UNIWERSYTET WARMIŃSKO-MAZURSKI
W OLSZTYNIE
Wydział Rolnictwa i Leśnictwa

Abdalla Omer Elkhatib

OCENA WYBRANYCH GATUNKÓW ROŚLIN MOTYLKOWATYCH JAKO KOMPONENTÓW MIESZANEK ZE STOKŁOSĄ OBIEDKOWATĄ

Praca doktorska
wykonana w Katedrze Architektury Krajobrazu
Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie
pod kierunkiem
prof. dr hab. Krzysztofa Młynarczyka

Olsztyn 2023

UNIVERSITY OF WARMIA AND MAZURY
IN OLSZTYN
Faculty of Agriculture and Forestry

Abdalla Omer Elkhatib

EVALUATION OF SELECTED SPECIES OF LEGUMES AS COMPONENTS OF MIXTURES WITH PRAIRIE GRASS

Doctoral thesis
done at the Department of Landscape Architecture
University of Warmia and Mazury in Olsztyn
under the supervison of
prof. Krzysztof Młynarczyk, Ph.D.

Olsztyn 2023

Składam serdeczne podziękowania
Panu Profesorowi Krzysztofowi Młynarczykowi
za inspirację, cenne wskazówki i nieocenione wsparcie
w trakcie realizacji pracy.
Bardzo dziękuję Pani Profesor Marzennie Olszewskiej,
Pani Doktor Ewelinie Olba-Zięty i Pani Doktor Iwonie Połucha
za konsultacje naukowe i wieloaspektową pomoc.

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wstęp……	3
2. Przegląd piśmiennictwa……	7
2.1. Stan badań……	7
2.2. Charakterystyka testowanych gatunków roślin……	20
3. Materiał i metody badań……..	29
4. Warunki prowadzenia badań……...	35
5. Wyniki badań……..	40
5.1. Zmiany składu botanicznego runi……...	40
5.2. Zadarnienie powierzchni…….	43
5.3. Plonowanie…….	44
5.4. Zawartość niektórych składników chemicznych w stokłosie obiedkowatej i roślinach motylkowatych…….	49
5.5. Analiza ekonomiczna……..	54
6. Wnioski……	57
Bibliografia……..……	58
Streszczenie…….	76
Summary…….	76
Załączniki	

1. Wstęp

Przemienne (krótkotrwałe) użytki zielone są to uprawy traw lub ich mieszanek z roślinami bobowatymi, stanowiące fragment płodozmianu polowego, których czas użytkowania nie przekracza 4-5 lat. Obecnie w Polsce zajmują one powierzchnię ok. 0,4 mln ha (Użytkowanie gruntów…GUS 2019). W regionach o małej powierzchni trwałych użytków zielonych, przemienne użytki zielone odgrywają ważną rolę w produkcji pasz objętościowych. Przy odpowiednim nawożeniu, racjonalnym użytkowaniu oraz korzystnych warunkach pogodowych, dostarczają one bardzo wysokich plonów. Realny plon, który można uzyskać z krótkotrwałych użytków zielonych waha się w granicach 14-16 $t \cdot ha^{-1}$ suchej masy i 2,1-2,5 $t \cdot ha^{-1}$ białka (GOLIŃSKI, GOLIŃSKA 2019).

W trakcie zakładania przemiennych użytków zielonych podstawową rolę odgrywa prawidłowy dobór komponentów mieszanki, zwłaszcza pod kątem dostosowania ich wymogów do warunków siedliska. Ze względu na ich krótkotrwałe użytkowanie na ogół niemożliwe jest choćby częściowe dostosowanie się składu botanicznego runi do siedliska w drodze sukcesji ekologicznej (ELKHATIB, MŁYNARCZYK 1998). Istotne znaczenie w produkcji pasz na przemiennych użytkach zielonych mają gatunki o dużej dynamice wzrostu, odporne na niekorzystne warunki klimatyczne, charakteryzujące się dużą zdolnością wykorzystywania zasobów pokarmowych gleby oraz wysoką wartością paszową i produktywnością. Spośród traw pastewnych uprawianych w Polsce do użytkowania na gruntach ornych przydatnych jest 9 gatunków. Należy do nich m.in. uprawiana w wielu krajach, stokłosa obiedkowata (ARTURI i in. 2012). W praktyce do produkcji pasz objętościowych na krótkotrwałych użytkach zielonych najczęściej wykorzystuje się mieszanki składające się z 1-2 gatunków traw i 1 gatunku rośliny bobowatej (motylkowatej).

Za stosowaniem roślin bobowatych jako komponentów prostych mieszanek w uprawach polowych przemawia wiele względów. Jednym z nich jest obniżenie nakładów na produkcję paszy poprzez ograniczenie nawożenia azotem (CIEPIELA

i in. 1998; SØEGAARD i in. 2007; NYFELER i in. 2011; ARTURI i in. 2012; DHAKAL, ISLAM 2018). Możliwość wykorzystania naturalnego źródła azotu, którego dostarczają bobowate, ma ogromne znaczenie również z ekologicznego punktu widzenia i znalazło szerokie zastosowanie nie tylko w rolnictwie biodynamicznym, ale także w rolnictwie zrównoważonym (GAWEŁ 2011). Łączna uprawa traw i roślin bobowatych różniących się cechami morfologicznymi, fizjologicznymi, wymaganiami glebowymi, agrotechnicznymi, rytmem wzrostu i rozwoju oraz odpornością na choroby i szkodniki umożliwia lepsze wykorzystanie zasobów pokarmowych oraz gwarantuje stabilność plonowania i wysoką jakość paszy (STANIAK 2009; NYFELER i in. 2011; ARTURI i in. 2012; OLSZEWSKA, KOBYLIŃSKI 2016; DHAKAL, ISLAM 2018).

Uprawa przemiennych użytków zielonych jest zalecana zarówno w aspekcie produkcji wartościowych pasz objętościowych, jak i korzystnego wpływu na środowisko. W Polsce, gdzie ponad 70% w strukturze zasiewów stanowią zboża (GUS 2019), krótkotrwałe użytki zielone są istotnym elementem płodozmianu. Wpływają one korzystnie na rośliny następcze poprzez poprawę struktury oraz zasobności gleby w składniki pokarmowe. Ze względu na pozostawianie dużych ilości resztek pozbiorowych, charakteryzują się dodatnim bilansem materii organicznej w glebie o korzystnym stosunku C:N, która z upływem czasu ulega mineralizacji, stając się źródłem składników pokarmowych dla kolejnych upraw (DHAKAL, ISLAM 2018). Ponadto, przemienne użytki zielone pełnią rolę fitosanitarną w płodozmianie, ograniczając występowanie chorób i szkodników w uprawach następczych roślin (BAŁUCH, BENEDYCKI 2004; SØEGAARD i in. 2007; GAWEŁ, GRZELAK 2016). Podobnie jak trwałe łąki i pastwiska, doskonale chronią glebę przed erozją oraz stanowią barierę na drodze migracji biogenów do wód powierzchniowych. Przemienne użytki zielone łącząc takie elementy jak: produkcja wartościowych pasz objętościowych, ograniczenie dawek azotu mineralnego, ważne ogniwo zmianowania oraz korzystny wpływ na środowisko, doskonale wpisują się w koncepcję zrównoważonego systemu gospodarowania (GAWEŁ, GRZELAK 2016).

Cel pracy i hipotezy badawcze

Powyższe zagadnienia inspirowały podjęcie badań, których celem było określenie przydatności sześciu gatunków roślin bobowatych (motylkowatych) jako komponentów mieszanek ze stokłosą obiedkowatą, a także wpływu sposobów ich wysiewu na plonowanie oraz zmiany składu botanicznego runi w kolejnych latach użytkowania.

Hipotezy.

Drobnonasienne rośliny motylkowate są dobrym komponentem mieszanek ze stokłosą obiedkowatą. Takie mieszanki mogą stanowić wartościową, bogatą w składniki pokarmowe paszę.

Zakładanie przemiennych użytków zielonych przy zastosowaniu wsiewek mieszanek motylkowo-trawiastych w jęczmień jary zapewnia dobre efekty produkcyjne.

2. Przegląd piśmiennictwa

2.1. Stan badań

Przemienne użytki zielone zostały wprowadzone do systemów rolniczego gospodarowania w Wielkiej Brytanii, a także w innych krajach Europy Zachodniej już w XVII wieku. W Polsce polowa uprawa traw pastewnych rozpowszechniła się dopiero w XX wieku, chociaż już wcześniej światli właściciele ziemscy wykorzystywali polowe mieszanki motylkowo-trawiaste.

Obecnie potrzeba ich uprawy wynika głównie z małej powierzchni i niskiej wydajności trwałych użytków zielonych, dużego zapotrzebowania na paszę dla zwierząt gospodarskich oraz korzyści ekonomicznych tkwiących w możliwości ograniczenia nawożenia azotem, poprzez wykorzystanie roślin bobowatych (OLSZEWSKA 1999; BAŁUCH, BENEDYCKI 2004; SØEGAARD i in. 2007; STANIAK 2009; GAWEŁ 2011a; GAWEŁ, GRZELAK 2016). Wielu autorów podkreśla fakt uzyskiwania wysokich, a nawet bardzo wysokich plonów na użytkach przemiennych, pod warunkiem ich należytego nawożenia i pielęgnacji (DOMAŃSKI

2009; MAKOWSKI i in. 2009; SOSNOWSKI, JANKOWSKI 2010; STANIAK 2010; SOSNOWSKI 2011; OLSZEWSKA, KOBYLIŃSKI 2016; GOLIŃSKI, GOLIŃSKA 2019). W roku pełnego użytkowania, przy umiarkowanych opadach, zbierane plony przekraczają 10 t suchej masy z 1 ha. W warunkach zbliżonych do optymalnych plony mieszanek bobowato-trawiastych uprawianych na krótkotrwałych użytkach zielonych mogą przekraczać 15 t suchej masy z 1 ha (KRYSZAK 2003). Wydajność takich zasiewów jest z reguły wyższa niż trwałych użytków zielonych, jednak ich wykorzystanie jest ograniczone najczęściej do dwóch lub trzech lat (DOMAŃSKI 2009, MŁYNARCZYK 1994).

Pasze objętościowe pozyskiwane z krótkotrwałych upraw polowych mogą być wykorzystywane w bezpośrednim żywieniu pastwiskowym lub konserwowane w postaci siana, kiszonki lub sianokiszonki na okres zimowy (KRYSZAK 2003; GOLIŃSKI 2008; DOMAŃSKI 2009; PEETERS, NILSDOTTER-LINDE 2019). Ich wartość pokarmowa jest determinowana przez wiele czynników, głównym z nich jest dobór komponentów do mieszanki dostosowanej do lokalnych warunków siedliskowych (OLSZEWSKA 1999; LIPIŃSKA, LIPIŃSKI 2009). Ze względu na krótki czas użytkowania na użytkach przemiennych niemożliwe jest sukcesyjne dostosowanie się składu botanicznego runi do siedliska. Takie przekształcenia są charakterystyczne dla trwałych użytków zielonych (MŁYNARCZYK 1994; ELKHATIB, MŁYNARCZYK 1998).

