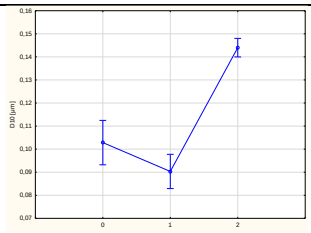
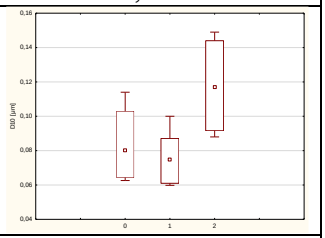
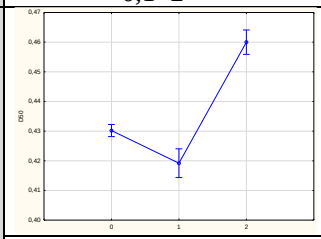
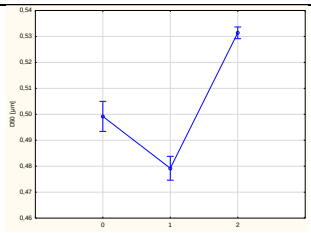
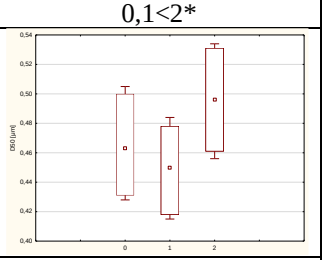
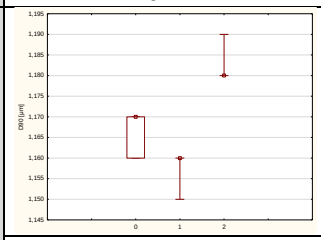
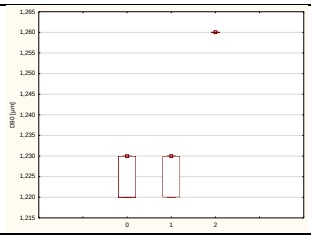
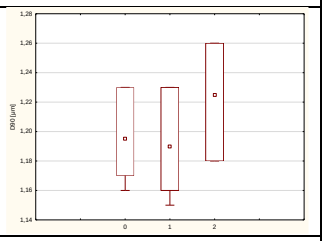
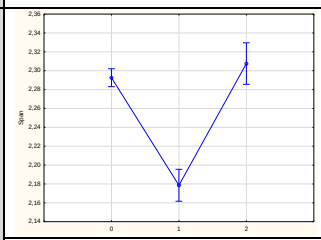
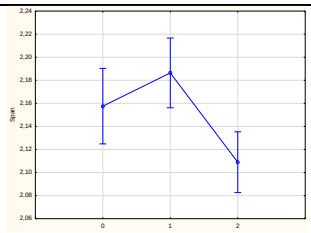
50C SDS	Span			
		n/s	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*
	Jednorodność			
		n/s	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*
	Pow. wł.			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1>2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	n/s
	D32			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1>2*	n/s
	D43			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1<2*

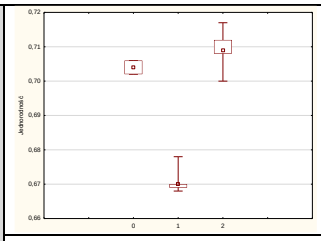
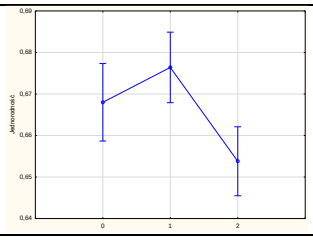
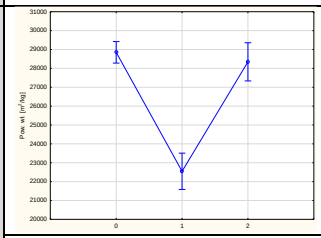
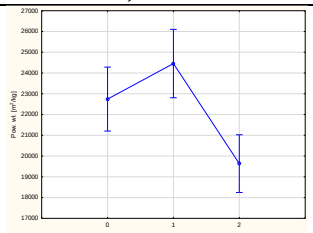
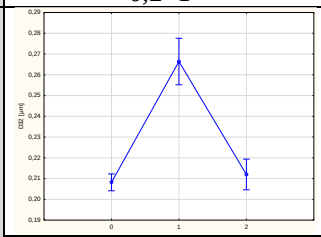
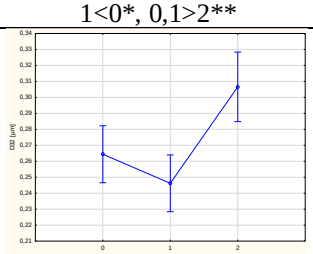
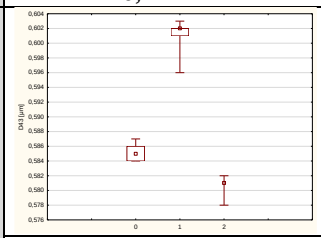
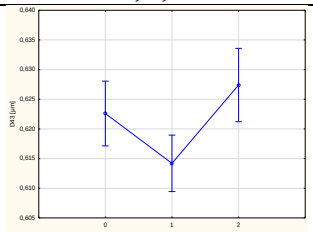
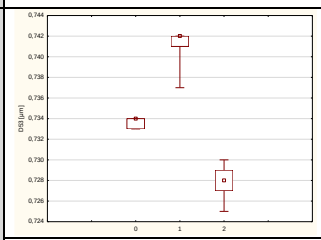
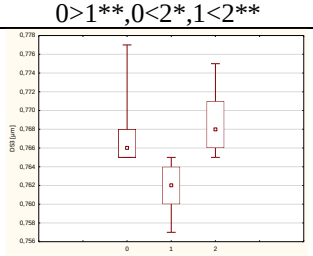
	D53			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*
	D10			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1>2*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 0,1>2*
	D50			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*
	D90			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<1,2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman:0<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman:0<1,2*

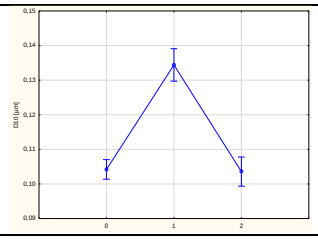
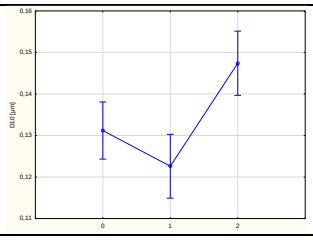
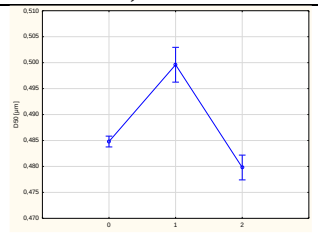
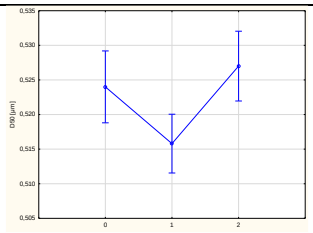
Legenda:
ANOVA Friedmana
Mediana
25-75%
Min-Maks

Tab. 68. Analiza zmian rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych mleka homogenizowanego ESL w czasie chłodniczego przechowywania

Wariant	Parametr	Z	L	Z+L
EDTA	Span			
		MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 1>0>2**	MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 1>0>2**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 1>2*
	Jednorodność			
		MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 1>0>2**	MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 1>0>2**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 1>2*
	Pow. wł.			
		MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 0,1>2**	MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 1>0>2**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1>2*
	D32			
		MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 0,1<2**	MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 1<0<2**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 1<2*
	D43			
		MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 1<0<2**	MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 1<0<2**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 1<2*

	D53			
		MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 1<0<2**	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 1<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*
	D10			
		MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 0,1<2**	MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 1<0<2**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*
	D50			
		MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 1<0<2**	MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 1<0<2**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 1<2*
	D90			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 1<2*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: n/s	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,1<2*
SDS	Span			
		MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 1<0,2**	MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 1<0*, 0,1>2**	n/s

	Jednorodność			
		ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 1<2*	MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 1<0*, 0,1>2**	n/s
	Pow. wł.			
		MANOVA: ** Post hoc for Friedman: 0,2>1*	MANOVA: ** Post hoc for Friedman: 1<0*, 0,1>2**	n/s
	D32			
		MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 0,2<1**	MANOVA: ** Post hoc for Friedman: 1<0*, 0,1>2**	n/s
	D43			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 1>2*	MANOVA: ** Post hoc for Friedman: 0>1**,0<2*,1<2**	-
	D53			
		ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 1>2*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 1<2*	n/s

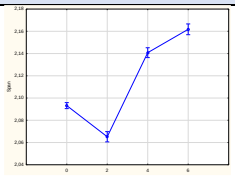
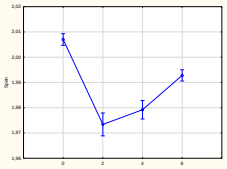
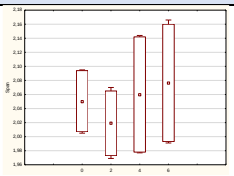
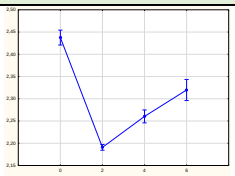
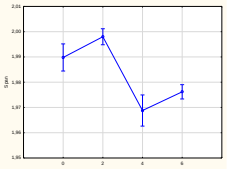
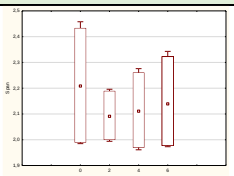
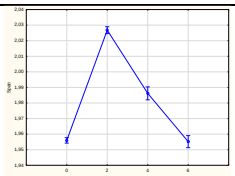
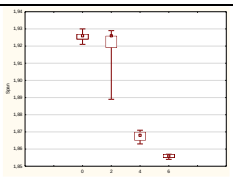
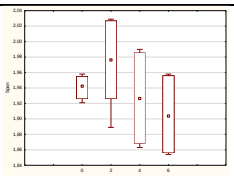
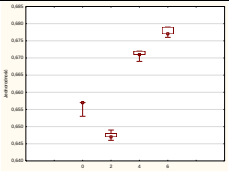
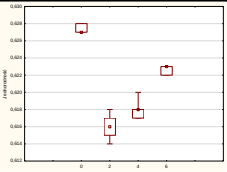
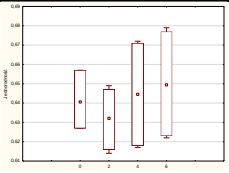
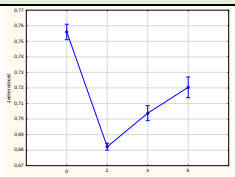
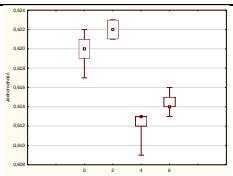
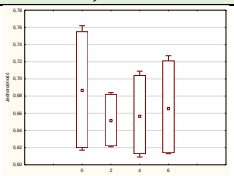
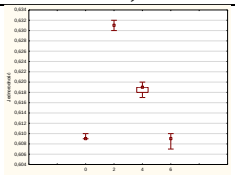
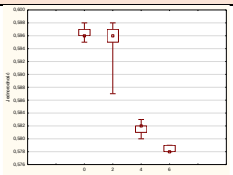
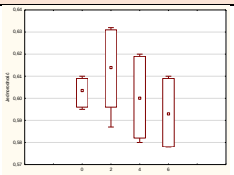
	D10			
		MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 0,2<1**	MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 1<0<2**	n/s
	D50			
		MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 2<0<1**	MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 0,2>1**	-
	D90			
		-	n/s	n/s

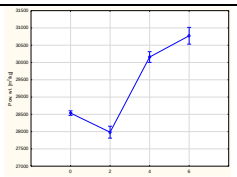
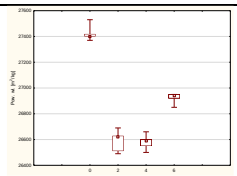
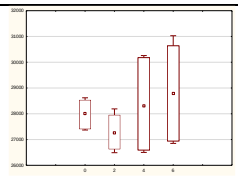
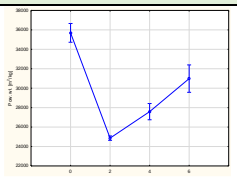
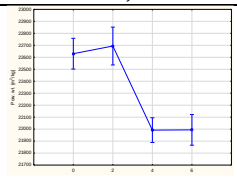
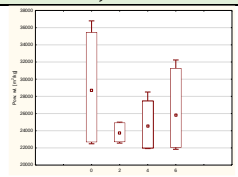
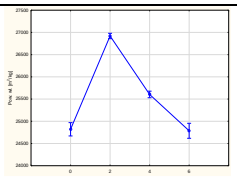
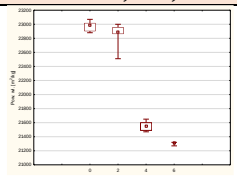
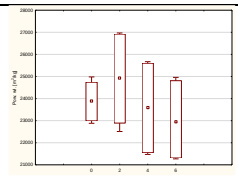
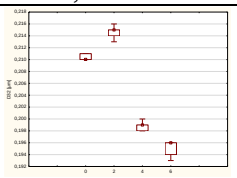
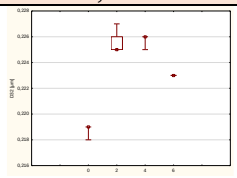
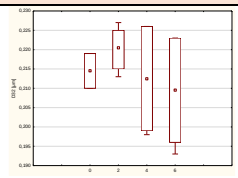
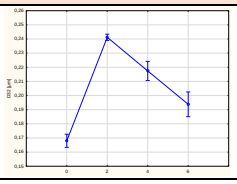
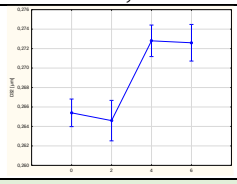
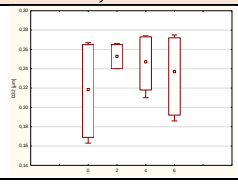
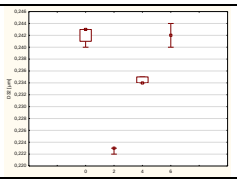
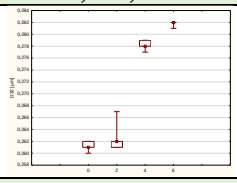
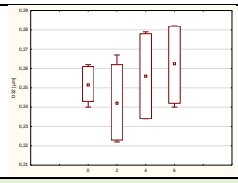
Legenda: - stała wartość zmiennej w ramach poziomu (brak statystyki Friedmana)

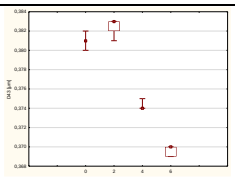
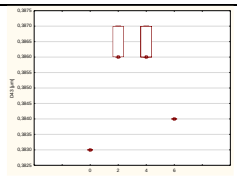
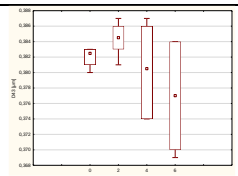
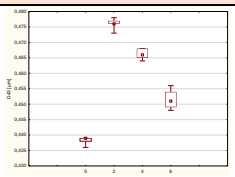
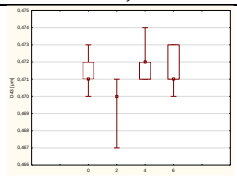
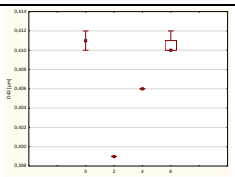
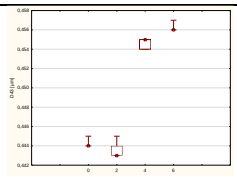
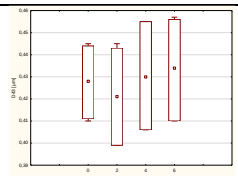
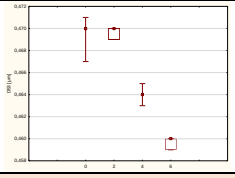
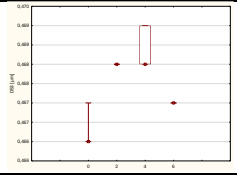
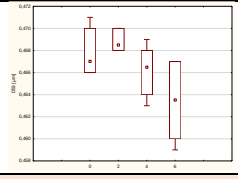
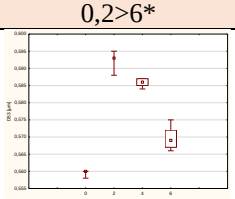
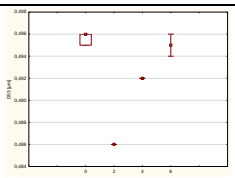
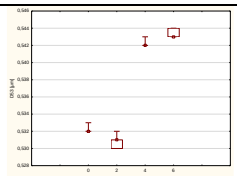
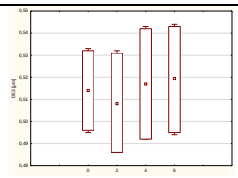
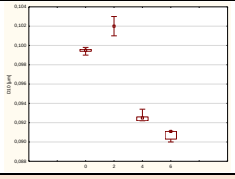
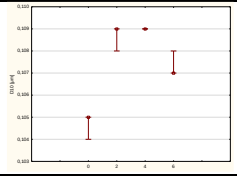
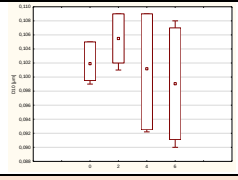
MANOVA
Pionowe słupki oznaczają 0,95 przedziały ufności
Miara tendencji centralnej = średnia

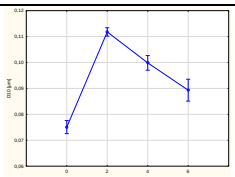
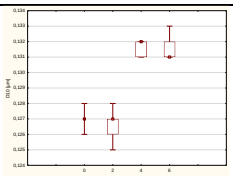
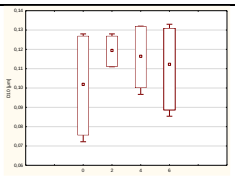
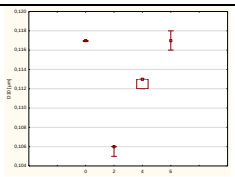
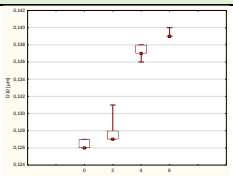
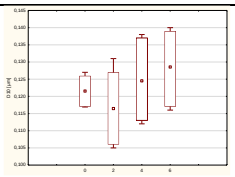
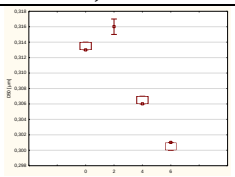
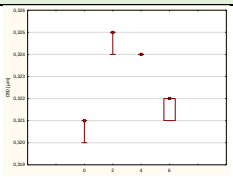
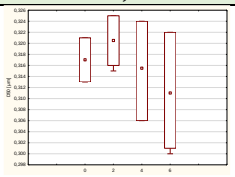
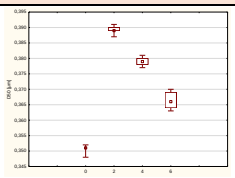
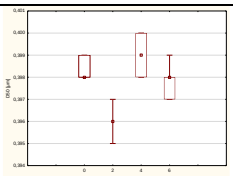
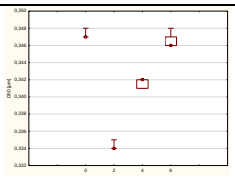
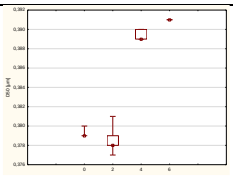
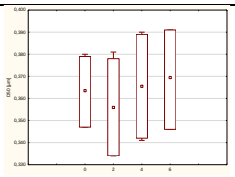
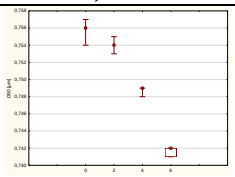
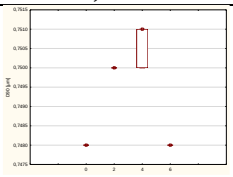
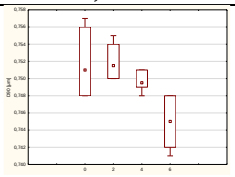
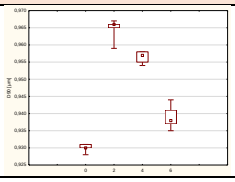
ANOVA Friedmana
Mediana
25-75%
Min-Maks