Użytki zielone zakładane na gruntach ornych mogą stanowić jednogatunkowe lub jednoodmianowe zasiewy traw, proste mieszanki gatunków i odmian traw oraz mieszanki traw z roślinami bobowatymi drobnonasiennymi (GOLIŃSKI 2008; PEETERS, NILSDOTTER-LINDE 2019). Do produkcji pasz na użytkach przemiennych nadają się głównie trawy krótkotrwałe lub o średniej trwałości, które pełnię plonowania osiągają w 1-2 roku po wysiewie. Spośród traw istotne znaczenie mają: życica wielokwiatowa, życica westerwoldzka, życica trwała, stokłosa obiedkowata, festulolium, kostrzewa łąkowa, tymotka łąkowa, kupkówka pospolita oraz rajgras wyniosły. Z roślin bobowatych najczęściej wykorzystuje się koniczynę białą, koniczynę łąkową, koniczynę białoróżową, lucernę mieszańcową i siewną, rzadziej lucernę chmielową i komonicę zwyczajną. Warunkiem powodzenia uprawy jest

właściwy dobór komponentów do wymagań siedliskowych roślin. Gleb żyznych wymagają: koniczyna łąkowa i białoróżowa, lucerna mieszańcowa i siewna, mniejsze wymagania glebowe ma natomiast koniczyna biała. Lucernę chmielową i komonicę zwyczajną można uprawiać na glebach mniej żyznych i suchych. Przy krótkotrwałym i intensywnym użytkowaniu ogranicza się w zasiewach liczbę gatunków roślin na rzecz odmian, których specyfika właściwości biologicznych i chemicznych zapewnia stabilność plonowania oraz wysoką jakość pozyskiwanej paszy. Szczególnie cenne w mieszankach odmianowych jest zróżnicowanie ploidalne i fenologiczne odmian, co decyduje o równomierności podaży paszy w okresie wegetacji (GOLIŃSKI, KOZŁOWSKI 2003). Zastosowanie znajdują przede wszystkim odmiany intensywne, korzystnie reagujące zwiększonymi plonami na nawożenie, ochronę roślin przed chorobami i szkodnikami oraz nowoczesne technologie siewu i pielęgnacji. Do uprawy na użytkach przemiennych przydatne są odmiany tetraploidalne, odznaczające się większym plonowaniem i trwałością od odmian diploidalnych (GAWEŁ 2014).

Z rolniczego, ekonomicznego i środowiskowego punktu widzenia bardziej korzystna jest uprawa traw i bobowatych w mieszankach niż zasiewów jednogatunkowych (VASILEVA, NAYDENOVa 2017; GRYGIERZEC 2012). Mieszanki charakteryzuje „nadprodukty wność", czyli zdolność do wydawania wyższego, wierniejszego i jakościowo lepszego plonu niż przy uprawie pojedynczych gatunków w tych samych warunkach siedliskowych (HARASIMOWICZ-HERMANN, ANDRZEJEWSKA 1997). Połączenie gatunków o różnych cechach morfologicznych i fizjologicznych sprawia, że mogą się one uzupełniać i lepiej wykorzystywać zasoby pokarmowe (ARTURI i in. 2012; HAAS i in. 2019).

Według GOLIŃSKIEGO (2008) obecność w runi roślin bobowatych na poziomie od 20% do 40% gwarantuje uzyskanie wydajności podobnej jak w przypadku zasiewów traw nawożonych azotem na poziomie 180 $kg \cdot ha^{-1}$. Badania CIEPIELI i in. (1998) również wskazują na istotnie wyższy plon mieszanki stokłosy obiedkowatej z 50% udziałem koniczyny łąkowej niż stokłosy w zasiewie jednogatunkowym nawożonej 240 $kg \cdot N \cdot ha^{-1}$. Zależność tę potwierdzają także badania OLSZEWSKIEJ (1999). NYFELER i in. (2011) uzyskali największą wydajność mieszanek przy 40-

60% udziale w runi roślin bobowatych. Zdaniem autorów badań wzajemne oddziaływanie traw i roślin bobowatych wpływa na aktywność pobierania azotu i jego przemianę w biomasę roślin. Rosnący udział bobowatych w składzie botanicznym runi powoduje spadek plonowania, ponieważ większy udział tych roślin ogranicza efektywną przemianę pobranego azotu w biomasę. Odwrotne zależności występują przy większym udziale traw, które stymulują przemianę pobranego azotu w biomasę roślin. Mieszanki zapewniają nie tylko większą wydajność biomasy z 1 ha w porównaniu do zasiewów jednogatunkowych, ale również stabilność plonowania, szczególnie w zmiennych warunkach siedliska (SLEUGH i in. 2000; ARTURI i in. 2012; BÉLANGER i in. 2014; APONTE i in. 2019). Większe i wierniejsze plonowanie mieszanek jest rezultatem ograniczenia konkurencji wewnątrzgatunkowej, zróżnicowanej dynamiki wytwarzania biomasy i wykorzystywania składników pokarmowych z różnych warstw gleby (HARASIM 2008; APONTE i in. 2019). Z badań TRACY i in. (2013) wynika, że mieszanka lucerny siewnej z kostrzewą trzcinową odznaczała się wierniejszym plonowaniem w okresie wegetacji niż monokultury tych gatunków. W odrostach letnich, głęboko korzeniąca się lucerna, kompensowła wolniejszy wzrost trawy zapewniając tym samym równomierność plonowania mieszanki. Z kolei badania BERDAHL i in. (2001), ĆWINTALA I SOWY (2006); SULEWSKIEJ i in. (2007), TOMIĆA i in. (2011) dowodzą, że po zasiewie lucerna rozwija się wolniej niż trawy i dlatego w pierwszym odroście wiosennym stabilność plonowania mieszanek zapewnia komponent trawiasty.

Wielu autorów podkreśla wysoką wartość żywieniową mieszanek bobowato-trawiastych. Wyraża się ona lepszą strawnością suchej masy, dużą zawartością białka i cukrów rozpuszczalnych w wodzie, składników mineralnych oraz niską zawartością włókna surowego (KRYSZAK 2003; SOSNOWSKI 2011; STANIAK 2011; SIMILI DA SILVA i in. 2013; LÜSCHER i in. 2014; NAYDENOVA, VASILEVA 2016; VASILEVA, NAYDENOVA 2017; OLSZEWSKA i in. 2019).

Ważnymi parametrami w ocenie jakościowej pasz przeznaczonych do żywienia przeżuwaczy są zawartość białka oraz wartość energetyczna. Niedobory białka i energii występujące w paszach objętościowych muszą być uzupełniane

paszami treściwymi co znacznie podnosi koszty oraz ujemnie wpływa na opłacalność produkcji (HUHTANEN, BRODERICK 2016). Białko jest najdroższym składnikiem dawki pokarmowej zwierząt przeżuwających, dlatego plon białka paszowego jest bardzo istotnym czynnikiem decydującym o opłacalności produkcji. Przemienne użytki zielone dostarczają wysokobiałkowych pasz, które szczególnie nadają się do żywienia wysokoprodukcyjnych zwierząt. Mieszanki bobowato-trawiaste nienawożone azotem charakteryzują się większą wydajnością białka niż trawy w czystym siewie nawożone dużymi dawkami tego składnika. W badaniach STANIAK (2011) mieszanki festulolium z koniczyną czerwoną, bez nawożenia azotem, zawierały średnio o 27% więcej białka ogólnego w plonie suchej masy niż festulolium w czystym siewie, nawożona azotem w dawce 180 kg·ha^{-1}. Podobną zależność udowodniły badania innych autorów (OLSZEWSKA 1999; BAŁUCH-MAŁECKA, OLSZEWSKA 2007; NAYDENOVA, VASILEVA 2016).

Kwestia zwiększenia ilości produkowanego z 1 hektara białka oraz cukrów (będących źródłem energii) jest ważnym zagadnieniem poruszanym w licznych publikacjach (PEYRAUD i in. 2014; PEYRAUD, PEETERS 2016; JOHANSEN i in. 2016; JANKOWSKI
i in. 2018). Łączna uprawa traw i bobowatych na gruntach ornych pozwala na uzyskanie paszy o zrównoważonej zawartości tych składników (CIEPIELA i in. 1998; STANIAK 2011; LÜSCHER i in. 2014). Udział traw zwiększa zawartość cukrów w biomasie i sprawia, że białko mieszanek bobowato-trawiastych jest lepiej przyswajane przez zwierzęta. Z danych literaturowych wynika, że zwierzęta karmione paszą o wysokiej zawartości cukrów rozpuszczalnych w wodzie lepiej wykorzystują białko, co prowadzi do zwiększenia produkcji mleka, przyrostu żywej masy oraz mniejszych strat azotu (MILLER i in. 2001; BRZÓSKA, ŚLIWIŃSKI 2011; EVANS i in. 2011; BÉLANGER i in. 2014; APONTE i in. 2019).

Wartość energetyczna paszy uzależniona jest od zawartości włókna surowego w suchej masie. Wysoka zawartość tego składnika jest wskaźnikiem niskiej wartości energetycznej i strawności paszy (NAYDENOVA, VASILEVA 2016). Współczesne systemy żywienia bydła, do określenia wartości energetycznej pasz wykorzystują zawartość frakcji NDF - neutralne włókno detergentowe i ADF -

kwaśne włókno detergentowe (BRZÓSKA, ŚLIWIŃSKI 2011; BÉLANGER i in. 2013; BAERT, van WAES 2014).

Włókno neutralne jest niezbędne w żywieniu przeżuwaczy, gdyż nadaje paszy pożądaną strukturę, wypełnia żwacz oraz stanowi źródło energii dla mikroorganizmów w nim bytujących. Jednak zarówno nadmiar jak i niedobór NDF wpływa negatywnie na pobranie paszy przez zwierzęta oraz proces trawienia (NOZIÈRE i in. 2010). Z kolei kwaśne włókno detergentowe determinuje strawność. Niska zawartość ADF w paszy zapewnia lepszą jej strawność i wyższą koncentrację energii (BRZÓSKA, ŚLIWIŃSKI 2011).

W licznych publikacjach wykazano pozytywny wpływ roślin bobowatch na zawartość NDF i ADF w suchej masie mieszanek (SOSNOWKI, JANKOWSKI 2013; NAYDENOVA, VASILEVA 2016; OLSZEWSKA, KOBYLIŃSKI 2016; OLSZEWSKA i in. 2017). W badaniach OLSZEWSKIEJ I KOBYLIŃSKIEGO (2016) oraz OLSZEWSKIEJ i in. (2017) wprowadzenie lucerny mieszańcowej jako komponentu mieszanek z kupkówką pospolitą i festulolium korzystnie wpłynęło na jakość paszy poprzez obniżenie
w biomasie zawartości NDF. Zdaniem wielu autorów rośliny bobowate zawierają mniej NDF i ADL w suchej masie niż trawy. W miarę dojrzewania tych roślin udział łodyg w strukturze plonu wzrasta w nich znacznie wolniej niż u traw, co przekłada się na lepszą jakość pozyskiwanych pasz (AMMAR i in., 1999; BRUINENBERG i in. 2001; OLSZEWSKA i in. 2017).

Zawartość składników mineralnych w biomasie mieszanek bobowato-trawiastych jest większa niż w biomasie zasiewów monogatunkowych (OLSZEWSKA 1999; GAWEŁ 2011a; STANIAK 2011). Istotne znaczenie w kształtowaniu ich wartości pokarmowej ma procentowy udział roślin bobowatych i traw w mieszankach. Zwiększający się w okresie wegetacyjnym udział w runi roślin bobowatych zapewnia większą zawartość w suchej masie N, P, Ca i Mg i mniejszą zawartość K (GAWEŁ, NĘDZI 2014). Zdaniem SOWIŃSKIEGO i in. (1998) najlepszy skład chemiczny i wartość pokarmową ruń można uzyskać przy 50% udziale komponentów. W praktyce jednak utrzymanie stabilnego składu botanicznego runi opartego na składzie wysiewanych mieszanek jest niemożliwe, gdyż w ciągu okresu

użytkowania ulega on dynamicznym zmianom (STANIAK 2011). Wpływa na to wiele czynników - m.in. zmienne warunki siedliskowe i pogodowe (HARKOT, TRĄBA 1998), konkurencyjność roślin (LIPIŃSKA, LIPIŃSKI 2009; STANIAK 2009), nawożenie (STANIAK 2008; STANIAK, KSIĘŻAK 2008; JODEŁKA i in., 2006), intensywność i sposób użytkowania (GAWEŁ 2011) oraz trwałość gatunków (DEMBEK, ŁYSZCZARZ 2008).

Z licznych badań wynika, że korzystny skład chemiczny i wysoką wartość żywieniową paszy objętościowej dla przeżuwaczy zapewniają mieszanki o udziale 30–50% roślin bobowatych i 70–50% udziale traw w runi (CIEPIELA i in. 1998; KESSLER, LEHMANN 1998; OLSZEWSKA, KOBYLIŃSKI 2016; OLSZEWSKA i in. 2019). Badania STANIAK (2011) dowodzą natomiast, że biomasa mieszanki festulolium z 80% udziałem koniczyny czerwonej zawierała więcej białka ogólnego, popiołu surowego i wapnia, charakteryzowała się korzystniejszym stosunkiem K:(Ca+Mg) oraz była lepiej zbilansowana pod względem białka i energii niż mieszanki z 40% i 60% udziałem koniczyny. Zatem, jak wynika z przedstawionych powyżej badań, ze względu na wiele czynników determinujących skład chemiczny roślin, trudno jest ustalić właściwe proporcje komponentów mieszanki. Jednak ogólnoeuropejskie doświadczenia wskazują, że niezależnie od udziału roślin, mieszanki bobowato-trawiaste lepiej plonują i mają większą wartość żywieniową niż ich zasiewy monogatunkowe (FINN i in. 2013).

Analizując literaturę przedmiotu można znaleźć wiele poglądów na temat terminów i metod zakładania przemiennych użytków zielonych (LANINI i in. 1991; POWER, KOERNER 1994; HARASIMOWICZ-HERMANN, ANDRZEJEWSKA 1997; LEGERE i in. 2001; GAWEŁ, BRZÓSKA 2008; GAWEŁ, BRZÓSKA 2009). Mieszanki bobowato-trawiaste można wysiewać w dwóch terminach: wiosennym (od połowy kwietnia do połowy maja) i letnim (od czerwca do połowy lipca). Z przeglądu piśmiennictwa wynika, że bardziej korzystny jest siew wiosenny mieszanek, gdyż siew letni niesie ryzyko nieudanych wschodów, ze względu na często występujący w tym okresie niedobór wody w glebie. Siew wiosenny można wykonać w roślinę ochronną lub bez rośliny ochronnej, natomiast siew w terminie letnim wykonuje się bez rośliny ochronnej (GAWEŁ, BRZÓSKA 2008; GAWEŁ, BRZÓSKA 2009). Dobrymi

roślinami ochronnymi dla mieszanek bobowato-trawistych są jęczmień jary uprawiany na ziarno oraz owies na zielonkę (LANINI i in. 1991; POWER, KOERNER 1994; HARASIMOWICZ-HERMANN, ANDRZEJEWSKA 1997; LEGERE i in. 2001; GAWEŁ, BRZÓSKA 2008; GAWEŁ, BRZÓSKA 2009; PŁAZA i in. 2009).

Potrzeby życiowe wsiewek roślin bobowatych i traw lepiej zaspakajają zboża jare niż ozime (MICEK i in. 2003). Uprawa mieszanki jako wsiewki w zboża jare ogranicza ich zachwaszczenie. Zboża rozwijają się szybciej niż trawy czy bobowate i wcześniej zacieniają glebę, utrudniając rozwój chwastów, ale także komponentów mieszanki. Wybór właściwego sposobu siewu w znacznym stopniu decyduje o plonowaniu w pierwszym roku użytkowania i często w następnych latach (ELKHATIB, MŁYNARCZYK 1998). Zdaniem HARASIMOWICZ-HERMANN i ANDRZEJEWSKIEJ (1997) przy uprawie w owies na zielonkę, wsiewka krócej jest zacieniana niż przy uprawie w jęczmień, co pozwala na zebranie w roku siewu plonu ściernianki (15-20 $t \cdot ha^{-1}$ zielonki), natomiast gdy rośliną ochronną jest jęczmień jary na ziarno mieszanki wydają niewielki plon, którego zazwyczaj się nie zbiera. Z mieszanki uprawianej bez rośliny ochronnej, można uzyskać w roku siewu od 1 do 2 pokosów (ok. 30 $t \cdot ha^{-1}$ zielonki). Siew letni bez rośliny ochronnej jest zalecany w warunkach mniej sprzyjających uprawie mieszanek np. na słabszych glebach lub w gorszych warunkach wilgotnościowych.

W ostatnim dwudziestoleciu europejski sektor paszowy stanął przed nowymi wyzwaniami. Aby ograniczyć negatywny wpływ praktyk rolniczych na środowisko, Unia Europejska wdrożyła szereg wytycznych dla państw członkowskich m.in. dyrektywę dotyczącą ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego. Działania te doprowadziły do ograniczenia ilości azotu, którą można zastosować na użytkach zielonych. W ich rezultacie rośliny bobowate posiadające zdolność do symbiotycznego wiązania N_2 zaczęły odgrywać coraz większą rolę w produkcji pasz z użytków zielonych (GIERUS i in. 2012; LÜSCHER i in. 2014; HOEKSTRA i in. 2018).

W procesie symbiozy roślin bobowatych z bakteriami brodawkowmi z rodzaju *Rhizobium, Bradyrhizobium* i *Sinorhizobium* może być asymilowane od 100 do ponad 300 (LÜSCHER i in. 2014; HAAS i in. 2019), a nawet ponad 500 kg $N \cdot ha^{-1} \cdot$rok

(ZANETTI i in. 1997; CARLSSON i HUSS-DANELL 2003). Ma to istotne ekologiczne i ekonomiczne znaczenie zarówno dla środowiska, jak i rolnictwa. PRUSIŃSKI i KOTECKI (2006) podkreślają, że 100 kg azotu związanego przez roślinę bobowatą stanowi ekwiwalent 200 kg N zastosowanego w formie nawozu mineralnego. Azot wiązany symbiotycznie jest wykorzystywany przez rośliny bobowate do wytwarzania bogatej w białko masy roślinnej, ale również przekazywany trawom uprawianym z nimi w mieszankach oraz roślinom następczym (MULDER i in. 2002; TEMPERTON i in. 2007; HAAS i in. 2019), w postaci obumarłych brodawek oraz łatwo dostępnych do pobrania wydzielin korzeniowych. Pozwala to na znaczne ograniczenie lub wyeliminowanie nawożenia upraw azotem przemysłowym (PRUSIŃSKI, KOTECKI 2006; SUTER i in. 2013; GAWEŁ 2014), a w gospodarstwach ekologicznych zmniejszenie dawek nawozów naturalnych (GAWEŁ, GRZELAK 2016). Dodatkową korzyścią jest mniejsze zanieczyszczenie środowiska poprzez ograniczenie wymywania azotu z gleby.

PIRHOFER-WALZL i in. (2012) donoszą, że w zasiewach mieszanych traw i roślin bobowatych ilość udostępnionego trawom azotu może wynosić od 10 do 75 $kg \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Zależy ona jednak od gatunku rośliny bobowatej (dawcy) i trawy (biorcy) oraz warunków siedliskowych. NYFELER i in. (2011) zaobserwowali stymulujący wpływ udziału traw na symbiotyczne wiązanie azotu przez koniczynę czerwoną i białą. Ilość N_2 związanego w mieszankach z 40-60% udziałem roślin bobowatych była na podobnym poziomie jak ilość N_2 związanego w siewach czystych koniczyn. W runi zdominowanej przez trawy aktywność wiązania azotu przez koniczynę jest bardzo wysoka. Jest to zgodne z tezą, że wiązanie N_2 przez rośliny bobowate jest regulowane zapotrzebowaniem na azot współkomponentów mieszanki (HARTWIG 1998; APONTE i in. 2019; HAAS i in. 2019). Zdaniem autorów wynika to z niskiej dostępności dla koniczyny azotu zawartego w glebie intensywnie pobieranego przez konkurencyjne trawy. Zwiększenie udziału koniczyny w runi powyżej 60% skutkowało mniejszą aktywnością wiązania azotu atmosferycznego, spowodowaną odpowiednim dostępem do źródeł mineralnych azotu, wynikającym z małego udziału traw. Koresponduje to z wynikami badań CARLSSON i in. (2009).

Mieszanki bobowato-trawiaste uprawiane w płodozmianach polowych, pozostawiając duże ilości resztek pozbiorowych, korzystnie wpływają na żyzność gleby i aktywność biologiczną drobnoustrojów glebowych (BAŁUCH, BENEDYCKI 2004; BAŁUCH i in. 2004; DHAKAL, ISLAM 2018). Mikroorganizmy glebowe stymulują procesy biochemiczne, takie jak: rozkład materii organicznej, obieg składników pokarmowych oraz tworzenie agregatów glebowych, dlatego ich żywotność, różnorodność i całkowita biomasa jest dobrym wskaźnikiem jakości gleby (LIEBIG i in. 2006; JACKSON i in. 2007). Resztki roślinne pozostawione po uprawie są jednym z głównych źródeł węgla organicznego wykorzystywanego przez drobnoustroje glebowe do wzrostu, rozwoju i aktywności w glebie. Rośliny przekazują mikroorganizmom glebowym węgiel organiczny w postaci śluzów i wydzielin korzeniowych do ryzosfery (DHAKAL, ISLAM 2018). Czynniki sprzyjające gromadzeniu materii organicznej w glebie, zwiększają liczebność, aktywność oraz różnorodność mikroorganizmów.