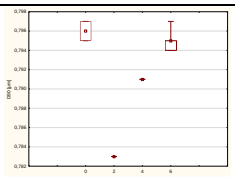
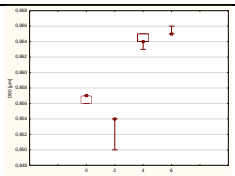
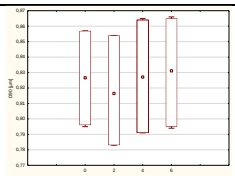
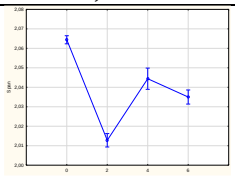
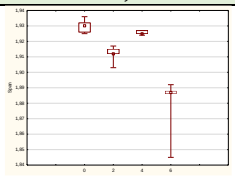
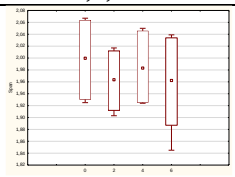
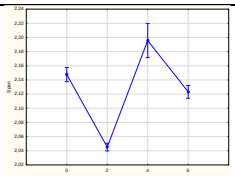
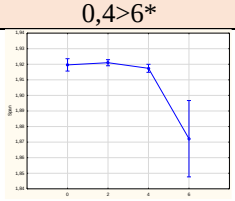
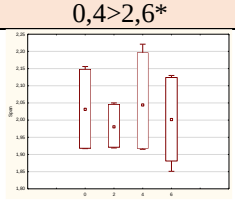
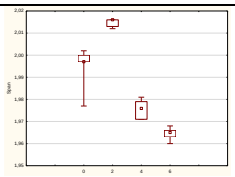
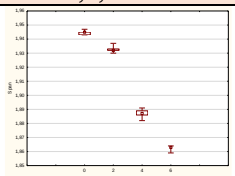
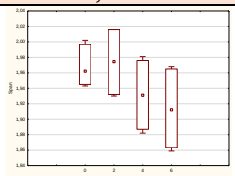
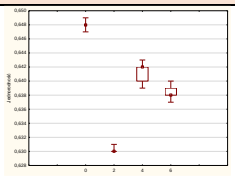
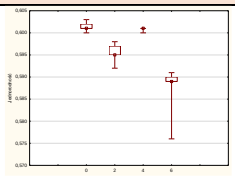
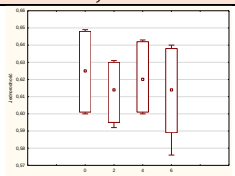
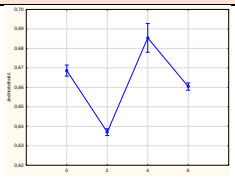
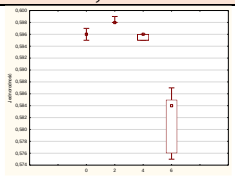
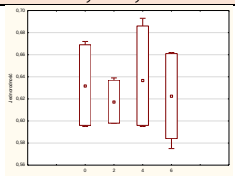
Tab. 69. Zmiana parametrów rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych w czasie chłodniczego przechowywania, rozpatrywana oddzielnie dla mleka homogenizowanego UHT poddanego homogenizacji przy innych parametrach procesu

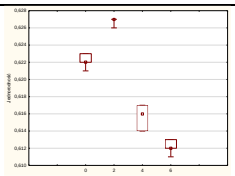
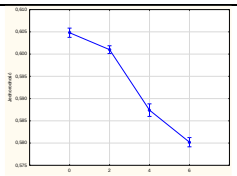
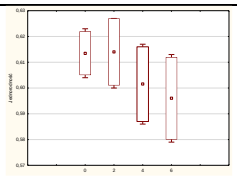
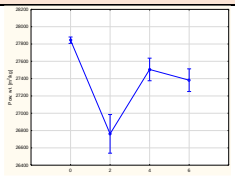
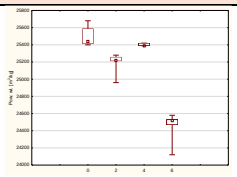
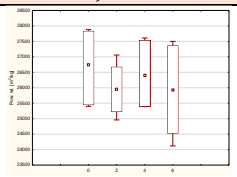
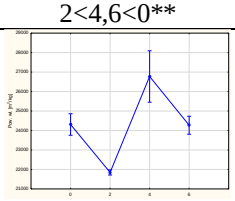
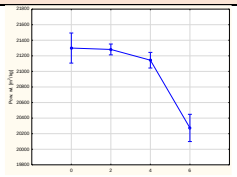
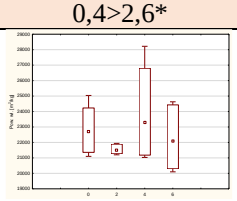
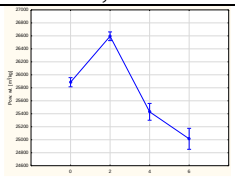
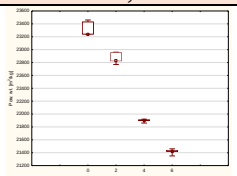
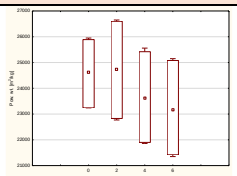
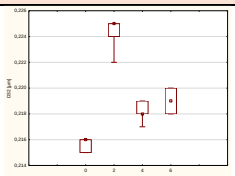
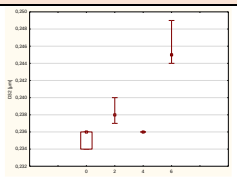
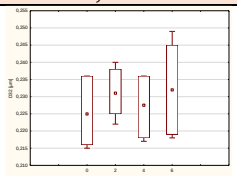
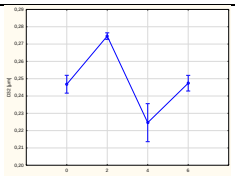
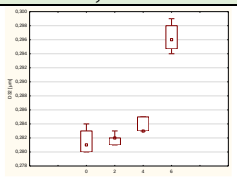
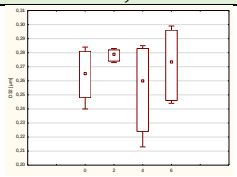
Wariant	Parametr	Źródło	Z	L	Z+L
EDTA	Span	B			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 2<0<4<6**	MANOVA:** Post hoc NIR Fishera: 2<4<6<0**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2<6*
		C1			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 2<4<6<0**	MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 4>6>0>2**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>4*
		C2			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 2>4>0,6**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,2>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>6*
	Jednorodność	B			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,6>2*
		C1			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 2<4<0,6**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>4*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>4*
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,6<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,2>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>6*

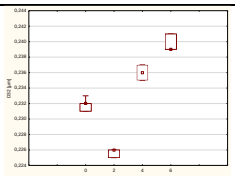
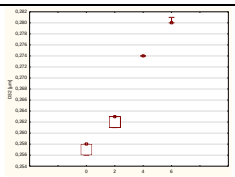
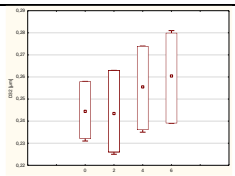
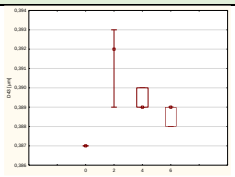
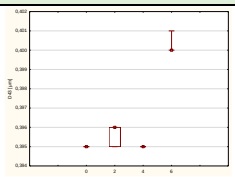
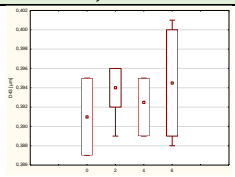
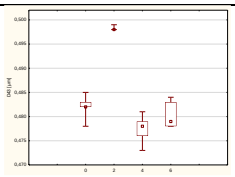
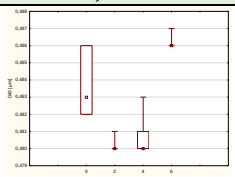
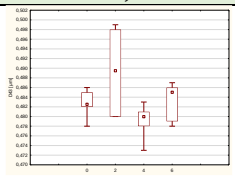
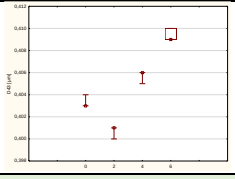
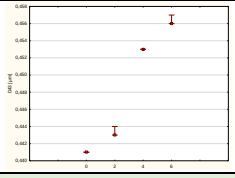
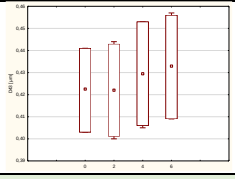
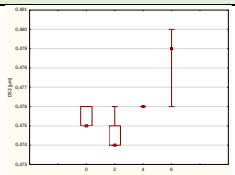
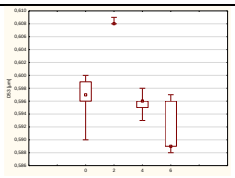
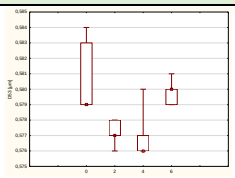
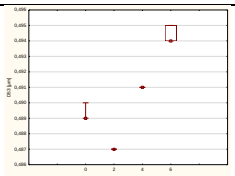
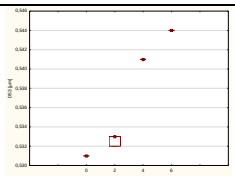
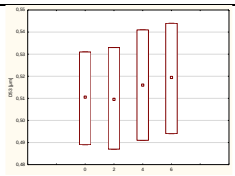
	Pow. wł.	B			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 2<0<4<6**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>2,4*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,6>2*
		C1			
			MANOVA:** Post hoc NIR Fishera:2<4<6<0**	MANOVA:** Post hoc NIR Fishera:0,2>4,6**	ANOVA Friedmana:** Post hoc for Friedman: 0>2*
		C2			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 0,6>4>2**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,2>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>6*
	D32	B			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<2,4*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,6<2*
		C1			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 0<6<4<2**	MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 0,2<4,6**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<4*
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,6>2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,2<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2<6*

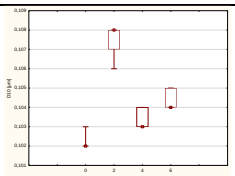
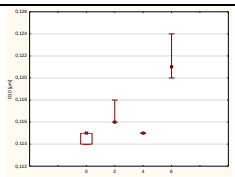
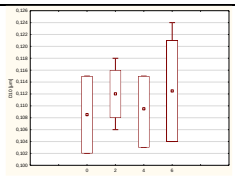
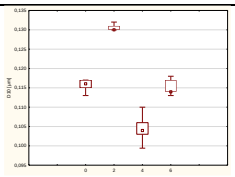
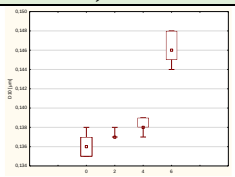
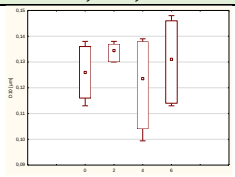
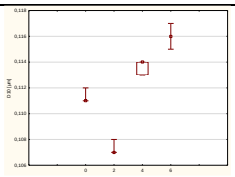
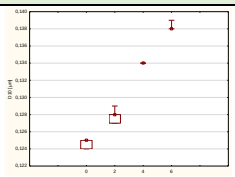
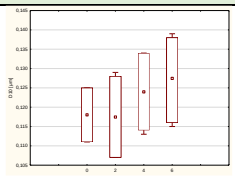
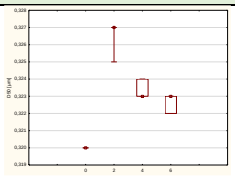
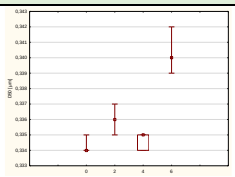
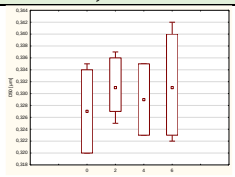
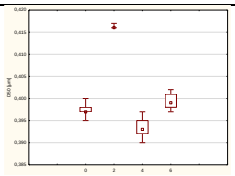
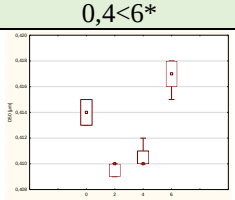
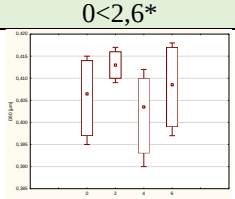
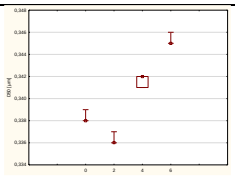
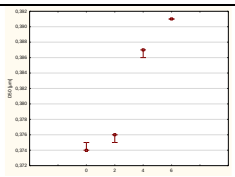
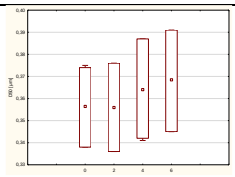
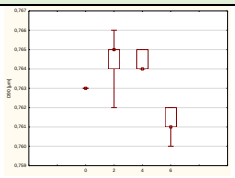
	D43	B			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<2,4*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,6<2*
		C1			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<2*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: n/s	n/s
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,6>2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,2>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,6>2*
	D53	B			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,2>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<2,4*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>6*
		C1			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<2*	n/s	n/s
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,6>2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,6>2*
	D10	B			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>2,4*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,6<2*

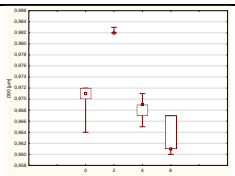
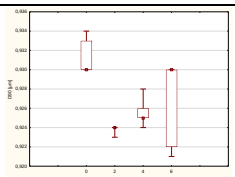
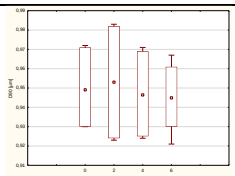
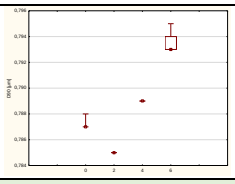
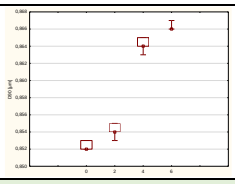
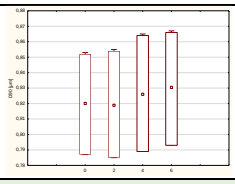
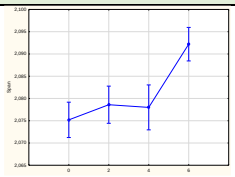
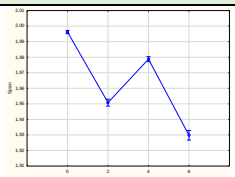
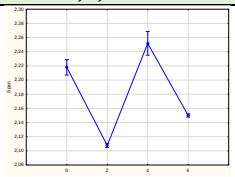
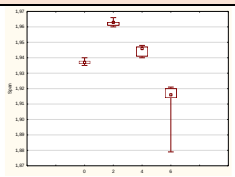
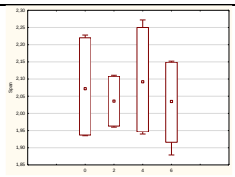
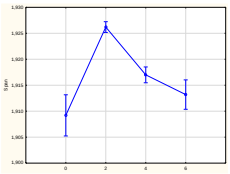
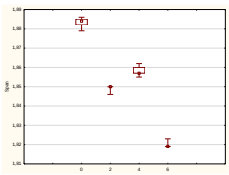
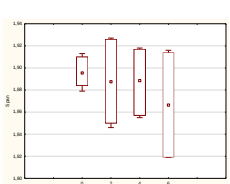
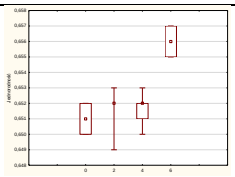
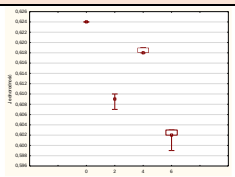
		C1			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 0<6<4<2**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2<4*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<2*
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,6>2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 6>0,2*
	D50	B			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,6<2*
		C1			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2<4*	n/s
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,6>2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,2<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,6>2*
	D90	B			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,6<4*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2,4>6*
		C1			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<2*	n/s	n/s