Z przeglądu literatury wynika, że ilość resztek pozbiorowych zależy od wielu czynników m.in. uprawianych gatunków, nawożenia, metod uprawy, sposobu użytkowania, warunków glebowych i pogodowych (ORZECH i in. 2002; GAWEŁ, GRZELAK 2016; DHAKAL, ISLAM 2018). GAWEŁ i GRZELAK (2016) donoszą, że trzyletnia uprawa mieszanek bobowato-trawiastych spowodowała wzbogacenie gleby w substancję organiczną o ok. 5-8 $t \cdot ha^{-1}$. Podobne wyniki na przemiennych użytkach zielonych uzyskali SZCZEPANIAK i in. (2000). Znaczny wpływ składu gatunkowego mieszanek na masę pozostałości roślinnych wykazały badania wielu autorów (BENEDYCKI 1991; MŁYNARCZYK 1992, 1994; BAŁUCH, BENEDYCKI 2004; BAŁUCH i in. 2004; KRYSZAK 2003; GAWEŁ, GRZELAK 2016; DHAKAL, ISLAM 2018). Wyniki uzyskane przez SZCZEPANIAK i in. (2000), GAWEŁ i GRZELAKA 2016, DHAKAL i ISLAM (2018) dowiodły, że więcej resztek roślinnych pozostawiają mieszanki traw z lucerną niż koniczyną czerwoną. Z kolei badania BENEDYCKIEGO (1991) wykazały większe ilości substancji organicznej w glebie pod mieszankami z udziałem komonicy zwyczajnej (4,9 $t \cdot ha^{-1}$) niż z udziałem koniczyny łąkowej (3,9 $t \cdot ha^{-1}$). W badaniach KRYSZAKA (2003) stwierdzono, że z przyoraną masą runi czwartego odrostu mieszanek bobowato-trawiastych oraz korzeni i ścierni, po

pięcioletniej uprawie, wprowadzono do gleby ok. 10 $t \cdot ha^{-1}$ substancji organicznej, przy czym ok. 2 $t \cdot ha^{-1}$ stanowiła masa nadziemna i ok. 8 $t \cdot ha^{-1}$ masa podziemna. Zdaniem autora przeznaczenie ostatniego odrostu runi mieszanek na zielony nawóz stwarza w glebie optymalne warunki do mineralizacji resztek roślinnych. Z przedstawionych badań wynika, że z przyoraną runią i korzeniami mieszanek wprowadzono do gleby średnio 195 kg $N \cdot ha^{-1}$, 22 kg $P \cdot ha^{-1}$, 74 kg $K \cdot ha^{-1}$, 56 kg $Ca \cdot ha^{-1}$, 20 kg $Mg \cdot ha^{-1}$ oraz 9 kg $Na \cdot ha^{-1}$.

Szybkość mineralizacji substancji organicznej w glebie zależy w dużym stopniu od stosunku C:N w biomasie. Większe ilości azotu mineralnego są uwalniane podczas rozkładu resztek roślin bobowatych, w których stosunek C:N ma znacznie niższą wartość niż w resztkach innych roślin uprawnych (BENEDYCKI 1991; HAAL i in. 2019). Niska wartość proporcji C:N świadczy o szybkim rozkładzie resztek pozbiorowych. GAWEŁ i GRZELAK (2016) wskazują na istotną rolę gatunku rośliny bobowatej w procesie wzbogacania gleby w składniki mineralne. Rezultaty ich badań dowodzą, że ilość azotu nagromadzonego w glebie po uprawie mieszanki lucerny z trawami wynosiła 122 $kg \cdot ha^{-1}$, natomiast po uprawie mieszanki koniczyny czerwonej z trawami - 58 $kg \cdot ha^{-1}$. Podobne zależności odnotowano w gromadzeniu potasu, wapnia i magnezu. Więcej tych pierwiastków stwierdzono w glebie po uprawie mieszanki z lucerną niż z koniczyną czerwoną, nie wykazano jednak istotnego zróżnicowania w gromadzeniu fosforu między tymi mieszankami. W eksperymencie BENEDYCKIEGO (1991) wzbogacenie gleby w azot w ciągu 3 lat użytkowania było większe po uprawie mieszanki z udziałem komonicy zwyczajnej (średnio 420 $kg \cdot ha^{-1}$) w porównaniu do mieszanki z udziałem koniczyny łąkowej (średnio 180 $kg \cdot ha^{-1}$). Wyniki badań PŁAZY i SOSZYŃSKIEGO (2010) świadczą natomiast o większej wartości nawozowej resztek roślinnych mieszanki koniczyny czerwonej z życicą wielokwiatową niż siewów czystych tych gatunków. W oparciu o wcześniej zacytowaną literaturę można stwierdzić, że resztki roślinne pozostawione po krótkotrwałych użytkach zielonych stanowią cenne źródło masy organicznej i składników pokarmowych dla roślin następczych.

Zwiększona urodzajność gleby po uprawie mieszanek utrzymuje się przeciętnie przez trzy lata, ale w największym stopniu wykorzystują ją rośliny następcze w pierwszym i drugim roku uprawy (PŁAZA, SOSZYŃSKI 2010; GAWEŁ 2011). Efekt produkcyjny wprowadzonych do płodozmianu mieszanek bobowato-trawiastych wyrażony plonem rośliny następczej potwierdzają badania wielu autorów (BENEDYCKI 1991; KRYSZAK 2003; PŁAZA, SOSZYŃSKI 2010; MOCANU i in. 2018). Korzystny wpływ 3-letniej uprawy mieszanek na plon fitomasy rzepaku ozimego wykazały badania BENEDYCKIEGO (1991). Zmiany ilości substancji organicznej i azotu w glebie po zbiorze mieszanek wpłynęły istotnie na wzrost plonu rzepaku, przy czym lepsze rezultaty uzyskano na stanowiskach po mieszankach z komonicą zwyczajna niż z koniczyną łąkową. Badania KRYSZAKA (2003) udowodniły, że traktowanie ostatniego odrostu mieszanek bobowato-trawistych jako nawozu zielonego pozwala uzyskać istotny przyrost plonu ziarna pszenicy. Z kolei w badaniach PŁAZY i SOSZYŃSKIEGO (2010) największy plon ziarna i białka ogólnego z ziarna otrzymano po przyoraniu mieszanki koniczyny czerwonej z życicą wielokwiatową pod przedplon pszenżyta ozimego. MOCANU i in. (2018) testowali wartość stanowiska dla ziemniaka, rzepy, kukurydzy na zielonkę oraz pszenicy jarej po uprawie krótkotrwałych użytków zielonych. Uzyskane przez autorów wyniki wskazują, że wprowadzenie użytków zielonych do płodozmianu zapewniło korzystne warunki do wzrostu i rozwoju roślin następczych. Wyrażało się to wyższym efektem produkcyjnym, zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym.

Ważną zaletą uprawy mieszanek bobowato-trawistych jest także ograniczanie zachwaszczenia. Obecność chwastów w runi stanowi silną konkurencję dla wartościowych gatunków o światło, wodę oraz składniki pokarmowe, a w efekcie powoduje zmniejszenie plonowania i pogorszenie wartości paszowej pozyskiwanej biomasy. Duży udział w runi niepożądanych gatunków roślin wymusza stosowanie herbicydów, a często ponowne zagospodarowanie użytku zielonego. Podnosi to znacznie koszty produkcji pasz oraz ujemnie wpływa na środowisko (CONNOLLY i in. 2018). O pozytywnym wpływie mieszanek w ograniczaniu inwazji chwastów świadczą rezultaty uzyskane przez wielu badaczy (SANDERSON i in. 2012; FINN i in.

2013; BÉLANGER i in. 2014; TRACY i in. 2016; CONNOLLY i in. 2018; HAAS i in. 2019).

W eksperymencie SANDERSON i in. (2012) stwierdzono mniejszy udział chwastów w mieszankach w stosunku do monokultur traw i roślin bobowatych. Autorzy badań podkreślają istotną rolę składu gatunkowego mieszanki w ograniczaniu zachwaszczenia. W przeprowadzonych przez nich eksperymentach mieszanka kupkówki pospolitej z lucerną charakteryzowała się mniejszym zachwaszczeniem niż mieszanki z udziałem stokłosy bezostnej oraz tymotki łąkowej. Z kolei w badaniach TRACY i in. (2016) konkurencyjność runi przeciwko inwazji chwastów zwiększyło wprowadzenie do mieszanki z lucerną kostrzewy trzcinowej. Ponadto ROSCHER i in. (2009) zauważyli, że dominacja traw w mieszance negatywnie wpływała na liczbę gatunków i biomasę chwastów, podczas gdy większy procentowy udział roślin bobowatych sprzyjał ich rozwojowi i występowaniu. Monokultury roślin bobowatych są podatne na inwazję chwastów m. in. dlatego, że udostępniają duże ilości azotu związanego biologicznie, w formie łatwo dostępnej, dla niepożądanych gatunków (MWANGI i in. 2007). Pozostaje to w zgodzie z wynikami uzyskanymi przez CONNOLLY i in. (2018), którzy stwierdzili większą biomasę chwastów w monokulturach roślin bobowatych niż w monokulturach trawiastych. Fakt ten potwierdzają 3-letnie badania przeprowadzone w 31 lokalizacjach w Europie i Kanadzie. Średnia biomasa chwastów we wszystkich mieszankach bobowato-trawiastych była o 52% mniejsza niż w monokulturach tych roślin. Przewaga mieszanki nad siewami czystymi w tym zakresie wynika z konkurencyjnego pobierania i dostępności składników pokarmowych (zwłaszcza azotu) w glebie (HAAS i in. 2019).

Zdaniem badaczy chwasty w mieszankach pochłaniają mniej zasobów glebowych niż w monokulturze, ze względu na ich mniejszą dostępność wynikającą z intensywnego pobierania składników pokarmowych przez gatunki wysiane w mieszankach. Ponadto, różnice w pozyskiwaniu azotu między monokulturami i mieszankami mogą wpływać na zasobność tego pierwiastka w glebie (HOEKSTRA i in. 2015). Oprócz dominującej roli azotu w regulacji zachwaszczenia mieszanek bobowato-trawiastych, wielu autorów podaje, jako ważny mechanizm tłumienia

chwastów, bardziej skuteczne wychwytywanie światła w zasiewach mieszanych niż jednogatunkowych (FRANKOW-LINDBERG 2012; RENNE i in. 2006; SANDERSON i in. 2012). Udział w mieszance roślin o różnym typie ulistnienia (jednoliścienne, dwuliścienne) powoduje mniejsze wzajemne zacienianie się i lepsze wykorzystanie energii świetlnej (HARASIMOWICZ-HERMANN, ANDRZEJEWSKA 1997). HUSSE i in. (2016) wykazali, że w intensywnej technologii uprawy, mieszanki przechwytują ponad 95% padającego światła, pozostawiając tym samym znikome światło dostępne dla rozwoju chwastów. Dodatkowo mieszanki lepiej osłaniają glebę niż monokultury roślin, dlatego doskonale chronią ją przed erozją wodną i wietrzną (CASLER, WALGENBACH 1990).

Uprawa mieszanek bobowato-trawiastych na użytkach przemiennych wpisuje się w system dobrej praktyki rolniczej, zapewniający pozyskiwanie wartościowej i smakowitej paszy, odpowiednią efektywność ekonomiczną produkcji oraz utrzymanie równowagi biologicznej ekosystemów (KRYSZAK 2003).

2.2. Charakterystyka testowanych gatunków roślin

Stokłosa obiedkowata (Stokłosa uniolowata) (*Bromus catharticus* Vahl, =*B. unioloides* Humb. *et* Kunth,=*B. willdenowii* Kunth,=B. *schraderi* Kunth)[1].

Pochodzi z Ameryki Południowej (LACASHA 1999). Odznacza się dobrą zimotrwałością i odpornością na suszę. Zaliczana jest do traw wysokich, krzewiących się luźnokępkowo. Po zasiewie szybko wschodzi i intensywnie się rozwija, a po defoliacji dobrze odrasta. W Polsce jest gatunkiem krótkotrwałym (dwuletnim), przeznaczonym głównie do intensywnego użytkowania kośnego. W wielu krajach m.in. Argentynie, Australii, Nowej Zelandii, Stanach Zjednoczonych użytkowana jest również pastwiskowo. Dobrze rozwija się

[1] MIREK 1982 (1984) dowodzi, że wprowadzony w naszym kraju do uprawy gatunek (odmiana hodowlana „Una"), określany przez hodowców jako *„Bromus unioloides for. aristatus*", reprezentuje w rzeczywistości *Bromus carinatus* Hook. *et* Arn.

w niskich temperaturach dlatego doskonale nadaje się do wypasu wczesną wiosną i późną jesienią (LACASHA 1999; BELESKY i in. 2007). Uprawiając stokłosę obiedkowatą można przedłużyć sezon wypasu zwierząt i przez to obniżyć koszty produkcji pasz. JUNG i in. (1994) oceniając potencjał plonowania stokłosy wykazali, że wysoko plonuje ona w miesiącach jesiennych. W przeprowadzonych przez nich badaniach wydajność suchej masy jesienią przekroczyła 7 $t \cdot ha^{-1}$. Gatunek ten może być uprawiany zarówno w siewie czystym, jak i w mieszankach z innymi trawami oraz roślinami bobowatymi na użytkach przemiennych (CIEPIELA i in. 1998; LACASHA 1999). Do uprawy w mieszankach ze stokłosą szczególnie polecana jest kupkówka pospolita. Gatunki te wzajemnie się uzupełniają. W okresach chłodnych i wilgotnych w runi dominuje kupkówka, a w czasie wyższych temperatur i niedoborów opadów przeważa stokłosa. Z roślin bobowatych dobrym komponentem do mieszanki ze stokłosą jest lucerna i koniczyna łąkowa (HARASIMOWICZ-HERMANN, ANDRZEJEWSKA 1997; CIEPIELA i in. 1998).

Stokłosa obiedkowata posiada niewielkie wymagania glebowe. Dobrze rośnie na glebach mineralnych, średnio zwięzłych, zasobnych w wapń. Do wydania wysokiego plonu potrzebuje intensywnego nawożenia azotem. Obecnie w krajowym rejestrze wpisana jest jedna odmiana tego gatunku - Broma (Krajowy Rejestr Odmian Roślin Uprawnych COBORU). Wyhodowana została ona z form kanadyjskich (STEWART, SUTHERLAND 1996). Odmiana ta odznacza się wysokimi plonami biomasy oraz nasion i jest przystosowana do uprawy na glebach lżejszych (kompleksów żytnich), w rejonach o mniejszej ilości opadów (HARASIMOWICZ-HERMANN, ANDRZEJEWSKA 1997). Na liście odmian OECD (*The OECD list of varieties*…2020), dopuszczonych do certyfikacji nasion zamieszczone są 23 odmiany, a wśród nich: 13 argentyńskich, 3 francuskie, 3 nowozelanckie, 2 włoskie, 1 portugalska i 1 polska.

Lucerna mieszańcowa (*Medicago media* Pers.)

Lucerna (*Medicago* L.) pochodzi z klimatu kontynentalnego, z terenów południowo-zachodniej Azji. Do Polski trafiła na przełomie XV i XVI wieku, a jej uprawę na większą skalę rozpoczęto w latach 60-tych XX wieku (WILCZEK 2003).

Rodzaj ten obejmuje ok. 100 gatunków, ale ze względu na wysokość plonowania i trwałość, gospodarcze znaczenie mają głównie dwa gatunki tj. lucerna siewna (*Medicago sativa* L.) i lucerna mieszańcowa (*Medicago media* Pers.). *Medicago media* jest naturalnym mieszańcem lucerny siewnej i sierpowatej. Wysoko plonuje, a w porównaniu do lucerny siewnej jest bardziej wytrzymała na mróz i suszę. Zajmuje czołową pozycję w światowej produkcji pasz jako wysokobiałkowa roślina pastewna (SEPPÄNEN i in. 2018). Liczne publikacje dowodzą, że w wielu krajach stanowi podstawowy komponent dawek pokarmowych dla bydła mlecznego i mięsnego (RADOVIĆ i in. 2009; BÉLANGER i in. 2014; BECK i in. 2017; VASILEVA, NAYDENOVA 2017). Na szeroką skalę jest uprawiana w Stanach Zjednoczonych, gdzie zyskała miano „Królowej pasz" (VASILEVA, NAYDENOVA 2017). Ostatnio również w Polsce obserwuje się wzmożone zainteresowanie uprawą lucerny na zielonkę. Powierzchnia uprawy jaką zajmowała w 2018 r. wynosiła ponad 56 tys. hektarów (GUS 2019). Pierwsze miejsce pod względem powierzchni uprawy lucerny na paszę zajmuje województwo wielkopolskie (10,9 tys. ha), następnie kujawsko-pomorskie (6,6 tys. ha), mazowieckie (5,3 tys. ha) i warmińsko-mazurskie (4,3 tys. ha). Zaletą lucerny jest jej wysokie plonowanie oraz dostarczanie dużych ilości białka paszowego wolnego od GMO. W latach pełnego użytkowania można osiągnąć plony lucerny w granicach 12-15 $t \cdot ha^{-1}$ suchej masy i 2,2-2,7 $t \cdot ha^{-1}$ białka ogólnego (ĆWINTAL 2000; ĆWINTAL, WILCZEK 2002; KITCZAK i in. 1998).

Lucerna jest rośliną ciepło i światłolubna. Niska temperatura i krótki dzień hamują jej wzrost i rozwój (TEIXEIRA i in. 2011; ĆWINTAL, WILCZEK 2012). Najlepsze do uprawy lucerny są gleby szybko nagrzewające się, przewiewne i przepuszczalne, o pH w zakresie 6,0-7,4. Gleby podmokłe, bardzo zwięzłe i kwaśne ograniczają rozwój systemu korzeniowego oraz niekorzystnie wpływają na jego symbiozę z bakteriami brodawkowymi wiążącymi azot atmosferyczny. Lucerna jest rośliną pastewną wieloletnią i wielokośną. W naszym kraju dominuje użytkowanie kośne lucerny, a uzyskana biomasa przeznaczana jest głównie do produkcji sianokiszonki. Na świecie lucernę użytkuje się również pastwiskowo (ĆWINTAL, WARDA 2001; GAWEŁ 2001; BECK i in. 2017). Obok krajowych odmian

kośnego typu użytkowego (Radius, Kometa), do koszenia szczególnie polecane są odmiany amerykańskie lucerny siewnej (Legend, Legendairy, Perfecta). Są to odmiany wielolistkowe, gdzie częściowo zamiast 3 listków, rośliny wytwarzają ich 5, a nawet 9. Dzięki temu korzystniejszy jest stosunek masy liści do masy łodyg, co przekłada się na wyższą zawartość białka. Ponadto, odmiany te charakteryzują się wysokim plonowaniem, odpornością na choroby grzybowe oraz dobrą zimotrwałością.

W krajowym rejestrze dominują odmiany lucerny siewnej (Krajowy Rejestr Odmian Roślin Uprawnych COBORU). Są to głównie odmiany zagraniczne pochodzące z Niemiec, Francji, Holandii, Danii i Stanów Zjednoczonych. Lucerna mieszańcowa reprezentowana jest przez 2 odmiany (Kometa, Radius) krajowej hodowli. Spośród wielu gatunków traw przydatnych do uprawy z lucerną ostatnio często wymienia się festulolium (SOSNOWSKI, JANKOWSKI 2010; SOSNOWSKI 2011; OLSZEWSKA i in. 2016; STANIAK, HERASIM 2018). Wieloletnie badania krajowe i zagraniczne dowodzą, że gatunkiem przydatnym do uprawy z lucerną, w różnych siedliskach, jest kupkówka pospolita (CASLER, WALGENBACH 1990; JODEŁKA i in. 2006; BIJELIĆ i in. 2013; OLSZEWSKA i in. 2017; VASILEVA, NAYDENOVA 2017). W dobrych warunkach wilgotnościowych odpowiednia jest tymotka łąkowa (BÉLANGER i in. 2014) i kostrzewa łąkowa, natomiast na glebach suchych stokłosa uniolowata (HARASIMOWICZ-HERMANN, ANDRZEJEWSKA 1997). Zdaniem JELINOWSKIEJ i MAGNUSZEWSKIEJ (1994) do uprawy z lucerną w warunkach polskich szczególnie nadaje się życica trwała, rajgras wyniosły oraz stokłosa uniolowata.

Lucerna nerkowata (*Medicago lupulina* L.)

Rodzimy obszar występowania lucerny nerkowatej obejmuje Europę, Azję i Afrykę Północną. Jednak ze względu na łatwość przystosowania się do zróżnicowanych warunków środowiskowych, gatunek ten rozprzestrzenił się również w Ameryce, Australii, Nowej Zelandii, na Azorach i w Afryce Południowej. W Polsce występuje pospolicie na całym niżu i w niższych partiach górskich. Lucerna nerkowata preferuje gleby lekkie, zasobne w wapń, suche

i średnio wilgotne. Jest rośliną 1-2-letnią, jednak w runi utrzymuje się dłużej z samosiewu, a nasiona zachowują zdolność kiełkowania w glebie przez wiele lat. W uprawie polowej lucerna nerkowata może być komponentem mieszanek z trawami, z innymi roślinami bobowatymi lub może być uprawiana w czystym siewie. Stanowi cenny komponent mieszanek pastwiskowych, ponieważ dobrze znosi przygryzanie i udeptywanie. Plonuje niżej od lucerny mieszańcowej i siewnej, ale za to odznacza się wysoką wartością pokarmową: zawiera dużo białka, mało włókna i jest łatwostrawna (CAO i in., 2003). W krajowym rejestrze (Krajowy Rejestr Odmian Roślin Uprawnych COBORU) nie ma odmian lucerny nerkowatej. Głównie uprawiane są odmiany wpisane do katalogu wspólnotowego, są to: Arka DS, Celia, Ekola i Virko.