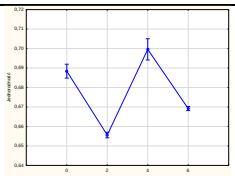
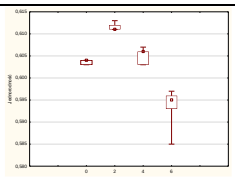
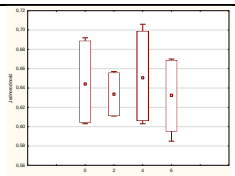
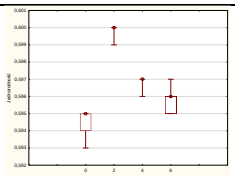
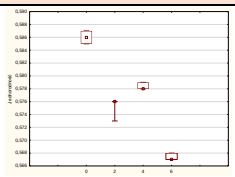
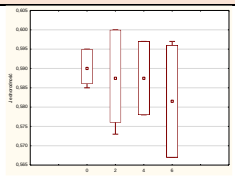
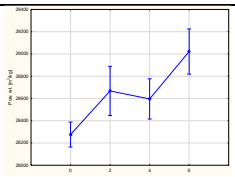
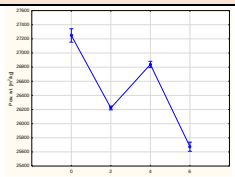
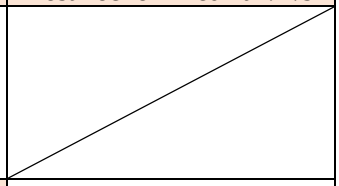
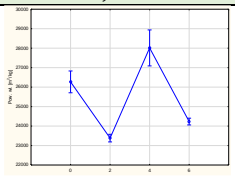
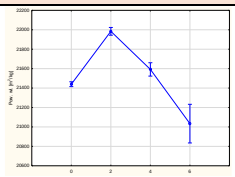
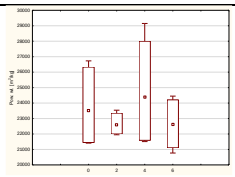
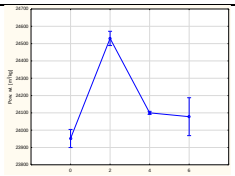
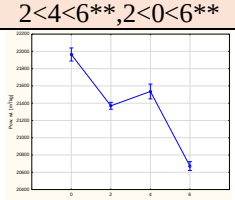
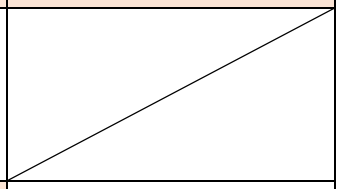
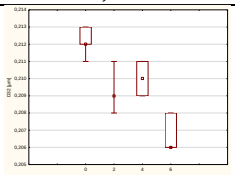
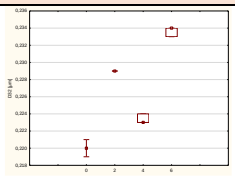
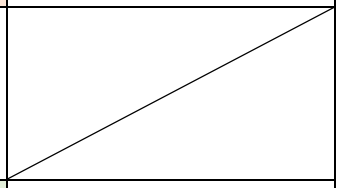
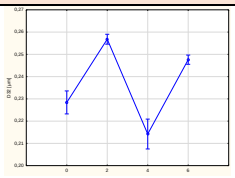
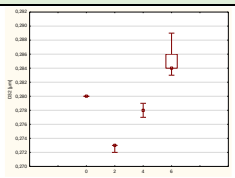
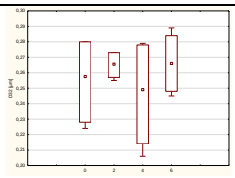
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,6>2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2<4,6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,4,6>2*
SDS	Span	B			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 2<6<4<0**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,4>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,4>2,6*
		C1			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 2<0<6<4**	MANOVA: * Post hoc NIR Fishera: 0,2,4>6**	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 0,4>6*
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,2>6*
	Jednorodność	B			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,4>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,4>2,6*
		C1			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 2<0<6<4**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>6*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 4>6*

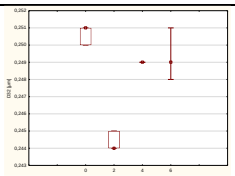
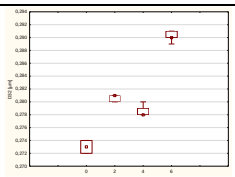
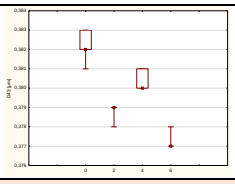
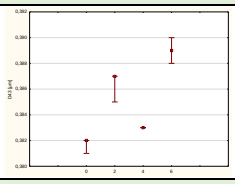
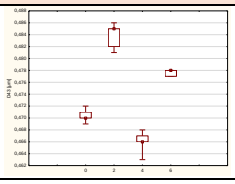
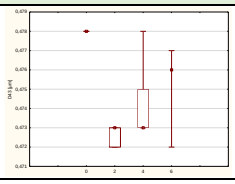
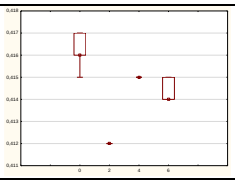
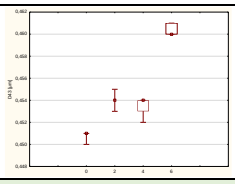
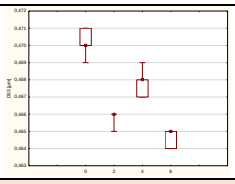
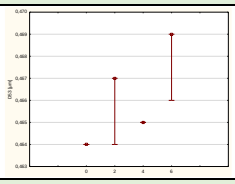
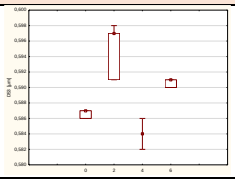
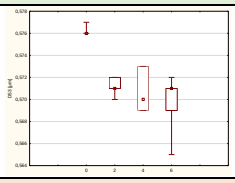
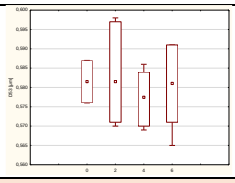
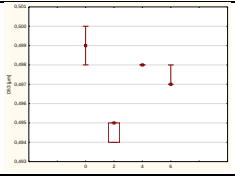
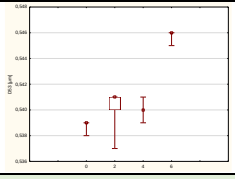
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>6*	MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 0>2>4>6**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,2>6*
	Pow. wł.	B			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 2<4,6<0**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,4>2,6*
		C1			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 2<0,6<4**	MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 0>4>6**, 2>6**	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: n/s
		C2			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 6<4<0<2**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,2>6*
	D32	B			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>0*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,4<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<2,6*
		C1			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 4<0,6<2**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,2<6*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: n/s

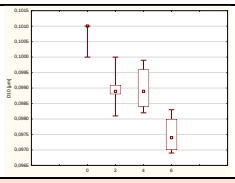
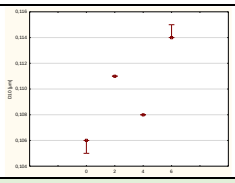
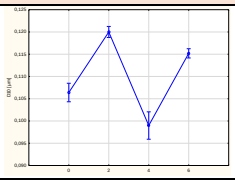
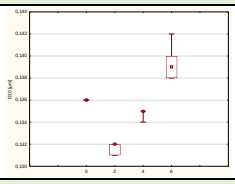
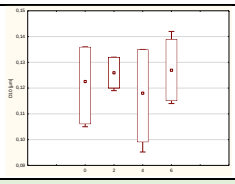
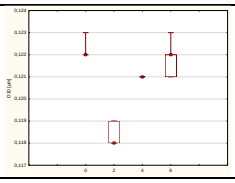
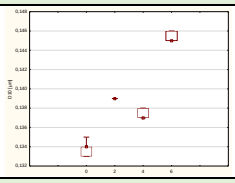
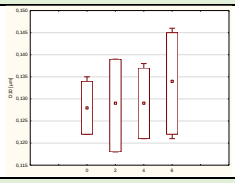
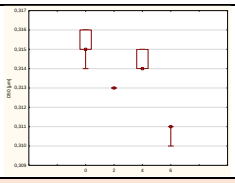
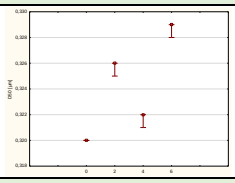
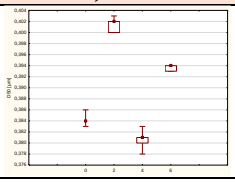
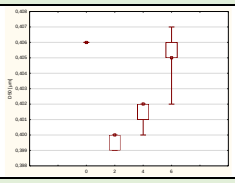
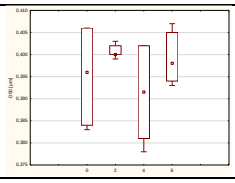
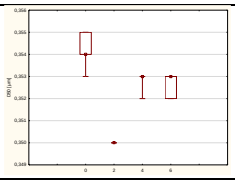
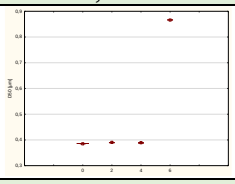
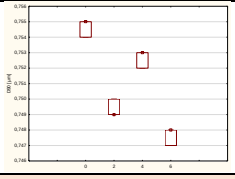
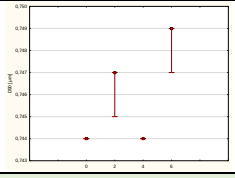
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,2<6*
	D43	B			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>0*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,4<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<2,6*
		C1			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>4*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2<6*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 4<6*
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,2<6*
	D53	B			
			n/s	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2<6*	n/s
		C1			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: n/s	n/s
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,2<6*

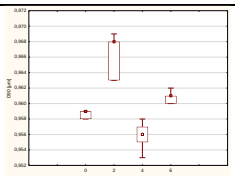
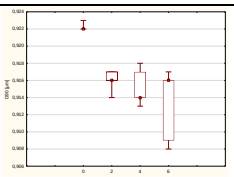
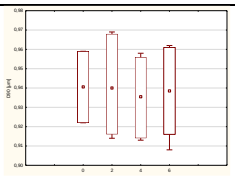
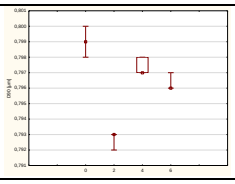
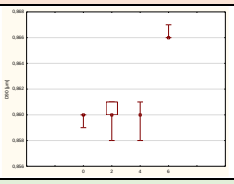
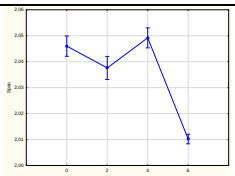
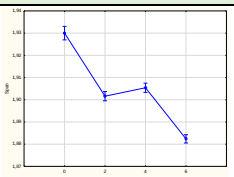
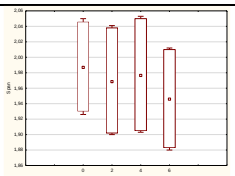
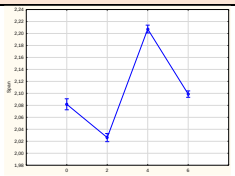
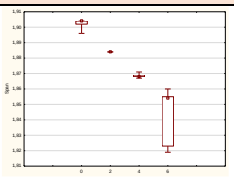
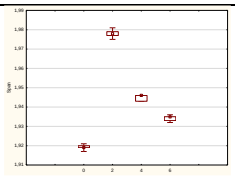
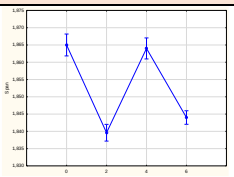
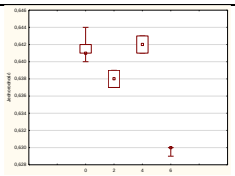
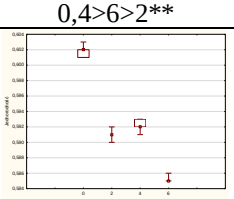
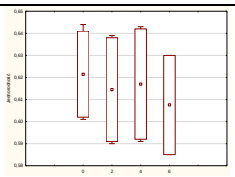
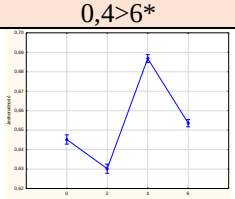
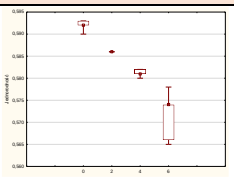
	D10	B			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,4<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,4<2,6*
		C1			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>4*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<6*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: n/s
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,2<6*
	D50	B			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,4<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<2,6*
		C1			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>4*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2<6*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 4<6*
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,2<6*
	D90	B			
			ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 4>6*	n/s	n/s

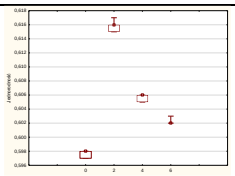
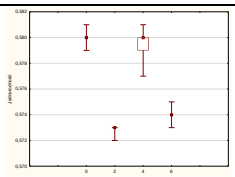
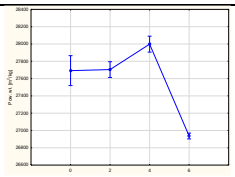
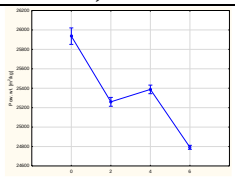
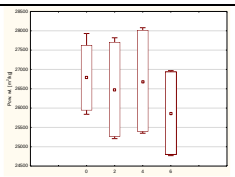
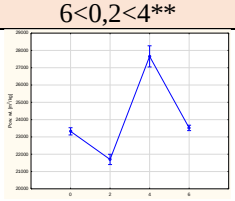
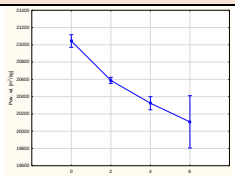
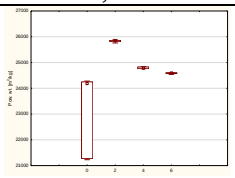
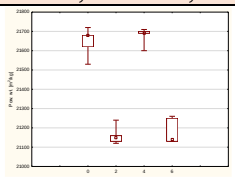
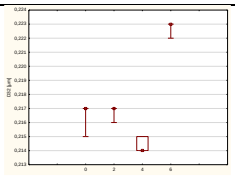
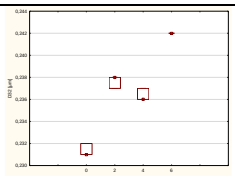
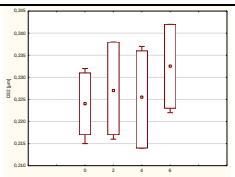
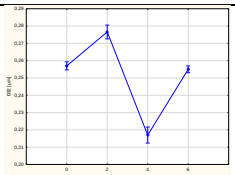
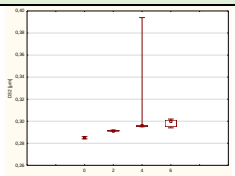
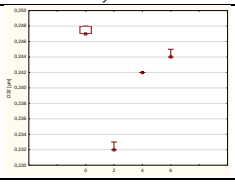
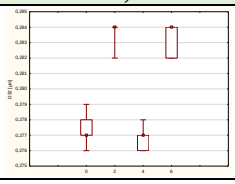
		C1			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>6*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 0>2*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 0>6*
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,2<6*
50C EDTA	Span	B			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 0,2,4<6**	MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 0<4<2<6**	n/s
		C1			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 2<6<0<4**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 4>6*
		C2			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 0<6<4<2**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2,4>6*
	Jednorodność	B			
			ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 0<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>6*	n/s

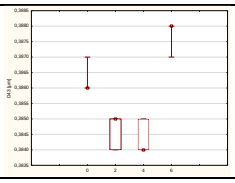
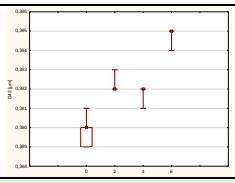
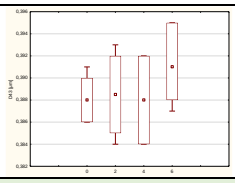
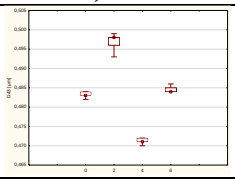
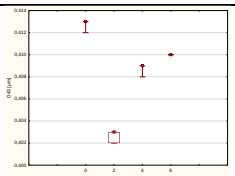
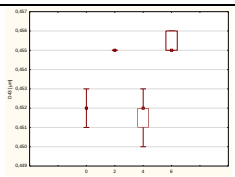
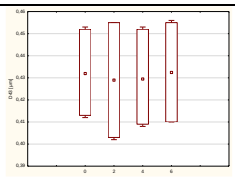
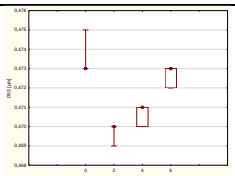
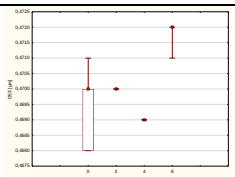
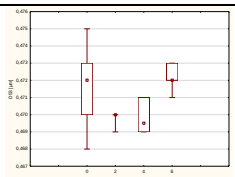
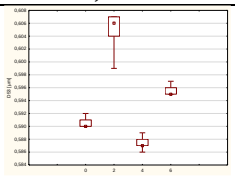
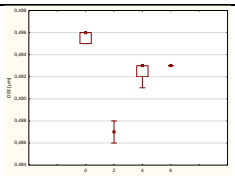
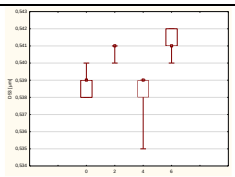
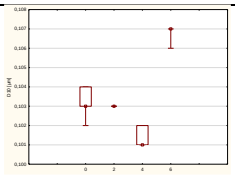
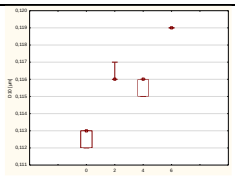
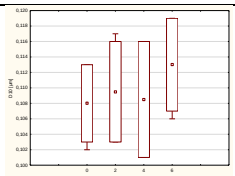
		C1			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 2<6<0<4**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>6*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 4>6*
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>6*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: n/s
	Pow. wł.	B			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 0<2,4<6**	MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 0<4<2<6**	n/s
		C1			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 2<6<0<4**	MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 0<4*, 2<4<6**,2<0<6**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 4>6*
		C2			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 0<4,6<2**	MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 0<4<2<6**	n/s
	D32	B			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<6*	n/s
		C1			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 4<0<6<2**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 4<6*

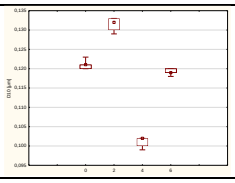
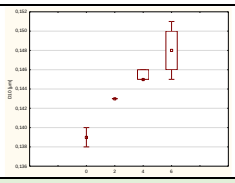
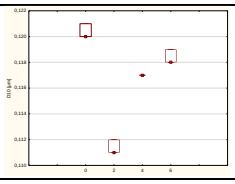
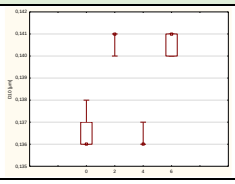
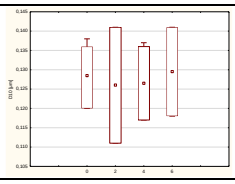
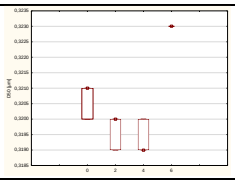
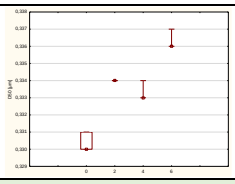
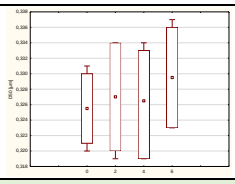
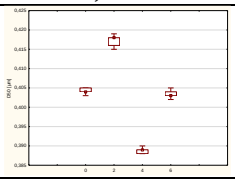
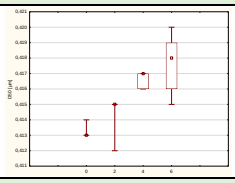
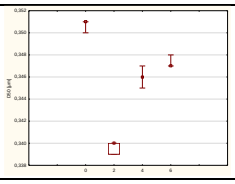
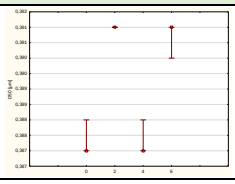
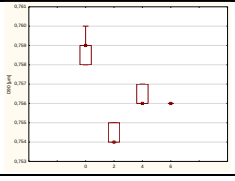
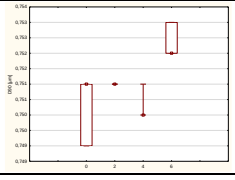
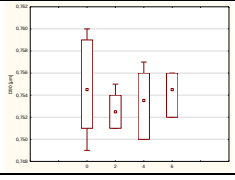
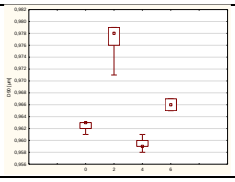
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<6*	n/s
	D43	B			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<6*	n/s
		C1			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>4*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>2*	n/s
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<6*	n/s
	D53	B			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<6*	n/s
		C1			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2,6>4*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 0>6*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: n/s
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<6*	n/s

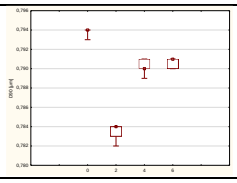
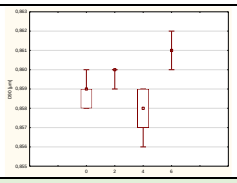
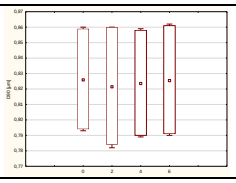
	D10	B			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<6*	n/s
		C1			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 4<0<6<2**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 4<6*
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<6*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 2<6*
	D50	B			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,4>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>6*	n/s
		C1			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>4*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,6>2*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 4<6*
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<6*	n/s
	D90	B			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,4<6*	n/s

		C1			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>4*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 0>6*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: n/s
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>2*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 0<6*	n/s
50C SDS	Span	B			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 6<2<0<4**	MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 0>4>2>6**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,4>6*, 0>2*
		C1			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 2<0<6<4**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>6*	n/s
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<2*	MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 0,4>6>2**	n/s
	Jednorodność	B			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,4>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,4>6*, 0>2*
		C1			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 2<0<6<4**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>6*	n/s

		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,4>2*	n/s
	Pow. wł.	B			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 6<0,2<4**	MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 0>4>2>6**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,4>6*
		C1			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 2<0,6<4**	MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 0>2>4**, 0>2>6**, 4>6*	n/s
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2<4*	n/s
	D32	B			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 4<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,4<6*
		C1			
			MANOVA: ** Post hoc NIR Fishera: 4<0,6<2**	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<4,6*	n/s
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>4*	n/s

	D43	B			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2,4<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,2,4<6*
		C1			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>4*	n/s	n/s
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 4<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 4<6*
	D53	B			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,6>2*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: 4<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2,4<6*
		C1			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>4*	n/s	n/s
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: n/s	n/s
	D10	B			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 4<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,4<6*

		C1			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>4*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<6*	n/s
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>4*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: n/s
	D50	B			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2,4<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<6*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,2,4<6*
		C1			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>4*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0<6*	n/s
		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: n/s	n/s
	D90	B			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0,4<6*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: n/s
		C1			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 2>4*	n/s	n/s

		C2			
			ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 0>2*	ANOVA Friedmana: ** Post hoc for Friedman: 4<6*	ANOVA Friedmana: * Post hoc for Friedman: n/s

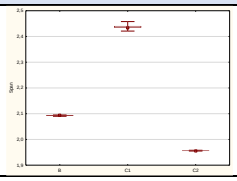
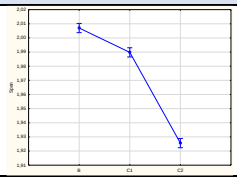
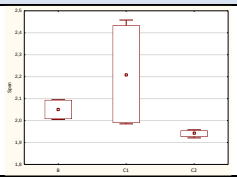
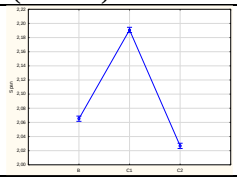
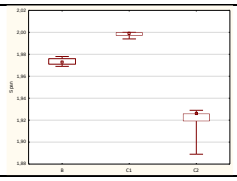
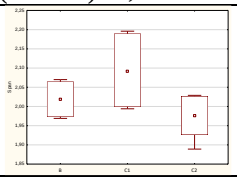
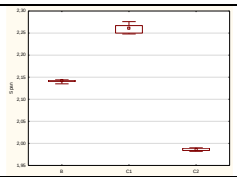
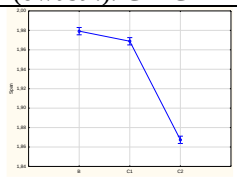
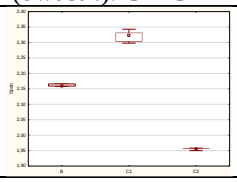
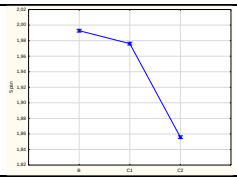
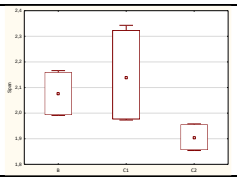
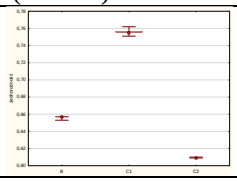
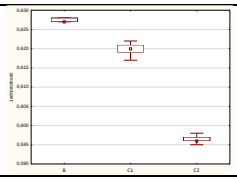
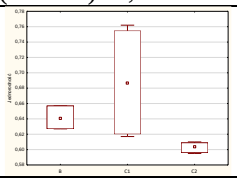
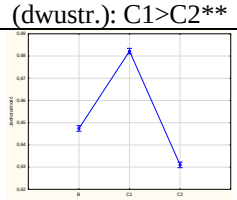
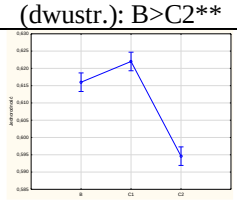
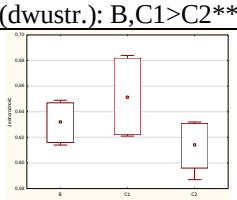
Legenda:

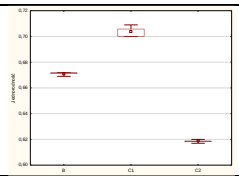
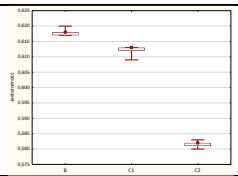
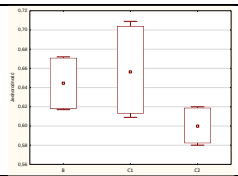
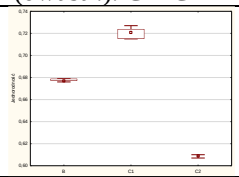
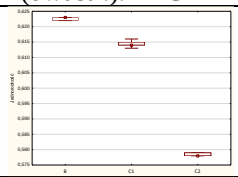
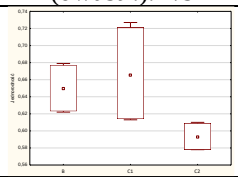
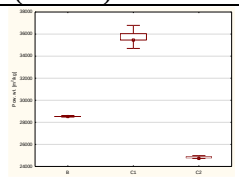
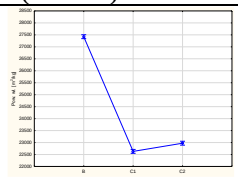
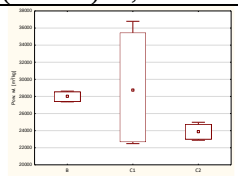
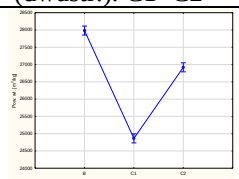
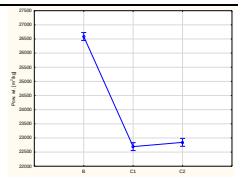
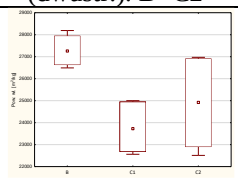
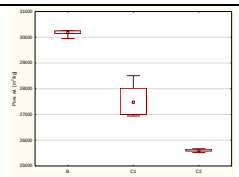
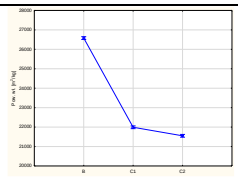
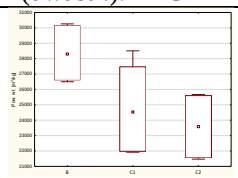
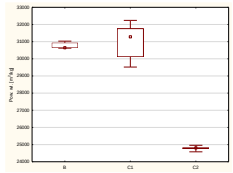
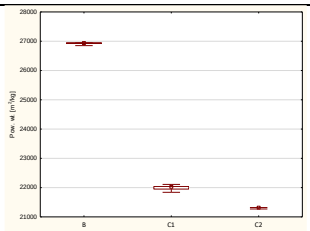
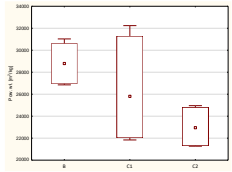
MANOVA
Pionowe słupki oznaczają 0,95 przedziały ufności
Miara tendencji centralnej = średnia

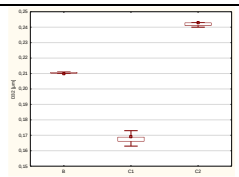
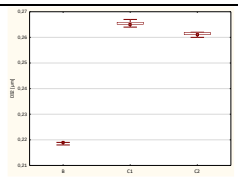
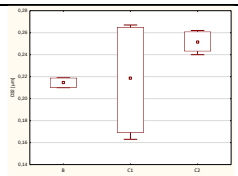
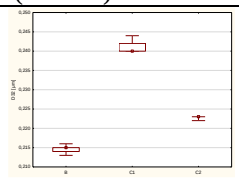
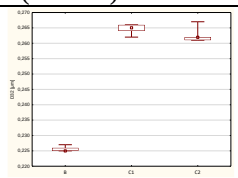
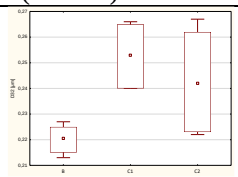
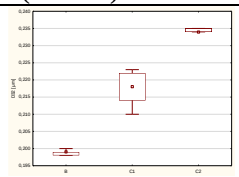
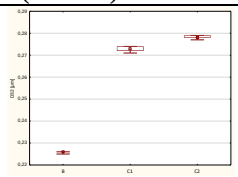
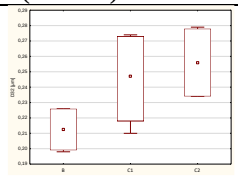
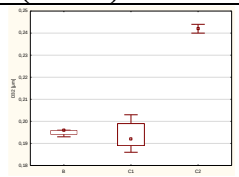
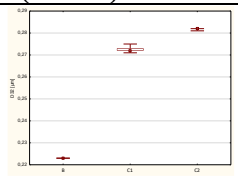
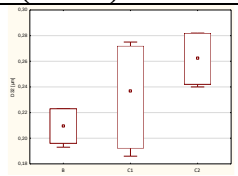
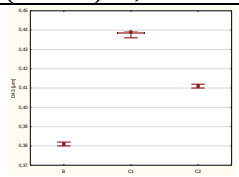
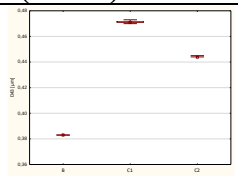
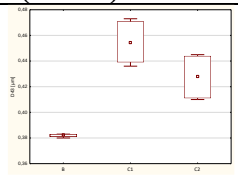
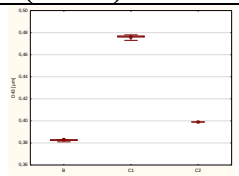
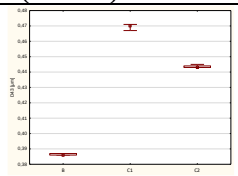
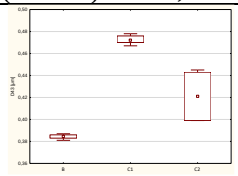
ANOVA Friedmana
Mediana
25-75%
Min-Maks

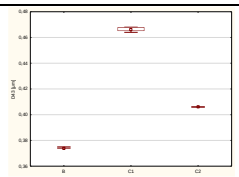
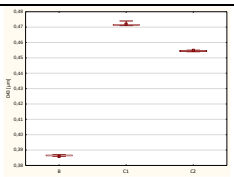
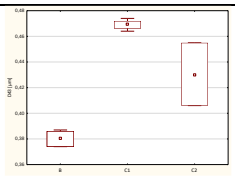
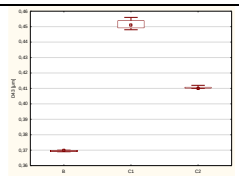
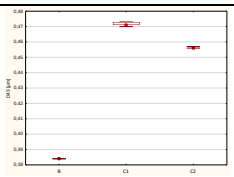
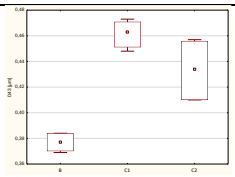
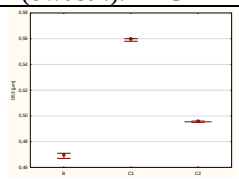
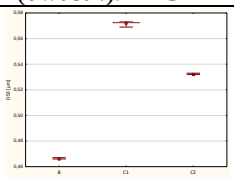
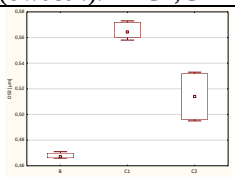
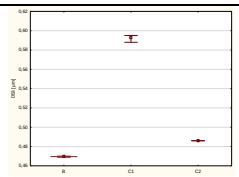
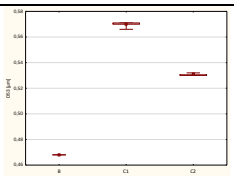
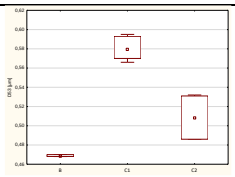
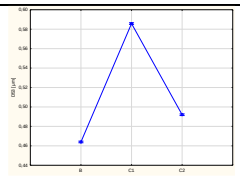
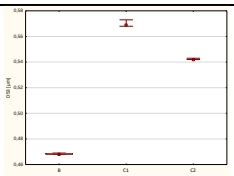
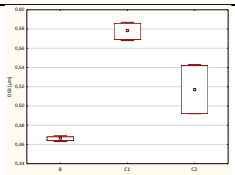
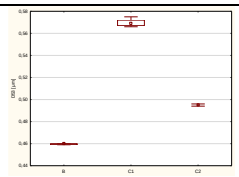
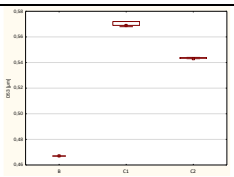
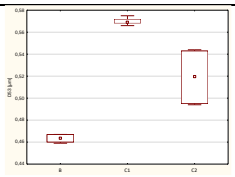
tendencja wzrostowa
tendencja spadkowa

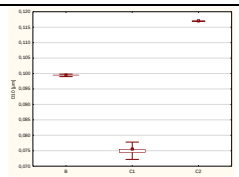
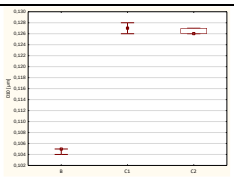
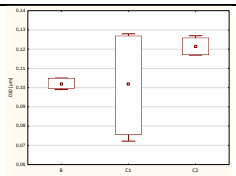
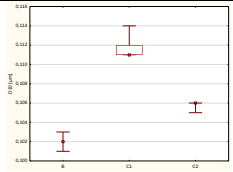
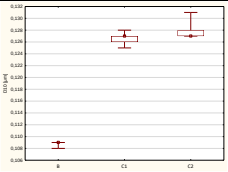
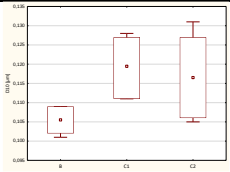
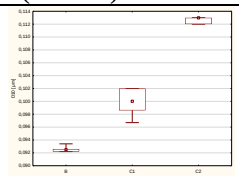
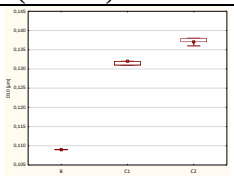
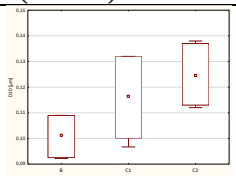
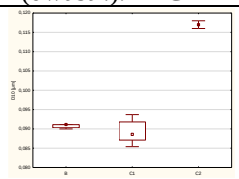
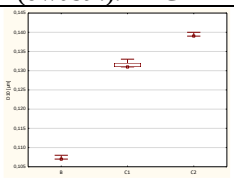
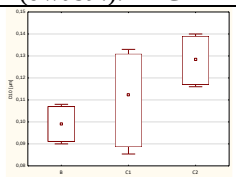
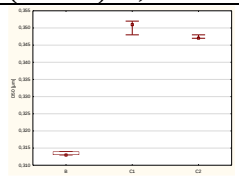
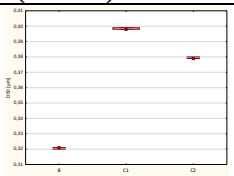
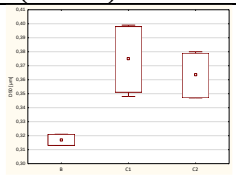
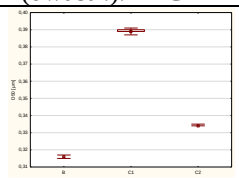
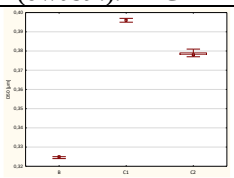
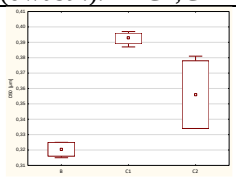
Tab. 70. Porównanie parametrów rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych pomiędzy grupami mleka UHT różniących się parametrami procesu homogenizacji