Koniczyna łąkowa (*Trifolium pratense* L.)

Jest drugą po lucernie, pod względem produkcji nasion, ich dostępności na rynku oraz liczby odmian, rośliną pastewną na świecie (HOEKSTRA i in. 2018). Szybko rozwija się po zasiewie i dobrze odrasta po skoszeniu. Należy do gatunków wysoko plonujących, o bardzo dobrej wartości pokarmowej. Biomasa koniczyny łąkowej zawiera dużo białka (o korzystnym składzie aminokwasowym), składników mineralnych, witamin i karotenu. Źle znosi udeptywanie, długotrwałe susze oraz mroźne i bezśnieżne zimy (HARASIMOWICZ-HERMANN, ANDRZEJEWSKA 1997; TIMO 2003). Wymaga gleb żyznych, umiarkowanie wilgotnych, zasobnych w wapń, o pH w zakresie 6,6-7,6. Nieodpowiednie do uprawy koniczyny łąkowej są gleby bardzo lekkie i torfowe o nieuregulowanych stosunkach wodnych oraz gleby ciężkie i podmokłe. W północno-zachodniej Europie, gdzie z roślin bobowatych drobnonasiennych, gatunkiem dominującym w uprawie jest koniczyna biała, koniczyna łąkowa nabiera coraz większego znaczenia jako komponent mieszanek z trawami stosowanymi w zmianowaniu z kukurydzą (GIERUS i in. 2012).

Główną cechą ograniczającą szerokie wykorzystanie koniczyny łąkowej w produkcji pasz jest jej niska trwałość (IEPEMA i in. 2006; HOEKSTRA i in. 2018). W mieszankach z trawami utrzymuje się w runi przez 2-3 lata. Z badań przeprowadzonych przez szwajcarskich naukowców wynika, że trwałość i wartość

pokarmowa koniczyny łąkowej są ściśle skorelowane z cechami morfologicznymi roślin, szczególnie długością łodygi oraz stosunkiem liści do łodyg (HERRMANN i in. 2008). Odmiany o dłuższych łodygach i większej powierzchni liściowej charakteryzują się większą trwałością i lepszą wartością pokarmową. Zależność tę potwierdzają również badania HOEKSTRA i in. (2018). Z powyższych względów do uprawy w mieszankach z trawami zaleca się stosowanie odmian tetraploidalnych, które w porównaniu z diploidalnymi charakteryzują się dłuższymi łodygami, większymi liśćmi oraz lepszym plonowaniem. Odznaczają się również większą konkurencyjnością w stosunku do traw.

Na liście odmian (Krajowy Rejestr Odmian Roślin Uprawnych COBORU) widnieje obecnie 13 odmian tego gatunku, a wśród nich tylko jedna odmiana tetraploidalna (Kvarta). Natomiast w katalogu odmian dopuszczonych do obrotu na terytorium Unii Europejskiej występuje 215 odmian koniczyny łąkowej, w tym 57 tetraploidalnych. Do uprawy w mieszankach z koniczyną łąkową dobrymi gatunkami traw są życica trwała, tymotka łąkowa i kostrzewa łąkowa. Komponentem mieszanki z koniczyną łąkową może być również festulolium, jednak ze względu na dużą konkurencyjność tego gatunku w stosunku do rośliny bobowatej, jego udział w mieszance nasion nie powinien przekraczać 20% (STANIAK 2008, 2010). W rejonach środkowej, południowej i zachodniej Polski zaleca się mieszanki z życicą trwałą i festulolium, zaś w północnej i wschodniej części kraju z tymotką łąkową i kostrzewą łąkową.

Koniczyna biała (*Trifolium repens* L.)

Pochodzi z rejonu basenu Morza Śródziemnego (ELLISON i in. 2006). Jest jedną z najważniejszych pod względem agronomicznym roślin, w liczącym ok. 300 gatunków rodzaju *Trifolium* (WILLIAMS 1987). Na świecie główne obszary uprawy koniczyny białej znajdują się w Europie Zachodniej, Ameryce Północnej, Australii i Nowej Zelandii. W krajach Unii Europejskiej zyskuje ona coraz większe znaczenie jako roślina pastewna w gospodarstwach prowadzących hodowlę bydła mlecznego m.in. ze względu na ograniczenia w stosowaniu nawozów azotowych,

propagowanie produkcji mleka bez GMO, oraz gospodarowania w systemach zrównoważonym i ekologicznym (GIERUS i in. 2012; LÜSCHER i in. 2014).

Koniczyna biała łatwo przystosowuje się do zmiennych warunków klimatyczno-glebowych, stąd cechuje go szeroki zasięg ekologiczny. Może być uprawiana na różnych typach gleb, jednak lepiej rozwija się i plonuje na glebach zwięzłych, zasobnych w wapń, fosfor, potas i magnez, o pH powyżej 5,5. Preferuje stanowiska umiarkowanie wilgotne, nie znosi gleb podmokłych i bardzo suchych. Koniczyna biała jest rośliną wieloletnią, przeznaczoną głównie do użytkowania pastwiskowego. Dobrze wytrzymuje spasanie i udeptywanie, a po wypasie szybko odrasta. Na łąki jest mniej przydatna, gdyż jako gatunek światłolubny, źle znosi zacienianie. Ze względu na wysoką wartość pokarmową i smakowitość jest cenną rośliną pastewną uprawianą w Polsce. Pod tym względem zajmuje trzecie miejsce, zaraz po lucernie i koniczynie łąkowej. Koniczyna biała uprawiana w kraju należy do odmiany botanicznej *var. typicum*. W obrębie tej odmiany wyróżnia się trzy formy: *silvestre, hollandicum* i *giganteum*. Forma *silvestre* (drobnolistna) ma najmniejsze wymagania glebowe, przeznaczona jest na gleby suche oraz na trwałe pastwiska górskie. Wytwarza krótkie pędy z licznymi kwiatostanami. Wyróżnia się dużą trwałością i bardzo dobrze zadarnia glebę (FICK, LUCKOW 1991). Aktualnie w krajowym rejestrze (Krajowy Rejestr Odmian Roślin Uprawnych COBORU) znajduje się jedna odmiana drobnolistna - Lirepa, wyhodowana w Niemczech. Forma *hollandicum* (średniolistna) łączy w sobie cechy botaniczne i właściwości użytkowe form drobno- i wielkolistnych. Dobrze zadarnia glebę i jest odporna na częste przygryzanie i przydeptywanie. Ze względu na niską trwałość jest stosowana w mieszankach z trawami na przemienne użytki zielone w intensywnej gospodarce pastwiskowej. Reprezentowana jest przez trzy odmiany: Astra, Rawo i Tasman. Dwie pierwsze zostały wychodowane w Polsce, natomiast odmiana Tasman pochodzi z hodowli holenderskiej. Forma *giganteum* (wielkolistna) wytwarza duże listki i główki kwiatostanowe. W mieszankach jest bardziej konkurencyjna w stosunku do traw niż drobno- i średniolistna. Szybko odrasta, z uwagi na co wykorzystywana jest jako komponent mieszanek z trawami na krótkotrwałych pastwiskach oraz łąkach. Charakteryzuje się mniejszą zimnotrwałością

i mrozoodpornością od pozostałych dwóch form. W krajowej liście odmian widnieją cztery odmiany wielkolistne. Dwie polskie (Mazovia, Romena) oraz dwie duńskie (Riesling, Silvester). Koniczynę białą na paszę uprawia się w mieszankach z trawami. Znana na całym świecie jest mieszanka koniczyny białej z życicą trwałą (MARRIOTT i in. 1997; OLSZEWSKA 1999; MENNEER i in. 2005; MCDONAGH i in. 2017). Ponadto, gatunek ten dobrze komponuje się z życicą wielokwiatową, kostrzewą łąkową i trzcinową, kupkówką pospolitą i tymotką łąkową (OLSZEWSKA 2007; GRYGIERZEC 2012; MALDONADO PERALTA i in. 2017; BÉLANGER i in. 2018). Pastwiska zakładane na gruntach ornych składają się najczęściej z koniczyny białej i 1-2 gatunków traw (HARASIMOWICZ-HERMANN, ANDRZEJEWSKA 1997).

Koniczyna białoróżowa (*Trifolium hybridum* L.)

Koniczynę białoróżową po raz pierwszy wprowadzono do uprawy w Szwecji w 1834 r. Jest to gatunek mieszańcowy, wykazujący zarówno cechy *Trifolium repens*, jak i *Trifolium pratense*. W uprawie jest alternatywą dla koniczyny łąkowej, zalecaną na gleby o wysokim poziomie wód gruntowych, okresowo zalewanych. *Trifolium hybridum* może być uprawiana zarówno na glebach mineralnych, jak i organicznych. Na ciężkich glebach gliniastych, iłach, glebach torfowych o dużym uwilgotnieniu, zalewanych madach oraz płytkich, kamienistych i kwaśnych glebach górskich (HARASIMOWICZ-HERMANN, ANDRZEJEWSKA 1997). Jest rośliną wieloletnią, bardziej odporną od koniczyny łąkowej na mróz, choroby i szkodniki. Przeznaczoną do użytkowania kośnego. Koniczynę białoróżową, ze względu na jej podatność na wyleganie, uprawia się w mieszankach z trawami, głównie z tymotką łąkową i kostrzewą łąkową. W Krajowym Rejestrze COBORU aktualnie nie ma wpisanych odmian koniczyny białoróżowej, natomiast w katalogu odmian dopuszczonych do obrotu na terytorium Unii Europejskiej występuje 16 odmian tego gatunku.

Komonica zwyczajna (*Lotus corniculatus* L.)

Do rodzaju *Lotus* należy około 100 gatunków. Na świecie znaczenie gospodarcze mają tylko 4 gatunki: *Lotus corniculatus* L., *Lotus uliginosus* Schkuhr, *Lotus tenuis* Waldst i Kit. i *Lotus subbiflorus* Lagasca (ESCARAY i in. 2012). Komonica w środowisku naturalnym występuje prawie w całej Europie, w umiarkowanych strefach Azji oraz na północy i wschodzie Afryki. W Europie stwierdzono występowanie ok. 30 gatunków komonic. W Polsce występują 3 gatunki: komonica zwyczajna (*Lotus corniculatus* L.), komonica błotna (*Lotus uliginosus* Schkuhr) i komonica wąskolistna (*Lotus tenuis* Waldst i Kit.) (ZARZYCKI i in. 2002; SCHMIDT 2013). Roślina ta uprawiana jest w wielu krajach świata m.in. w Argentynie, Urugwaju, Ameryce Północnej i Południowej, Europie, na Wyspach Brytyjskich, w Południowej Afryce, Nowej Zelandii, Australii, Japonii oraz Korei Południowej (BLUMENTHAL, MCGRAW 1999).