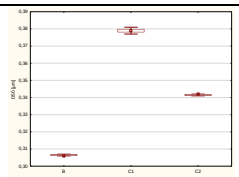
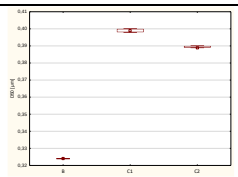
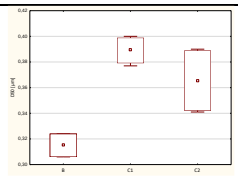
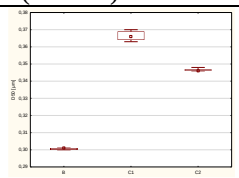
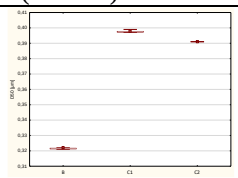
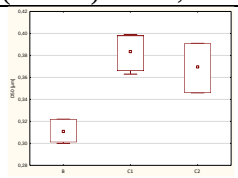
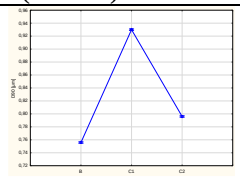
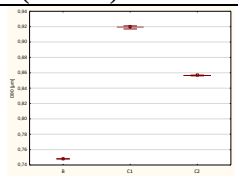
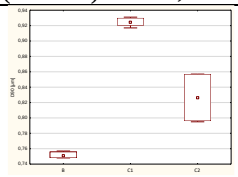
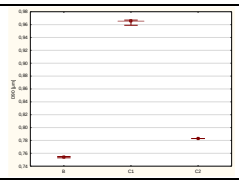
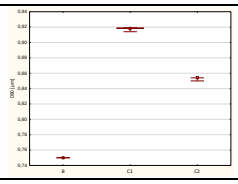
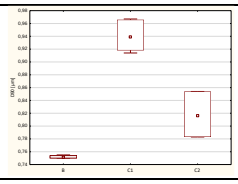
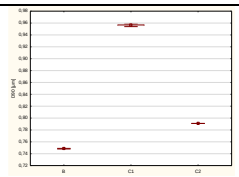
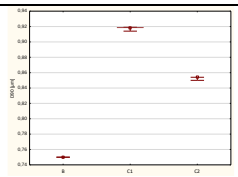
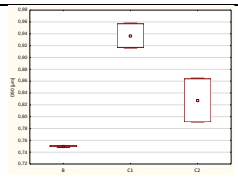
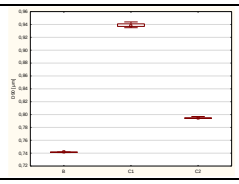
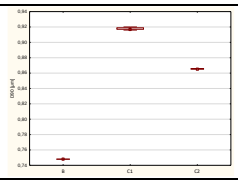
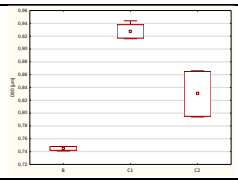
Wariant	Parametr	t	Z	L	Z+L
EDTA	Span	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): C1>C2**	ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B>C1>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B,C1>C2**
		2			
			ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: C2<B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): C1>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): C1>C2*
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): C1>C2**	ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B>C1>C2**	n/s
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): C1>C2**	ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B>C1>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B,C1>C2**
	Jednorodność	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): C1>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B,C1>C2**
		2			
			ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: C2<B<C1**	ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: C2<C1<B**	ANOVA Kruskala Wallisa:* Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): C1>C2*

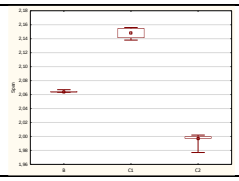
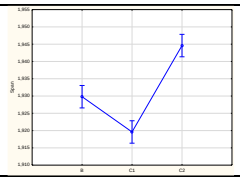
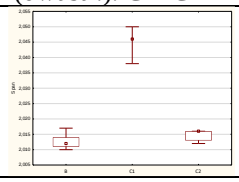
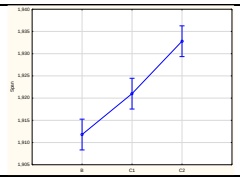
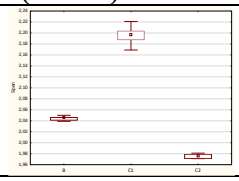
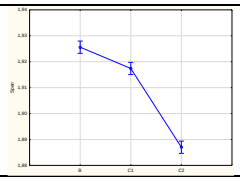
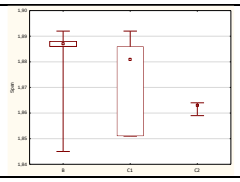
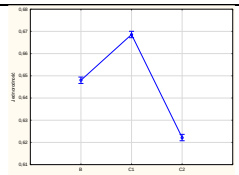
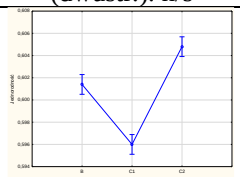
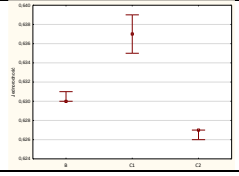
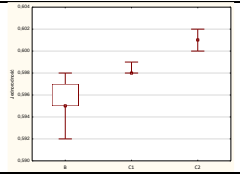
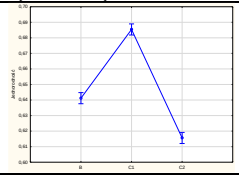
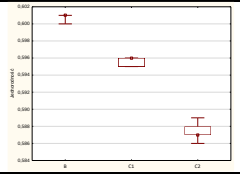
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): C1>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:* Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): n/s
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): C1>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B,C1>C2**
	Pow. wł.	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): C1>C2**	ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B>C2>C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:* Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2*
		2			
			ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B>C2>C1**	ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B>C1,C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C1**
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2**	ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B>C1>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2**
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B,C1>C2*	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2*	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2**

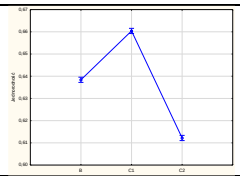
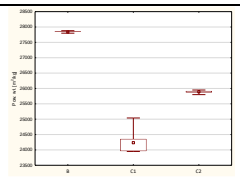
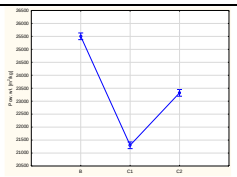
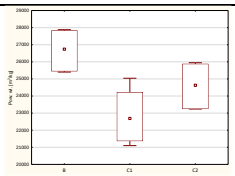
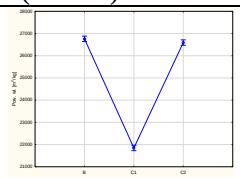
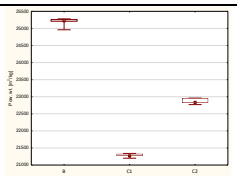
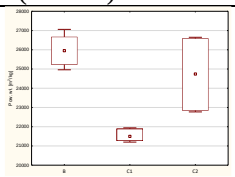
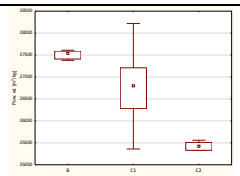
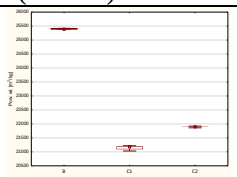
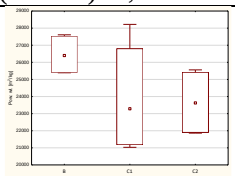
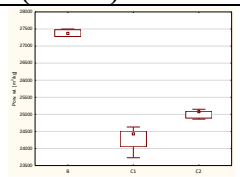
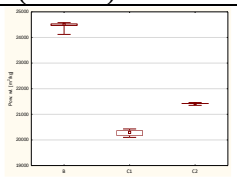
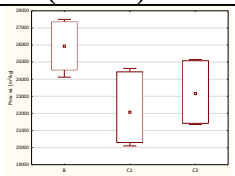
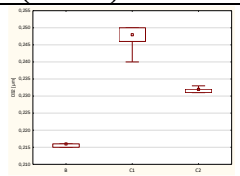
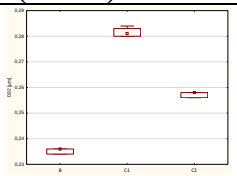
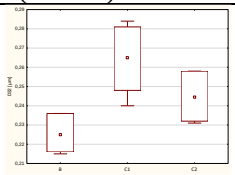
	D32	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): C1<C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:* Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B, C1<C2*	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**
	D43	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.):B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2,C1**
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*

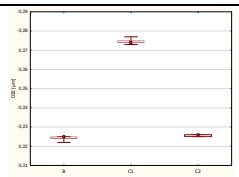
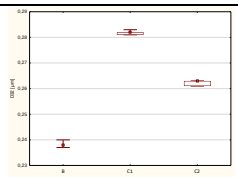
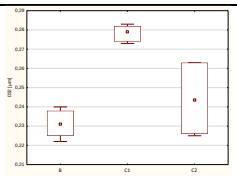
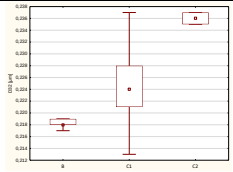
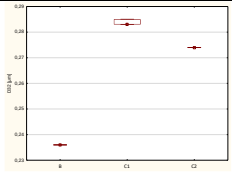
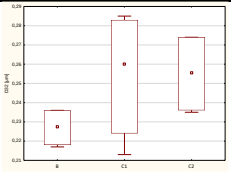
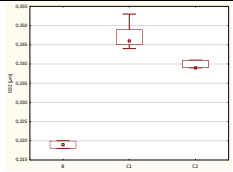
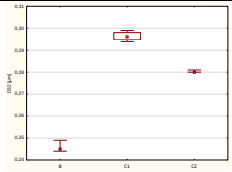
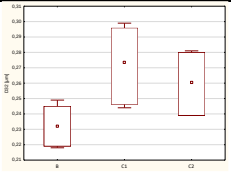
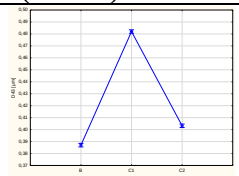
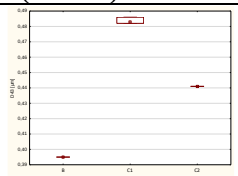
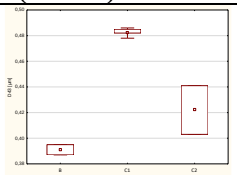
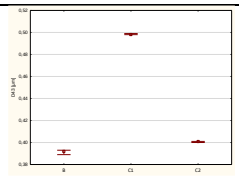
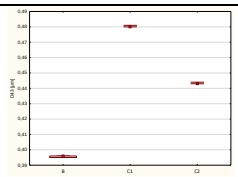
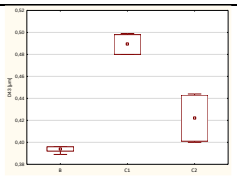
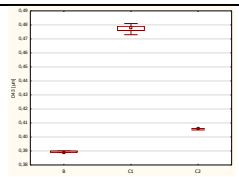
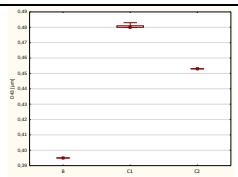
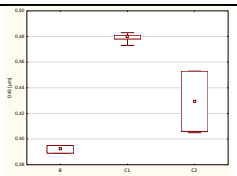
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1,C2**
	D53	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		4			
			ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B<C2<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*

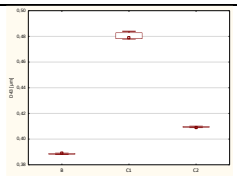
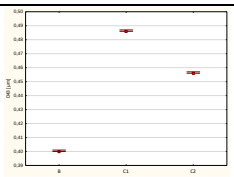
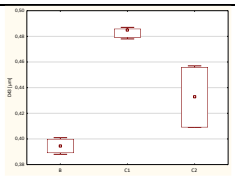
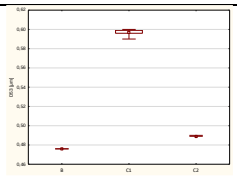
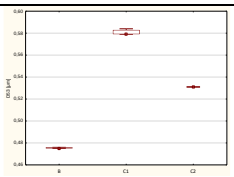
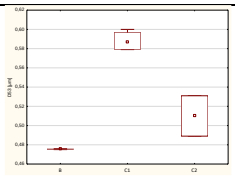
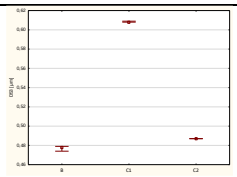
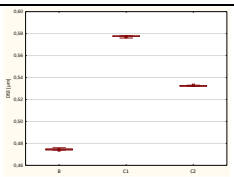
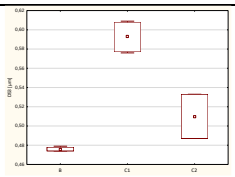
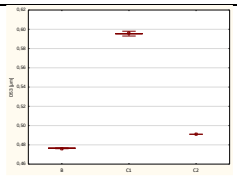
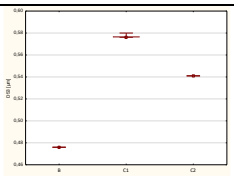
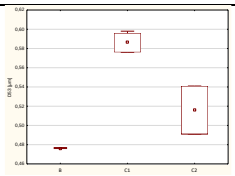
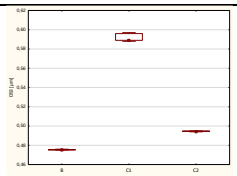
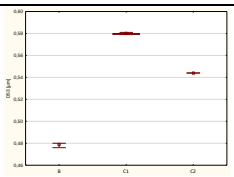
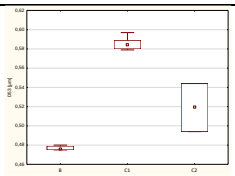
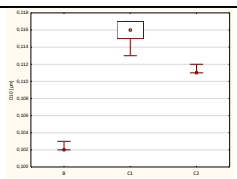
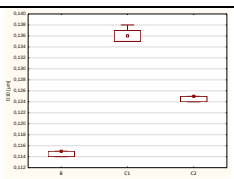
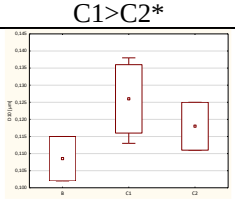
	D10	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): C1<C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:* Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1*
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B,C1<C2*	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**
	D50	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1,C2**
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*

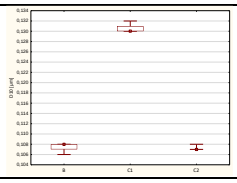
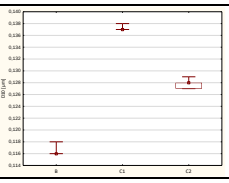
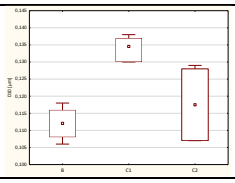
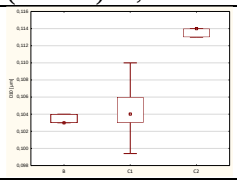
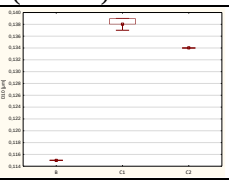
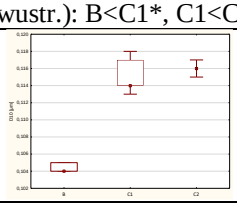
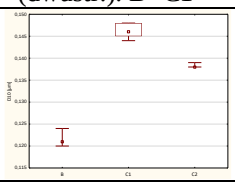
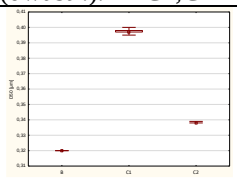
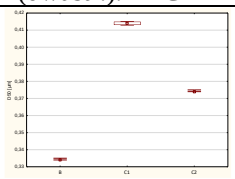
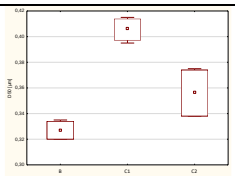
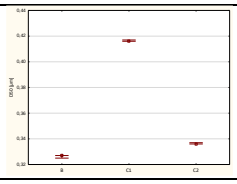
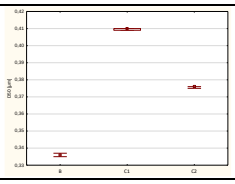
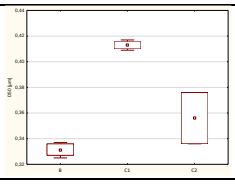
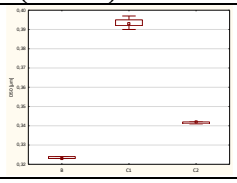
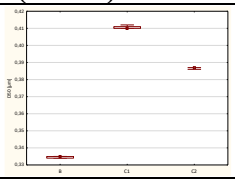
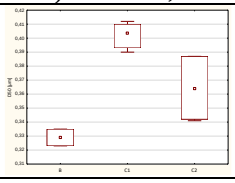
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1,C2**
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1,C2**
	D90	0			
			ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B<C2<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*

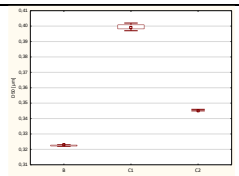
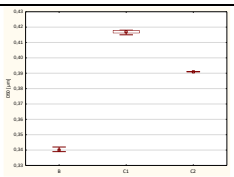
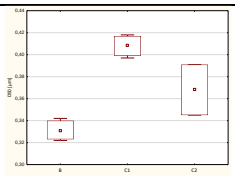
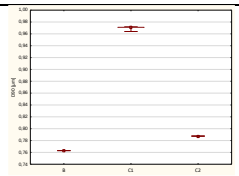
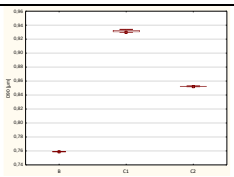
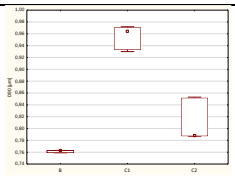
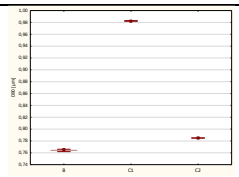
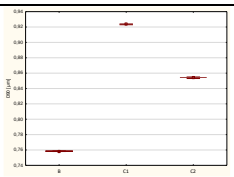
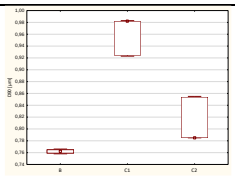
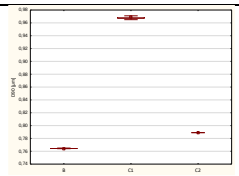
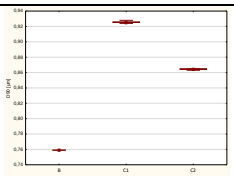
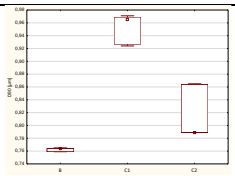
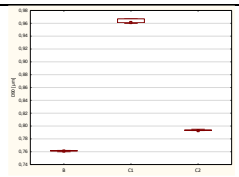
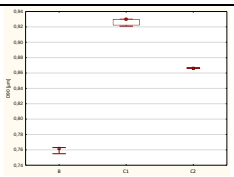
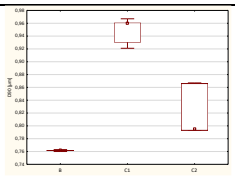
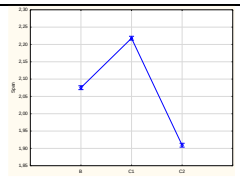
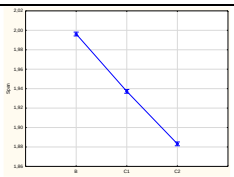
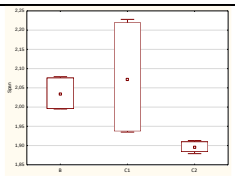
SDS	Span	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): C1>C2**	ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: C1<B<C2**	n/s
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B<C1<C2**	n/s
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): C1>C2**	ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B>C1>C2**	n/s
		6			
			ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: C2<B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:* Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): n/s	n/s
	Jednorodność	0			
			ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: C2<B<C1**	ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: C1<B<C2**	n/s
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): C1>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**	n/s
		4			
			ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: C2<B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2**	n/s

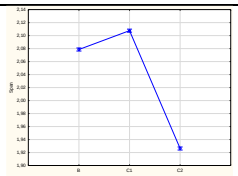
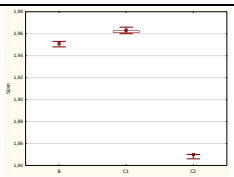
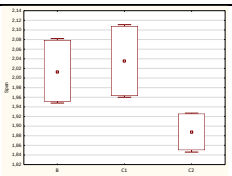
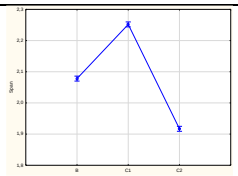
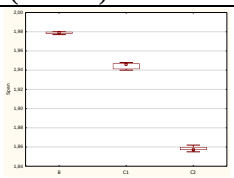
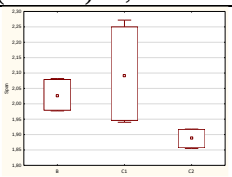
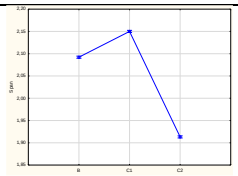
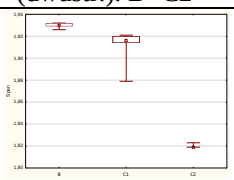
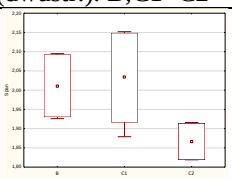
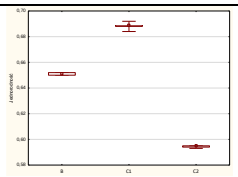
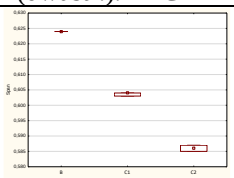
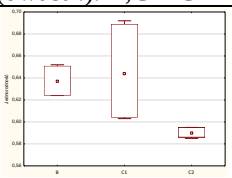
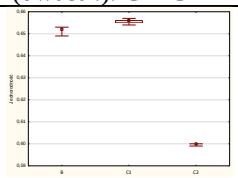
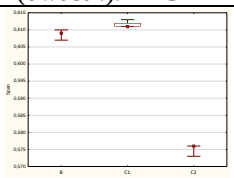
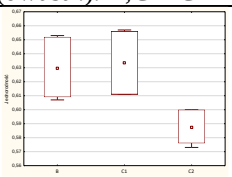
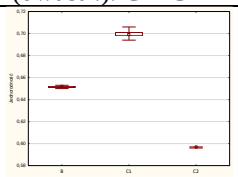
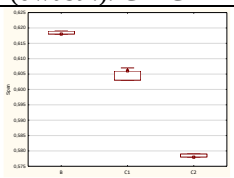
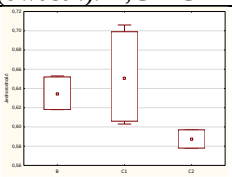
		6			
			ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: C2<B<C1**	n/s	n/s
	Pow. wł.	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C1**	ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B>C2>C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C1**
		2			
			ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B, C2>C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B,C2>C1**
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:* Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): n/s
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C1**
	D32	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**

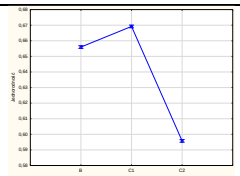
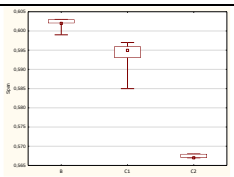
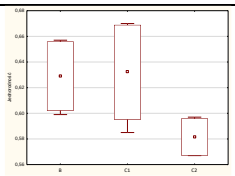
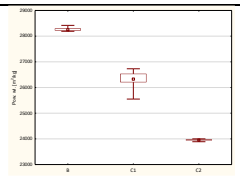
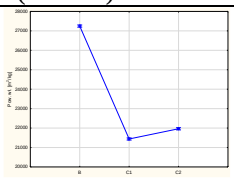
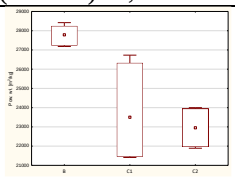
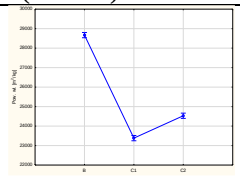
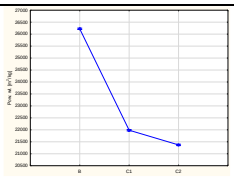
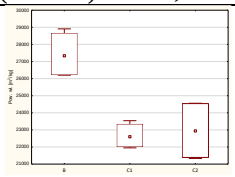
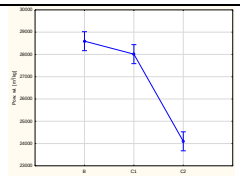
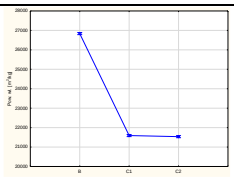
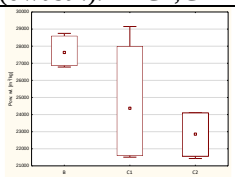
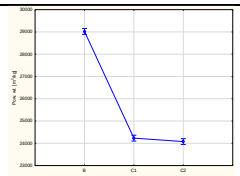
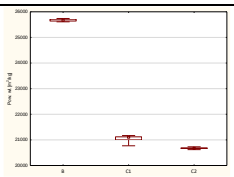
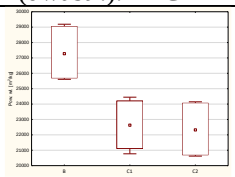
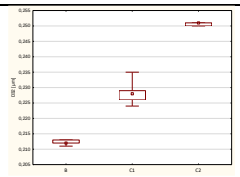
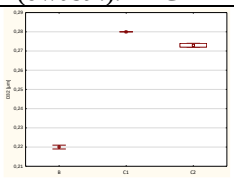
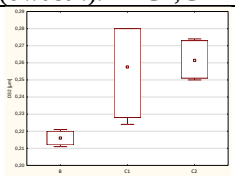
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B,C2<C1**
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:* Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B,C1<C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:* Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2*
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**
	D43	0			
			ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B<C2<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*

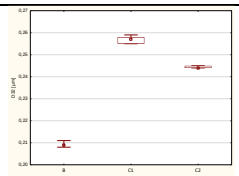
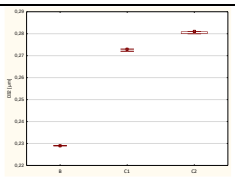
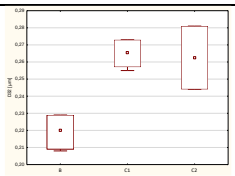
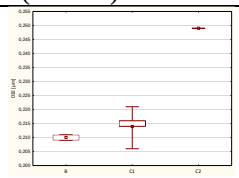
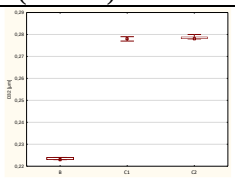
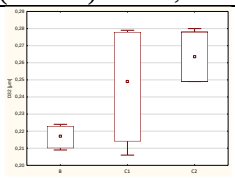
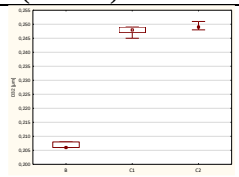
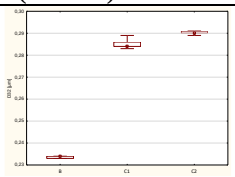
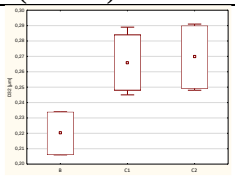
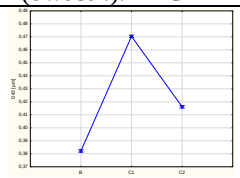
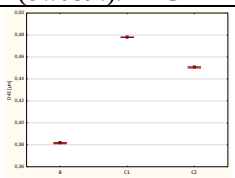
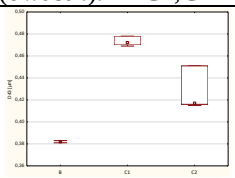
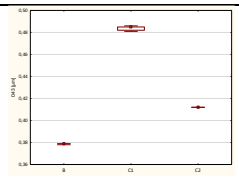
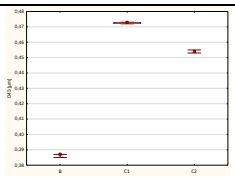
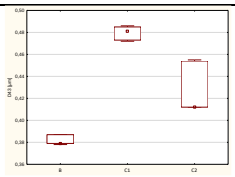
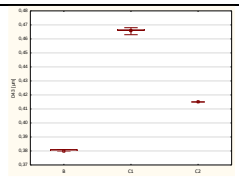
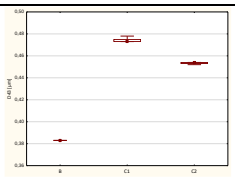
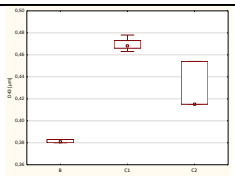
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
	D53	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
	D10	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**

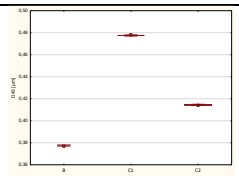
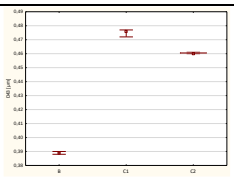
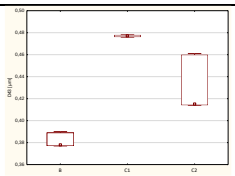
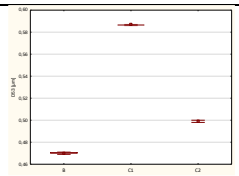
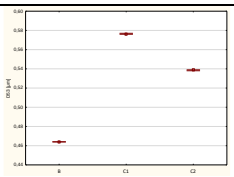
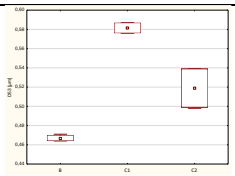
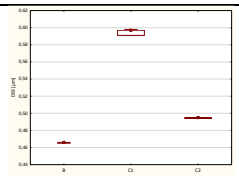
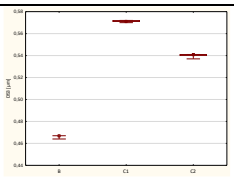
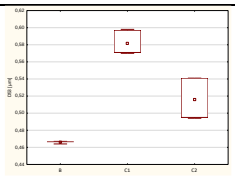
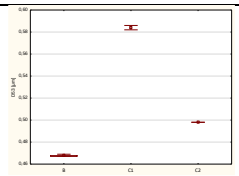
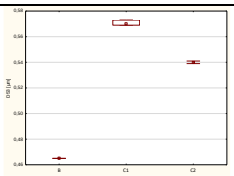
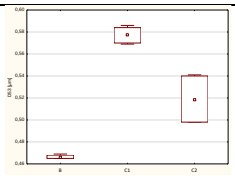
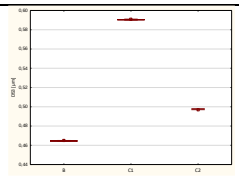
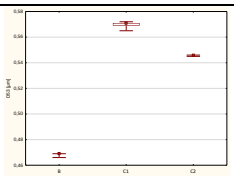
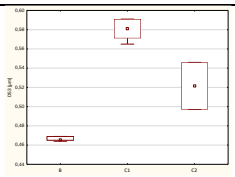
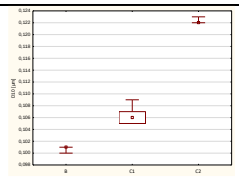
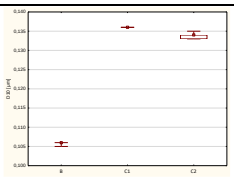
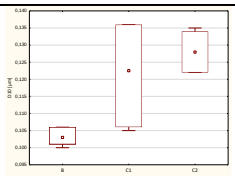
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B,C2<C1*	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B,C2<C1**
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1*, C1<C2*	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	n/s
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1,C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	n/s
	D50	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, C1>C2*
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*

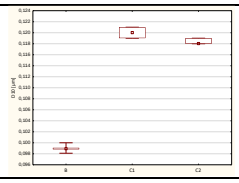
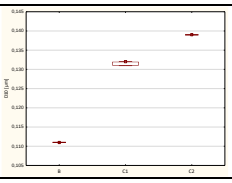
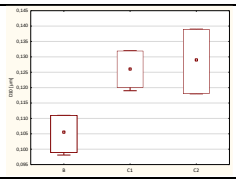
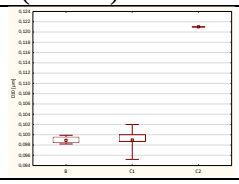
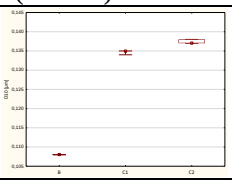
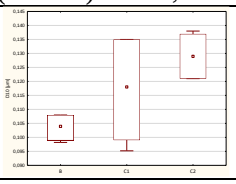
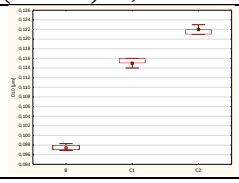
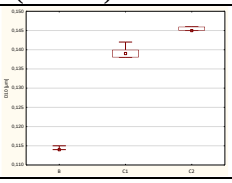
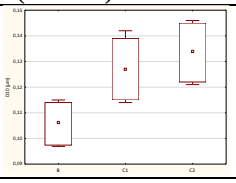
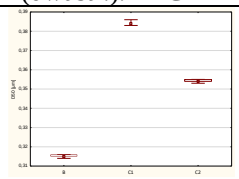
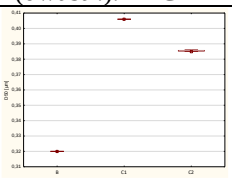
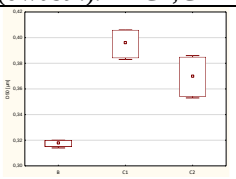
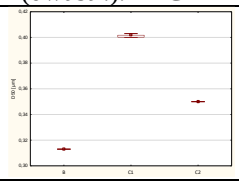
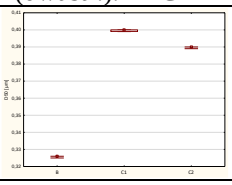
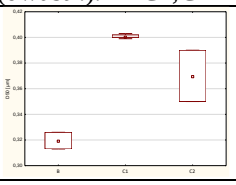
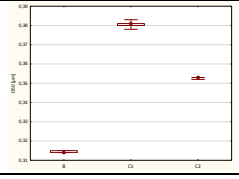
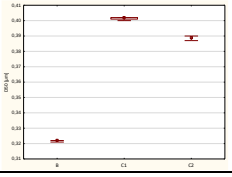
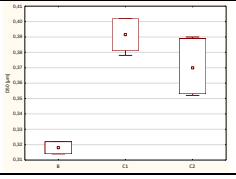
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
	D90	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
50C EDTA	Span	0			
			ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: C2<B<C1**	ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B>C1>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B,C1>C2**

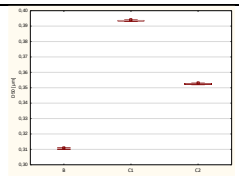
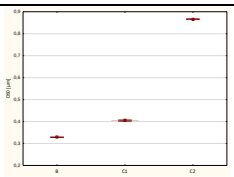
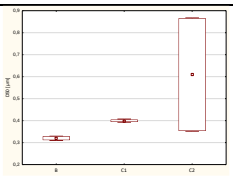
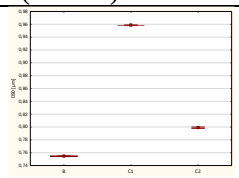
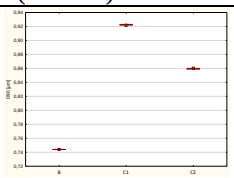
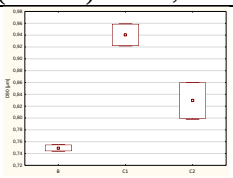
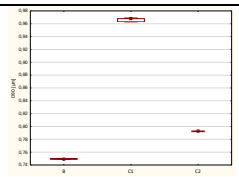
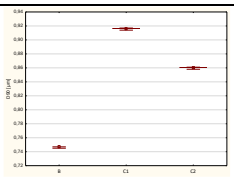
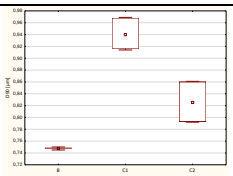
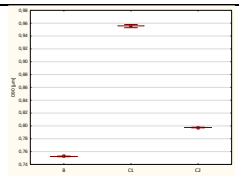
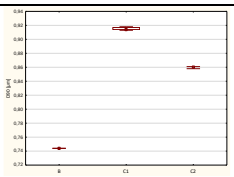
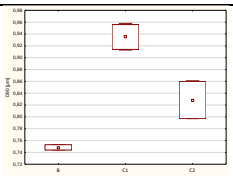
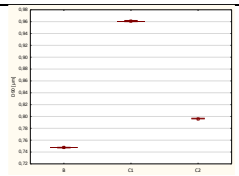
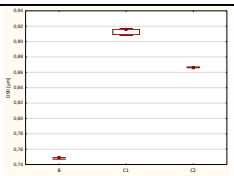
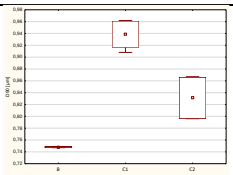
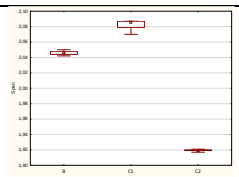
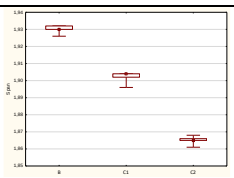
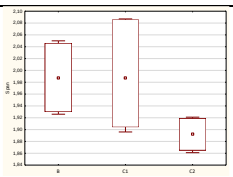
		2			
			ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: C2<B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): C1>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B,C1>C2**
		4			
			ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: C2<B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B,C1>C2**
		6			
			ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: C2<B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B,C1>C2**
	Jednorodność	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:* Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): C1>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:* Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B,C1>C2**
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): C1>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): C1>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B,C1>C2**
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): C1>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B,C1>C2**