Na kontynencie europejskim najwięcej komonicy uprawia się we Włoszech, Austrii, Francji i Niemczech. W produkcji pasz znaczenie ma głównie komonica zwyczajna (*Lotus corniculatus* L.). Gatunek ten łatwo przystosowuje się do różnych warunków ekologicznych, a w gorszych warunkach glebowo-klimatycznych zastępuje koniczynę łąkową i lucernę siewną (SCHMIDT 2013). Wykazuje dużą trwałość, tolerancję na zakwaszenie gleby i nadmiar wilgoci oraz odporność na suszę i mróz. Spośród pastewnych roślin bobowatych ma najmniejsze wymagania edaficzne, może być uprawiany na glebach o małej żyzności i o wadliwej strukturze (BLUMENTHAL, MCGRAW 1999; OLSZEWSKA 2004; DÍAZ i in. 2005).

Komonica zwyczajna szczególnie polecana jest na gleby piaszczysto-gliniaste zasobne w wapń. Pod względem paszowym dorównuje koniczynie białej oraz lucernie (ESCARAY i in. 2012). Jest dobrym komponentem do mieszanek z trawami na trwałe i przemienne użytki zielone. Zaletą komonicy zwyczajnej jest wysoka zawartość tanin w suchej masie, które zapobiegają wzdęciom u przeżuwaczy oraz korzystnie wpływają na jakość uzyskiwanych od nich produktów (OTERO, HIDALGO 2004; DÍAZ i in. 2005; ESCARAY i in. 2012).

Odmiany uprawne komonicy zwyczajnej należą do dwóch typów: Europe i Empire (TURKINGTON, FRANKO 1980; DOMAŃSKI 2017). Odmiany typu Europe są

polecane do użytkowania kośnego, ponieważ posiadają wyprostowane łodygi, szybko się rozwijają po zasiewie i dobrze odrastają po skoszeniu. Jednak są mniej odporne na mróz i nadmiar wody w glebie niż odmiany Empire. Natomiast do wypasu lepiej przystosowane są odmiany Empire, które mają płożące się łodygi, wolniej rosną po zasiewie oraz wolniej odrastają po defoliacji (TURKINGTON, FRANKO 1980; BEUSELINCK i in. 1992; DOMAŃSKI 2017). W Stanach Zjednoczonych i Kanadzie w uprawie wykorzystuje się 25 odmian komonicy, w przewadze typu Empire. Na kontynencie europejskim uprawia się 30 odmian, wśród których dominują odmiany włoskie (DOMAŃSKI 2017).

W Polsce wpisane są do rejestru dwie odmiany komonicy zwyczajnej - Skrzeszowicka (polska) i Bruce (kanadyjska). Skrzeszowicka jest odmianą zaliczaną do typu Europe, średnowczesną, o pokroju półwzniesionym i średnio zwartej kępie. Charakteryzuje się dobrą zimotrwałością, wysoką odpornością na suszę oraz średnią energią odrastania. Bruce jest odmianą o półwzniesionej łodydze, zalecaną do użytkowania pastwiskowego (typ Empire). Wysoko plonuje, szybko odrasta po wypasie i dobrze zimuje. Komonica zwyczajna na użytkach zielonych uprawiana jest w mieszankach z trawami. Z przeglądu literatury wynika, że przydatnymi do takiej uprawy są następujące gatunki traw: życica trwała, kostrzewa łąkowa, kostrzewa trzcinowa, kupkówka pospolita, stokłosa bezostna, wiechlina łąkowa i tymotka łąkowa (ZEMENCHIK i in. 2001; LEEP i in. 2002; OLSZEWSKA 2004; DOMAŃSKI 2017; BÉLANGER i in. 2018).

3. Materiał i metody badań

Badania oparto o ścisłe doświadczenie poletkowe, założone w 1994 r. i prowadzone w cyklu czteroletnim do roku 1997. Zlokalizowano je na terenie pola doświadczalnego ówczesnego Rolniczego Zakładu Doświadczalnego w Bałcynach, należącego do Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie. Obecnie jest to Zakład Produkcyjno-Doświadczalny, Spółka z o.o., funkcjonujący w strukturach Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.

Przedmiotem badań były mieszanki sześciu roślin motylkowatych, zestawione w proporcjach 1:1 (w mieszance 50% + 50%) ze stokłosą obiedkowatą odm. *Broma* (czynnik pierwszy):

M_1 - stokłosa + koniczyna łąkowa
M_2 - stokłosa + koniczyna białoróżowa
M_3 - stokłosa + koniczyna biała
M_4 - stokłosa + lucerna mieszańcowa
M_5 - stokłosa + lucerna nerkowata
M_6 - stokłosa + komonica zwyczajna
S - stokłosa „w czystym siewie"

Mieszanki poddano ocenie na tle dwóch sposobów wysiewu (czynnik drugi):

a - z rośliną ochronną (wsiewka w jęczmień jary odm. *Nagrad*),

b - bez rośliny ochronnej („czysty siew mieszanek nasion").

Normalne ilości wysiewu poszczególnych komponentów mieszanek zawiera tabela 1.

Doświadczenie założono 9 maja 1994 r. w układzie *split-plots* w czterech powtórzeniach. Powierzchnia poletka wynosiła 14 m^2 (2 m x 7 m). Przedplonami były kolejno: 1993 r. - pszenica ozima, 1992 r. - kapusta, 1991 r. - koniczyna łąkowa. Przed siewem wykonano niezbędne zabiegi agrotechniczne (nawożenie, kultywatorowanie i bronowanie). Nasiona traw i motylkowatych wysiano ręcznie-rzutowo, natomiast jęczmień rzędowo, siewnikiem konnym w rozstawie rzędów 18 cm na głębokość 3 cm, w ilości 130 $kg \cdot ha^{-1}$.

Tabela 1

Ilość wysiewu nasion ($kg \cdot ha^{-1}$)

Gatunki roślin	Odmiany hodowlane	Numery mieszanek						
		M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	S
Stokłosa obiedkowata *Bromus catharticus* VAHL.	Broma	25	25	25	25	25	25	50
Koniczyna łąkowa *Trifolium pratense* L.	Ulka	10	-	-	-	-	-	-
Koniczyna białoróżowa *Trifolium hybridum* L.	Zorza	-	8	-	-	-	-	-
Koniczyna biała *Trifolium repens* L.	Astra	-	-	6	-	-	-	-
Lucerna mieszańcowa *Medicago media*	Tula	-	-	-	10	-	-	-
Lucerna nerkowata *Medicago lupulina* L.	Renata	-	-	-	-	12	-	-
Komonica zwyczajna *Lotus corniculatus* L.	Skrzeszowicka	-	-	-	-	-	9	-

W roku założenia doświadczenia stosowano następujące nawożenie mineralne:

a - w wersji z jęczmieniem; przedsiewnie: N - 30 kg, P-80 kg, K-120 $kg \cdot ha^{-1}$,
pogłównie (w fazie strzelania w źdźbło jęczmienia): N-30 $kg \cdot ha^{-1}$,

b - w wersji bez rośliny ochronnej; przedsiewnie: N-20 kg, P-60 kg, K-100 $kg \cdot ha^{-1}$

W latach pełnego użytkowania ujednolicony poziom nawożenia mineralnego był następujący: N-50 kg, P-60 kg, K-100 $kg \cdot ha^{-1}$. Azot stosowano w trzech dawkach pod każdy odrost (20 kg przed wiosennym wznowieniem wegetacji + 15 kg po zbiorze pierwszego i 15 kg po drugim odroście runi), fosfor jednorazowo wiosną, natomiast potas w dwóch równych dawkach - wiosną i po zbiorze pierwszego odrostu runi.

W nowych zasiewach przeprowadzono w roku 1994, w cztery tygodnie po wschodach, wycenę stopnia pokrycia powierzchni przez gatunki zaliczane do grupy chwastów oraz innych roślin (głównie dwuliściennych). Posłużono się skalą opracowaną przez Braun-Blanqueta (SZAFER, ZARZYCKI, 1977). Nazewnictwo

roślin przyjęto zgodnie z opracowaniem *„Krytyczna lista roślin naczyniowych Polski”* (MIREK i in. 2002).

W roku założenia doświadczenia przeprowadzono 12 lipca pielęgnacyjne przykoszenie chwastów, w obiektach wysianych bez rośliny ochronnej. Jęczmień na ziarno zebrano 10 sierpnia. Po zbiorze jęczmienia określono plon ziarna z każdego poletka. Plony te były bardzo wyrównane i średnio wyniosły 3,6 $t \cdot ha^{-1}$. Pokos produkcyjny mieszanek i stokłosy we wszystkich obiektach przeprowadzono 3 października.

W latach pełnego użytkowania prowadzono trzykrotne zbiory zielonej masy. Terminy zbioru pierwszych odrostów runi odpowiadały początkowi „kłoszenia” stokłosy (ok. 10 - 15% pędów generatywnych z wykształconymi kwiatostanami). Daty zbiorów poszczególnych odrostów runi w kolejnych latach pełnego użytkowania były następujące: 1995 r. - 31 maja, 28 lipca, 27 września; 1996 r. - 3 czerwca, 22 lipca, 25 września; 1997 r. - 28 maja, 24 lipca, 2 października.

Wyniki tych badań opracowano statystycznie metodą analizy wariancji dla doświadczeń dwuczynnikowych. Istotność różnic sprawdzono za pomocą testu Duncana. Obliczając przedział NIR dla $p = 0,05$ korzystano z rozkładu *t* Studenta.

Po zbiorach poszczególnych odrostów runi określano procentowy udział miejsc niezadarnionych, sumując odcinki nie pokryte roślinnością (mierzone wzdłuż przekątnych poletka) i wyrażając je procentowo w stosunku do długości przekątnych.

Próby materiału roślinnego (2 kg), pobrane w każdym z obiektów doświadczenia przy zbiorach poszczególnych odrostów, posłużyły do określenia składu botanicznego runi (szczegółowa analiza botaniczno-wagowa) a także wydajności suchej masy. Ze względu na obfitość materiału, w pracy zestawiono skład botaniczny runi z pierwszych odrostów. Wydzielone w tych próbach komponenty mieszanek (rośliny motylkowate oraz stokłosę), poddano analizom chemicznym. Oznaczenia wykonano posługując się ogólnie przyjętymi metodami: azot okreslono metodą Kjeldahla, włókno surowe - metodą Henneberga i Stohmanna; fosfor - metodą wanadowo-molibdenową; potas, wapń i sód - fotopłomieniowo; magnez, miedź, mangan, cynk i żelazo - przy zastosowaniu

absorpcyjnej spektroskopii atomowej. Analizy chemiczne gleby wykonano metodami: azot - Kjeldahla, węgiel - Tiurina, fosfor i potas - Egnera-Riehma, natomiast magnez - metodą Schachtschabela.