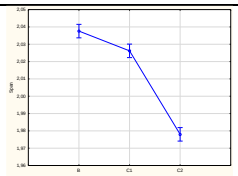
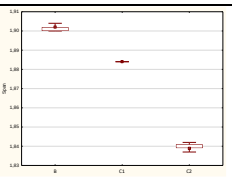
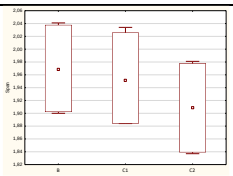
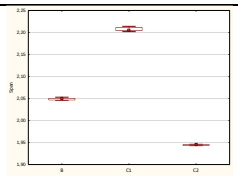
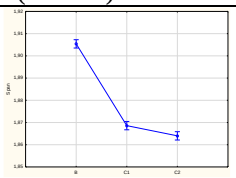
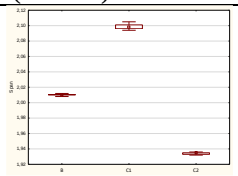
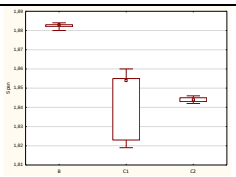
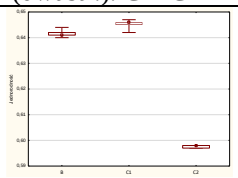
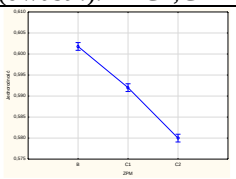
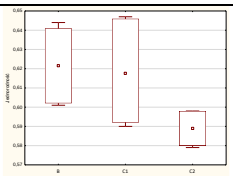
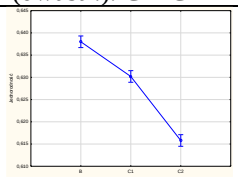
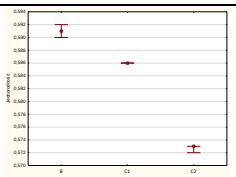
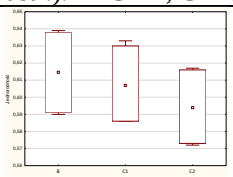
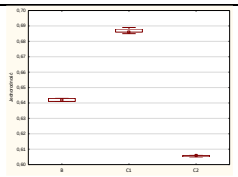
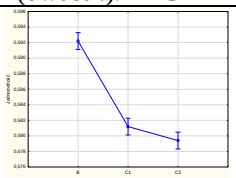
	Pow. wł.	6			
			ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: C2<B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B,C1>C2**
		0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2**	ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B>C2>C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C1,C2**
		2			
			ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: C1<C2<B**	ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B>C1>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C1,C2**
		4			
			ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B,C1>C2**	ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B>C1,C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2**
		6			
			ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B>C1,C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C1,C2**
	D32	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1,C2**

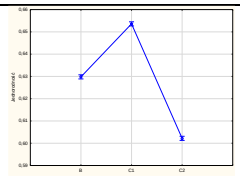
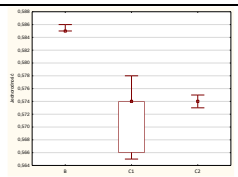
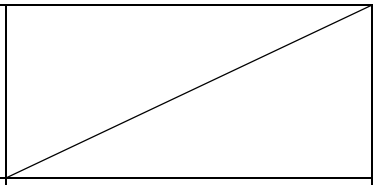
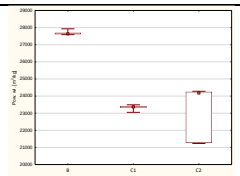
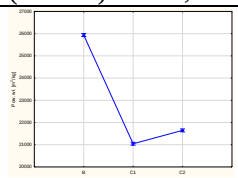
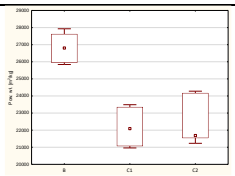
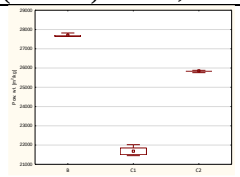
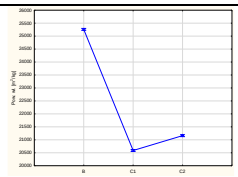
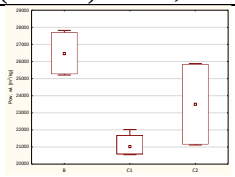
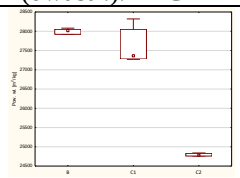
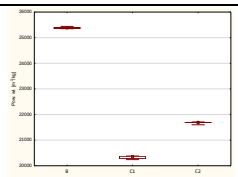
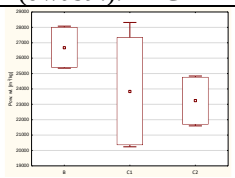
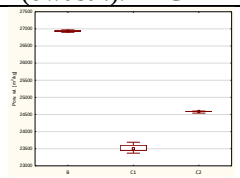
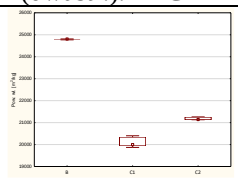
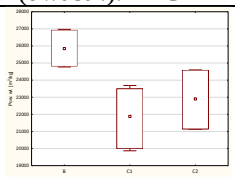
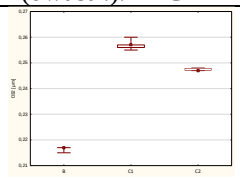
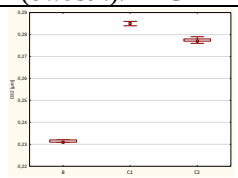
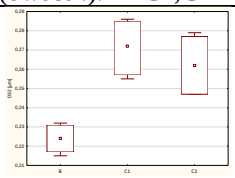
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1,C2**
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1,C2**
	D43	0			
			ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B<C2<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:* Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*

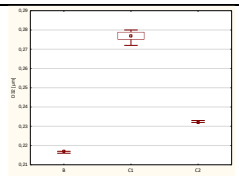
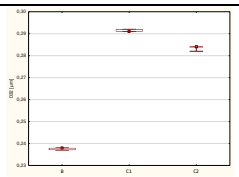
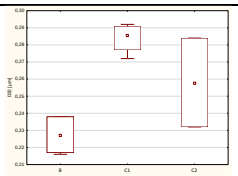
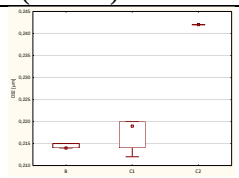
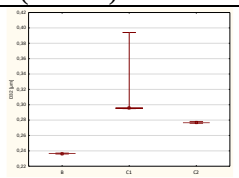
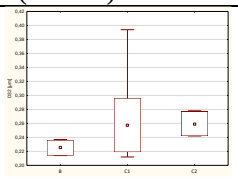
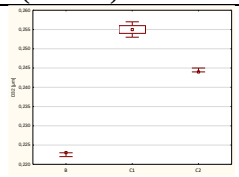
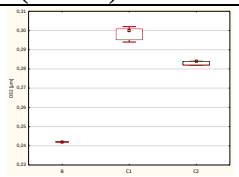
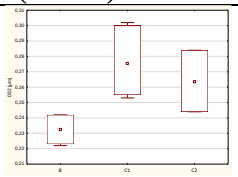
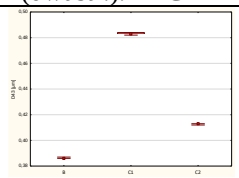
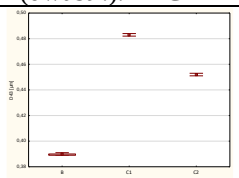
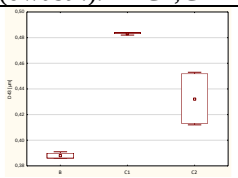
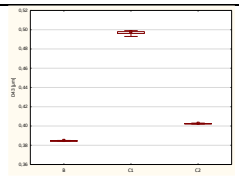
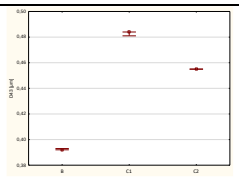
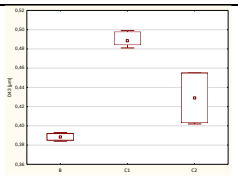
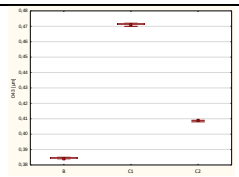
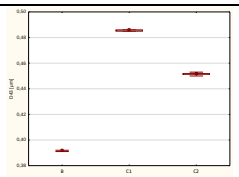
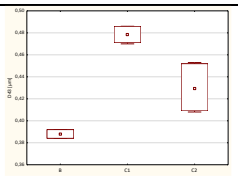
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
	D53	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
	D10	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1,C2**

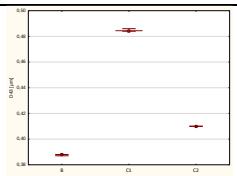
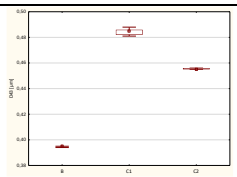
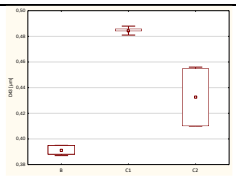
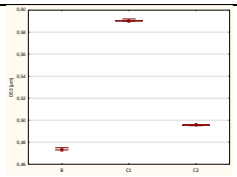
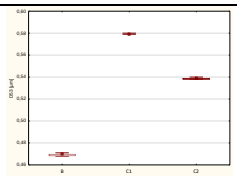
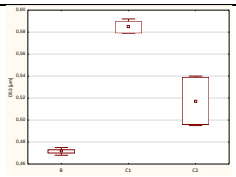
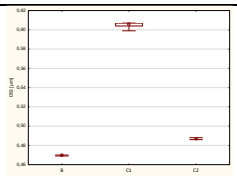
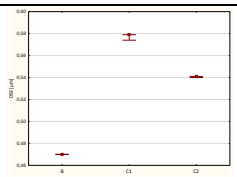
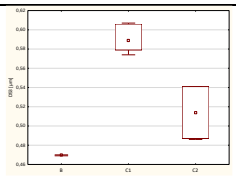
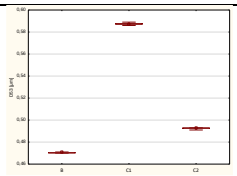
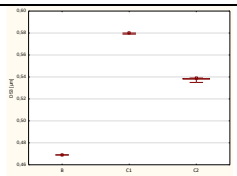
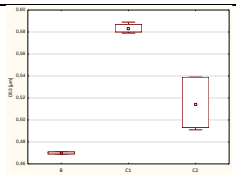
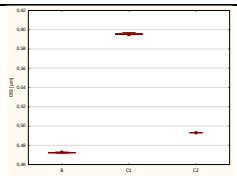
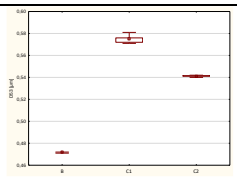
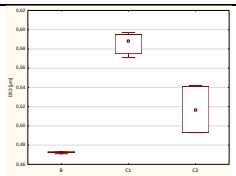
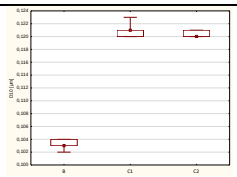
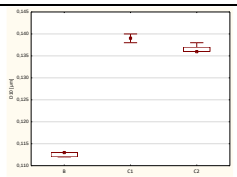
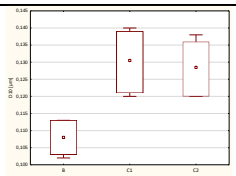
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1,C2**
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B,C1<C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1,C2**
	D50	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1,C2**
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1,C2**

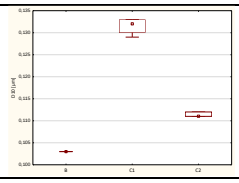
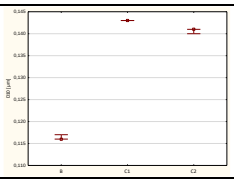
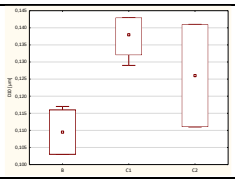
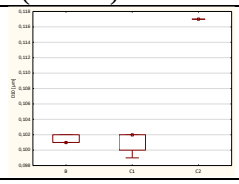
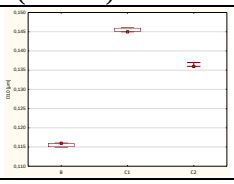
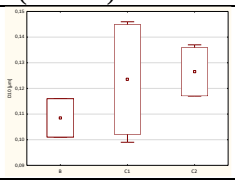
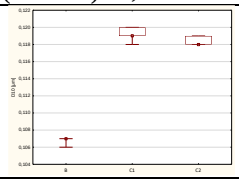
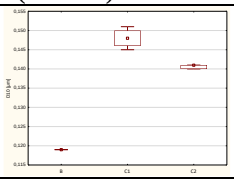
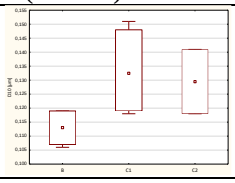
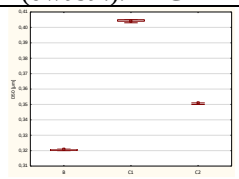
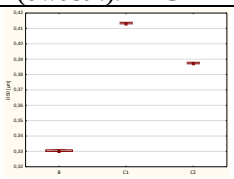
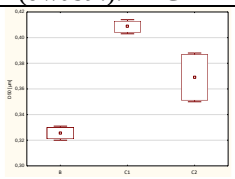
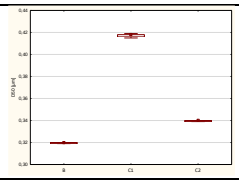
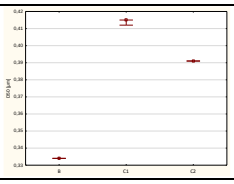
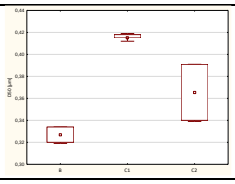
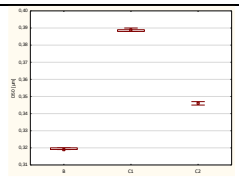
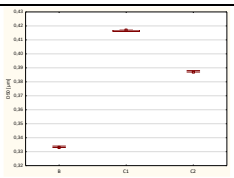
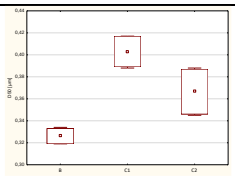
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1,C2**
	D90	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
50C SDS	Span	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): C1>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2**, C1>C2*

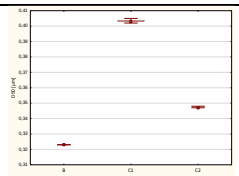
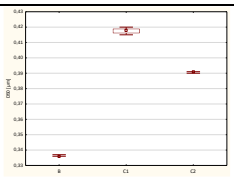
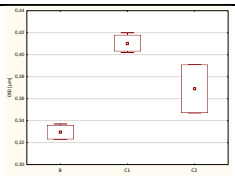
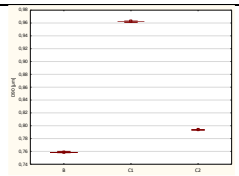
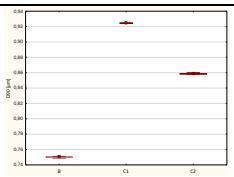
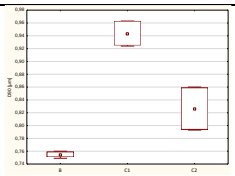
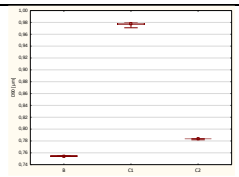
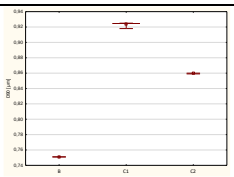
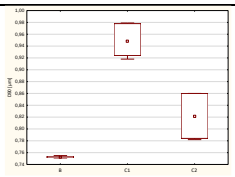
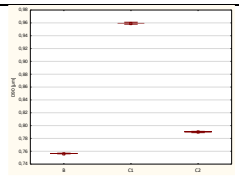
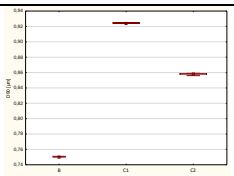
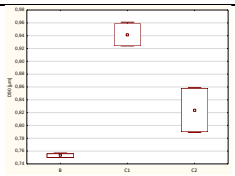
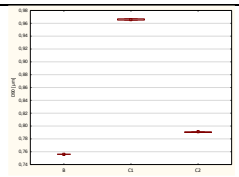
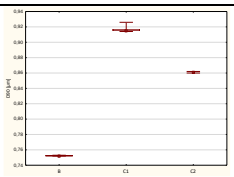
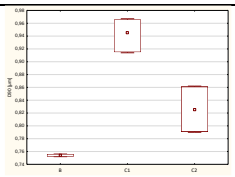
		2			
			ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B>C1>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:* Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2**
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): C1>C2**	ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B>C1>C2	n/s
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): C1>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C1,C2**	n/s
	Jednorodność	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): C1>C2**	ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B>C1>C2	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2**, C1>C2*
		2			
			ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B>C1>C2	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:* Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2**
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): C1>C2**	ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B>C1**, B>C2**, C1>C2*	n/s

		6			
			ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: C1>B>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C1,C2*	n/s
	Pow. wł.	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C1,C2**	ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B>C2>C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C1,C2**
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA jednoczynnikowa:** NIR Fishera: B>C2>C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C1**
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C2**
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B>C1,C2**
	D32	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1,C2**

		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2**
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1,C2**
	D43	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*

		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
	D53	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
	D10	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1,C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1,C2**

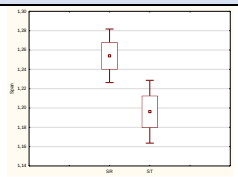
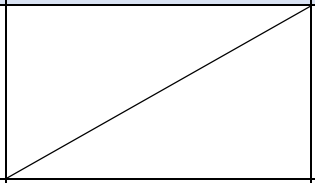
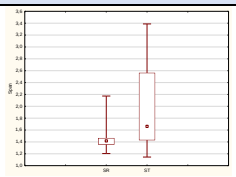
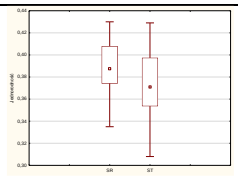
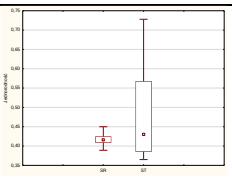
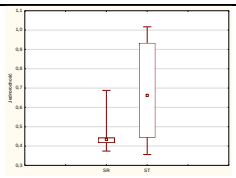
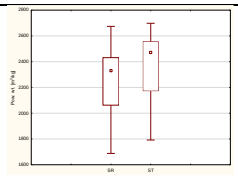
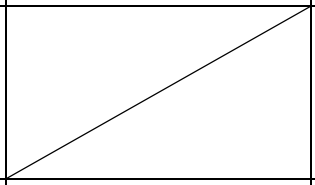
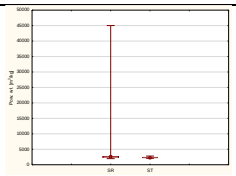
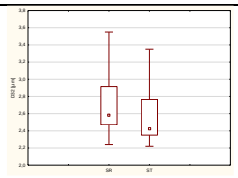
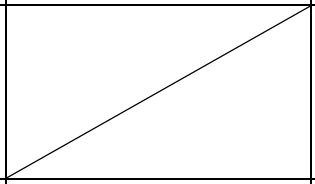
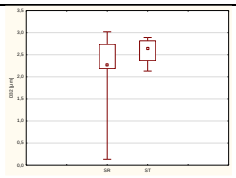
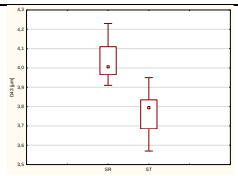
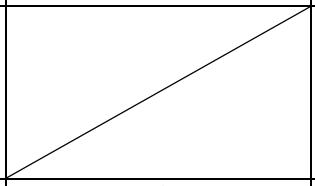
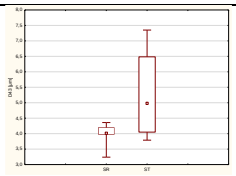
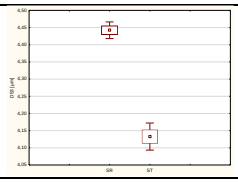
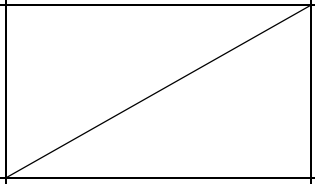
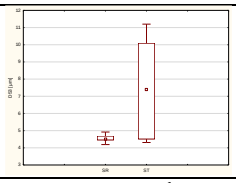
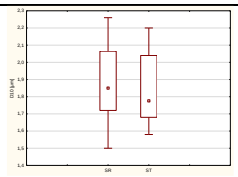
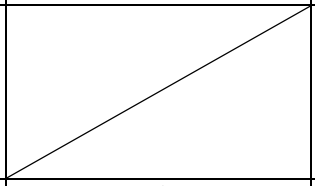
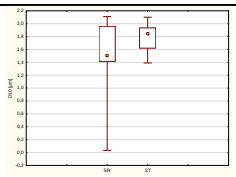
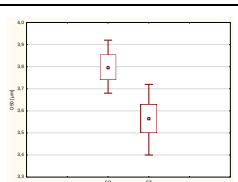
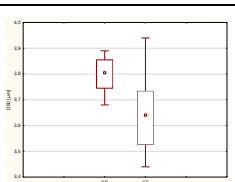
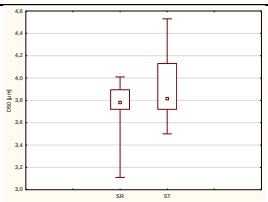
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B,C1<C2**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:* Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C2*
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**
	D50	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*

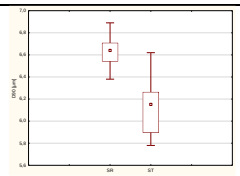
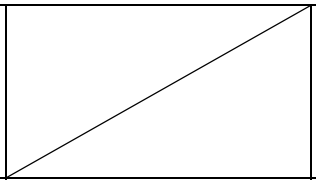
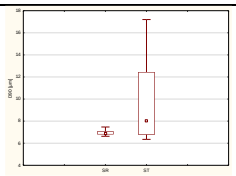
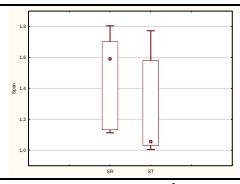
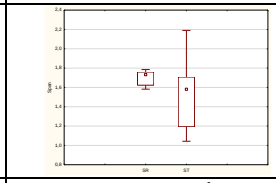
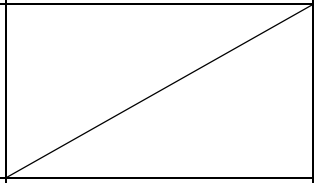
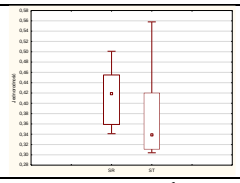
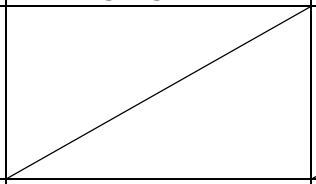
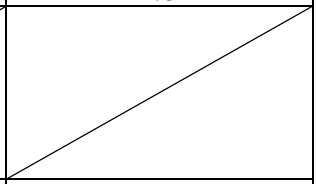
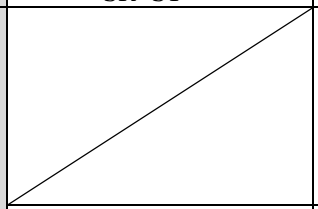
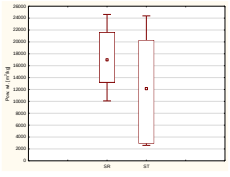
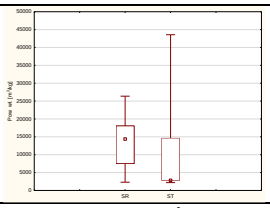
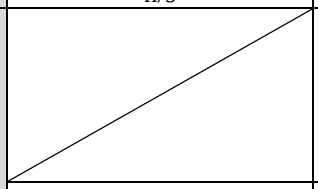
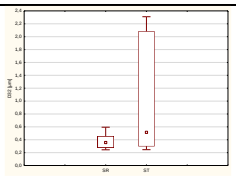
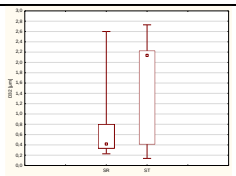
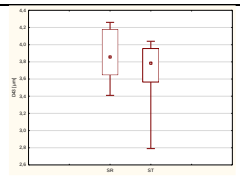
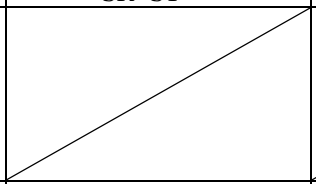
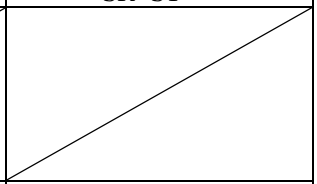
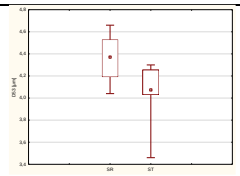
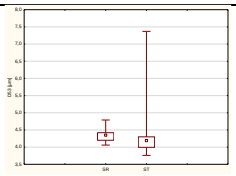
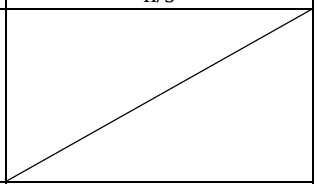
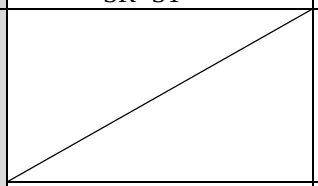
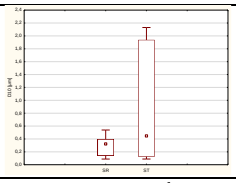
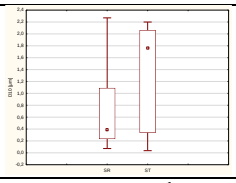
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
	D90	0			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		2			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		4			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*
		6			
			ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**	ANOVA Kruskala Wallisa:** Wielokrotne porównanie rang (dwustr.): B<C1**, B<C2*, C1>C2*

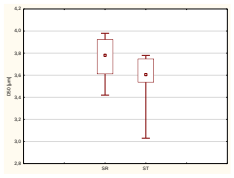
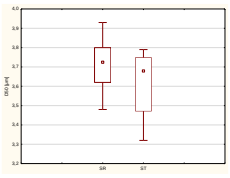
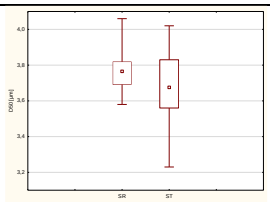
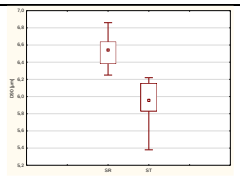
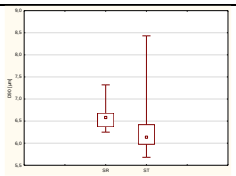
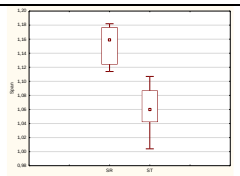
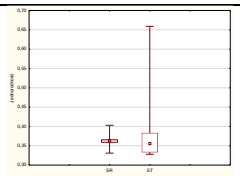
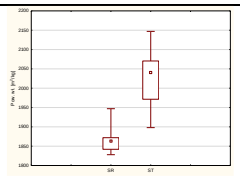
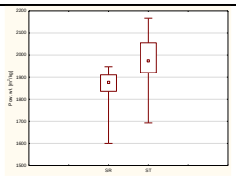
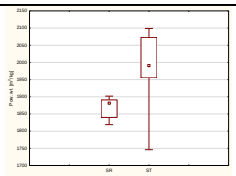
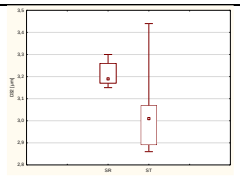
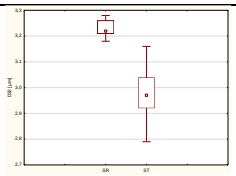
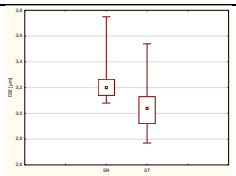
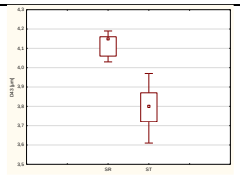
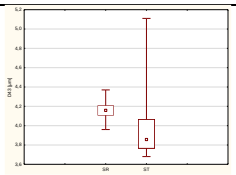
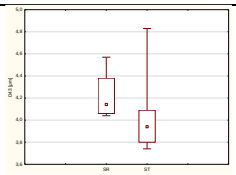
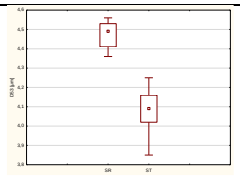
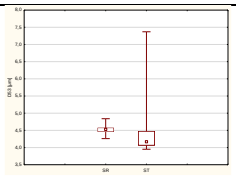
Legenda:
MANOVA
Pionowe słupki oznaczają 0,95 przedziały ufności;
Miara tendencji centralnej = średnia

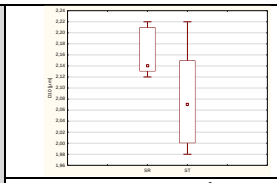
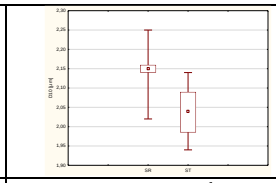
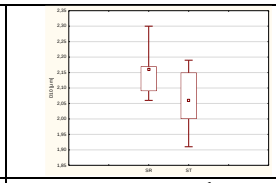
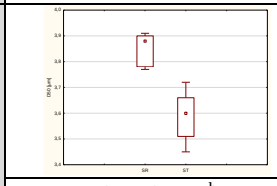
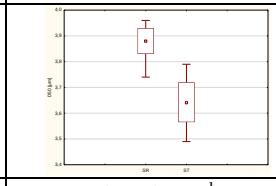
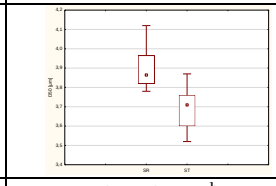
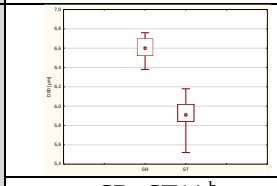
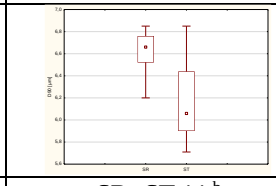
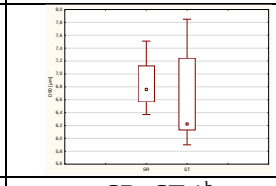
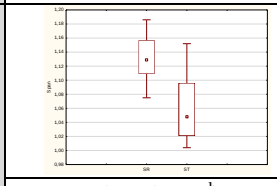
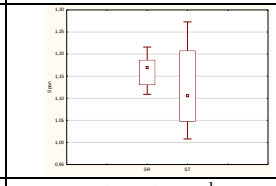
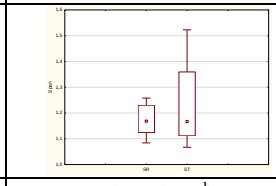
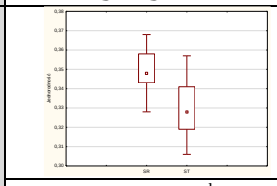
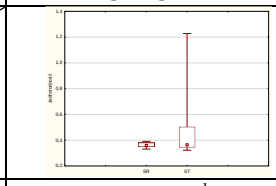
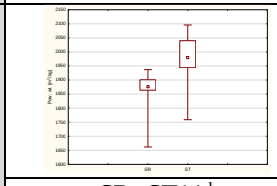
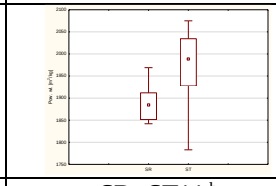
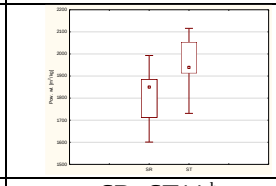
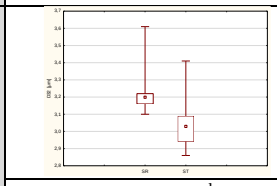
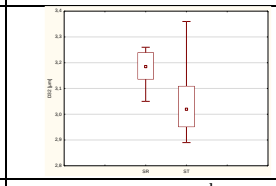
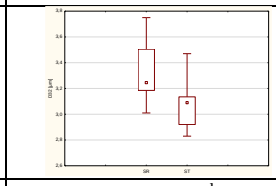
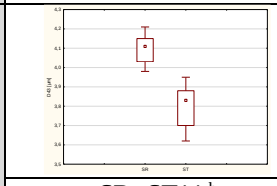
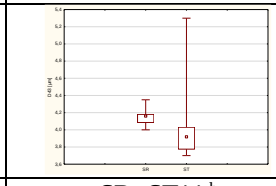
ANOVA Kruskala Wallisa
Mediana; 25-75%; Min-Maks

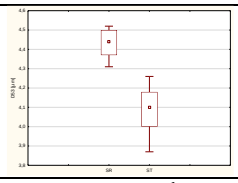
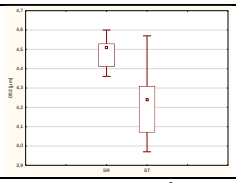
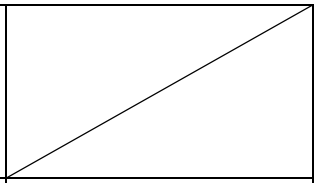
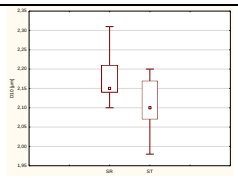
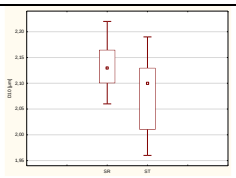
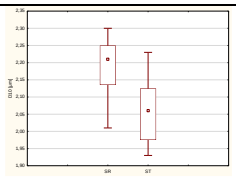
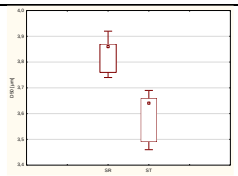
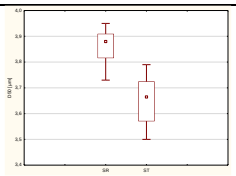
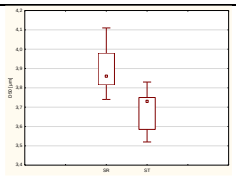
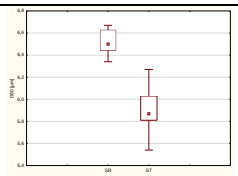
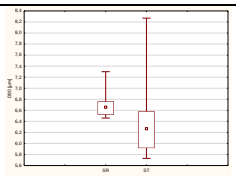
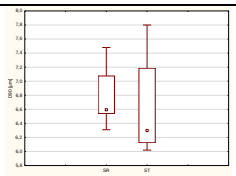
Tab. 71. Wpływ standaryzacji na zmianę rozkładu wielkości kuleczek tłuszczowych w czasie chłodniczego przechowywania

Wariant	Parametr	t=0	t=1	t=2
EDTA	Span			
		SR>ST**[a]	n/s	SR<ST**[b]
	Jednorodność			
		SR>ST**[b]	SR<ST*[b]	SR<ST**[b]
	Pow. wł.			
		SR<ST**[b]	n/s	SR>ST*[b]
	D32			
		SR>ST**[b]	n/s	SR<ST*[b]
	D43			
		SR>ST**[b]	n/s	SR<ST**[b]
	D53			
		SR>ST**[a]	n/s	SR<ST**[b]
	D10			
		SR>ST*[b]	n/s	SR<ST**[b]
	D50			
		SR>ST**[b]	SR>ST**[b]	SR<ST*[b]

	D90			
		SR>ST**[a]	n/s	SR<ST**[b]
SDS	Span			
		SR>ST**[b]	SR>ST**[b]	n/s
	Jednorodność			
		SR>ST**[b]	n/s	n/s
	Pow. wł.			
		n/s	SR>ST**[b]	SR>ST*[b]
	D32			
		n/s	SR<ST**[b]	SR<ST**[b]
	D43			
		SR>ST**[b]	n/s	n/s
	D53			
		SR>ST**[b]	SR>ST**[b]	n/s
	D10			
		n/s	SR<ST**[b]	SR<ST**[b]

	D50			
		SR>ST**^{b}	SR>ST**^{b}	SR>ST**^{b}
	D90			
		SR>ST**^{b}	SR>ST**^{b}	n/s
50C EDTA	Span			
		SR>ST**	n/s	n/s
	Jednorodność			
		SR>ST**^{b}	n/s	n/s
	Pow. wł.			
		SR<ST**^{b}	SR<ST**^{a}	SR<ST**^{b}
	D32			
		SR>ST**^{b}	SR>ST**^{b}	SR>ST**^{b}
	D43			
		SR>ST**^{b}	SR>ST**^{b}	SR>ST*^{b}
	D53			
		SR>ST** ^{b}	SR>ST** ^{b}	n/s

	D10			
		SR>ST** ^{b}	SR>ST** ^{b}	SR>ST**^{b}
	D50			
		SR>ST** ^{b}	SR>ST** ^{b}	SR>ST** ^{b}
	D90			
		SR>ST** ^{b}	SR>ST ** ^{b}	SR>ST *^{b}
50C SDS	Span			
		SR>ST** ^{b}	SR>ST** ^{b}	SR>ST* ^{b}
	Jednorodność			
		SR>ST** ^{b}	n/s	SR<ST* ^{b}
	Pow. wł.			
		SR<ST** ^{b}	SR<ST** ^{b}	SR<ST** ^{b}
	D32			
		SR>ST** ^{b}	SR>ST** ^{b}	SR>ST** ^{b}
	D43			
		SR>ST** ^{b}	SR>ST** ^{b}	n/s

	D53			
		SR>ST** [b]	SR>ST** [b]	n/s
	D10			
		SR>ST** [b]	SR>ST** [b]	SR>ST** [b]
	D50			
		SR>ST** [b]	SR>ST** [b]	SR>ST** [b]
	D90			
		SR>ST** [b]	SR>ST** [b]	SR>ST* [b]

Legenda:

a
- Średnia
- Średnia±Błąd std
- Średnia±1,96*Błąd std

b
- Mediana
- 25-75%
- Min-Maks