Analiza ekonomiczna obejmowała analizę kosztów bezpośrednich i pośrednich w badanych wariantach (czysty siew oraz wysiew z rośliną ochronną), analizę przychodów oraz opłacalność produkcji. Założenia do analizy zostały przedstawione w tabeli 2.

Koszty bezpośrednie obejmowały koszty amortyzacji maszyn i urządzeń rolniczych, koszty przygotowania pola, koszty siewu, nawożenia oraz koszty zbioru w tym koszty koszenia, grabienia i belowania. W wariancie w czystym siewie mieszanek dodatkowo uwzględniono jeden zabieg pielęgnacyjny polegająca na przykoszeniu chwastów w roku założenia uprawy. W wariancie drugim, uwzględniono dodatkowo koszty siewu i zbioru jęczmienia na ziarno. Ponadto w analizie uwzględniono podatek rolny oraz 10% koszty pośrednie. Do obliczeń przyjęto aktualne ceny rynkowe dostępne dn. 11 września 2023 r.

Analiza przychodu obejmowała przychód ze sprzedaży siana w postaci bel, które odbiorca zabierał bezpośrednio z pola. W drugim wariancie przychody obejmowały również sprzedaż jęczmienia na ziarno do celów konsumpcyjnych.

Analiza została przeprowadzona dla 4-letniego okresu użytkowania. Ze względu na zmienne warunki rynkowe uwzględniono 5% stopę dyskonta. Koszty nasion stokłosy oraz roślin motylkowatych zostały przyjęte jako wartość średnia z analizowanych wariantów.

Analiza opłacalności obejmowała określenie dochodu oraz wskaźników opłacalności. Dochód został obliczony jako różnica wszystkich przychodów i kosztów w danym wariancie. W ramach analizy opłacalności obliczono dwa wskaźniki opłacalności. Pierwszy to wartość bieżąca netto (NPV - ang. *Net Present Value*). Wyznaczenie wskaźnika polega na porównaniu sumy zdyskontowanych dodatnich strumieni pieniężnych z sumą nakładów niezbędnych do jego realizacji analizowanego przedsięwzięcia.

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{CF_t}{(1+r)^t} - l$$

gdzie:

CF- przepływy pieniężne netto

r- współczynnik dyskontowy

l- nakłady inwestycyjne

t- kolejne okresy inwestycji

Drugim analizowanym wskaźnikiem był Indeks rentowności (PI – ang. *Profitability Index*), który wyraża stosunek wartości bieżącej przepływów pieniężnych wygenerowanych przez projekt do kosztów jego realizacji.

$$PI = \frac{\sum_{t=0}^{n} \frac{CIF_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^{n} \frac{COF_t}{(1+r)^t}}$$

gdzie:

CIF- dodatnie przepływy pieniężne w roku t

COF- ujemne przepływy pieniężne w roku t

r- koszty kapitału

n- liczba lat

T a b e l a 2

Założenia do analizy ekonomicznej

Wyszczególnienie	Wartość	Jednostka
Stopa dyskonta	5	%
Okres analizy	4	lata
Koszt paliwa	6,3	zł·dm^{-3}
Koszt pracy	23,5	zł·ha^{-1}
Koszt nasion mieszanki traw i roślin motylkowatych	1154	zł·ha^{-1}
Koszt nasion jęczmienia	390	zł·ha^{-1}
Koszt nawozów azotowych N	5,00	zł kg^{-1}
Koszt nawozów fosforowych P	6,09	zł·kg^{-1}
Koszt nawozów potasowych K	5,00	zł·kg^{-1}
Cena ziaren jęczmienia	691	zł·Mg^{-1}
Cena siana (w postaci bel)	52	zł·Mg^{-1}

4. Warunki prowadzenia badań

Lokalizacja doświadczenia

Badania przeprowadzono na terenie pola doświadczalnego Zakładu Produkcyjno-Doświadczalnego „Bałcyny” Sp. z o. o. w Bałcynach. Pole to jest położone, zgodnie z regionalizacją fizycznogeograficzną KONDRACKIEGO (1998), w północnej części makroregionu Pojezierze Chełmińsko-Dobrzyńskie, w mezoregionie Garb Lubawski. Przez wieś Bałcyny przebiega droga krajowa nr 15, a najbliżej położone miasta to: w kierunku południowo-wschodnim Lubawa (w odległości 14 km) oraz Ostróda - kierunek północno-wschodni, w odległości 13 km.

Warunki glebowe

Doświadczenie zlokalizowano na glebie płowej, wytworzonej z gliny lekkiej, pylastej, zaliczonej do kompleksu żytniego bardzo dobrego i klasy bonitacyjnej R-III b. Pod względem przydatności rolniczej gleba kwalifikuje się do kompleksu pszennego dobrego (2).

Przed założeniem doświadczenia gleba w warstwie ornej charakteryzowała się odczynem lekko kwaśnym (pH $_{KCL}$ 5,7) oraz niską zawartością fosforu, potasu i magnezu (P: 3,8 mg/100g gleby, K: 6,2 mg/100g, Mg: 4,0 mg/100g). Zawartość próchnicy w glebie wynosiła 1,67%.

Warunki meteorologiczne

Przebieg warunków atmosferycznych, obok czynników glebowych, agrotechniki i cech odmianowych, wywiera wyraźny wpływ na plonowanie roślin uprawnych. Wpływa również bardzo istotnie na wykorzystanie składników pokarmowych z nawozów. Ich znaczenie zwiększa się w rejonach o klimacie mało korzystnym dla rolnictwa.

W rejonie Bałcyn okres wegetacji trwa przeciętnie 195-200 dni, zaś okres pastwiskowy 160-180 dni. Średnie roczne opady wahają się w granicach 600-650 mm. Na terenie tym często występują silne wiatry, szczególnie wiosną i latem. Spowodowane są one wysokimi różnicami ciśnienia i bliskością Wzgórz Dylewskich. Poza tym w tym regionie występuje niekorzystny układ rocznych opadów, wysoka wilgotność względna powietrza, niedostatek nasłonecznienia i ciepła, duże różnice temperatur jesiennych także wiosenne i jesienne przymrozki.

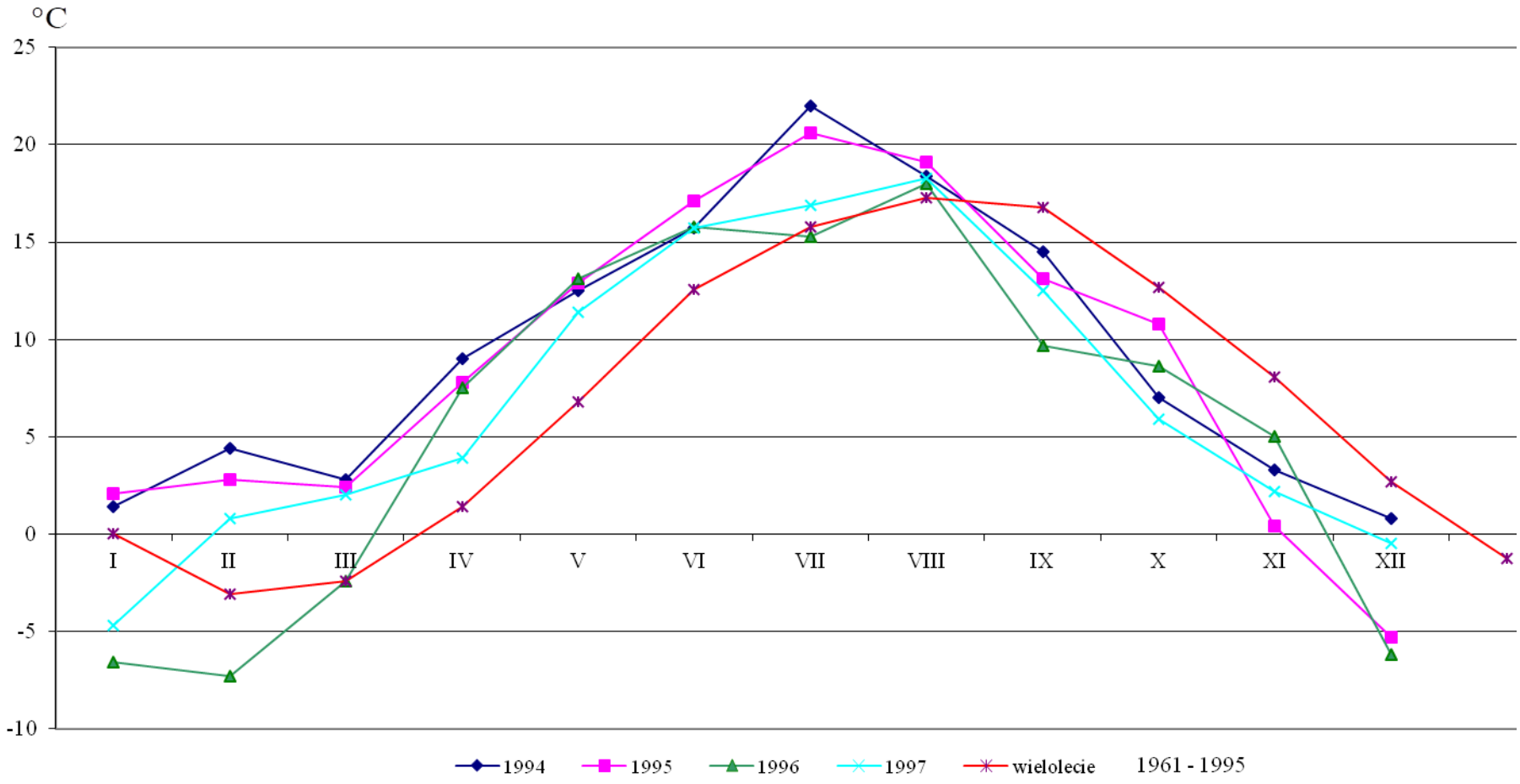
Dane dotyczące temperatury powietrza i opadów w okresie badawczym od 1994 do 1997 roku, na tle średnich z wielolecia 1961-1995, pochodzące z punktu pomiarowego w Bałcynach, zestawiono w rysunkach 1 i 2.

Poszczególne lata różniły się pod względem warunków termicznych oraz rozkładu i nasilenia opadów. Ogólnie należy wskazać na wyraźnie wyższe temperatury powietrza w miesiącach wiosennych i letnich w poszczególnych latach, w porównaniu do średnich wieloletnich. Począwszy od sierpnia można mówić o odwrotnej tendencji - niższych niż wieloletnie temperaturach, co z pewnością

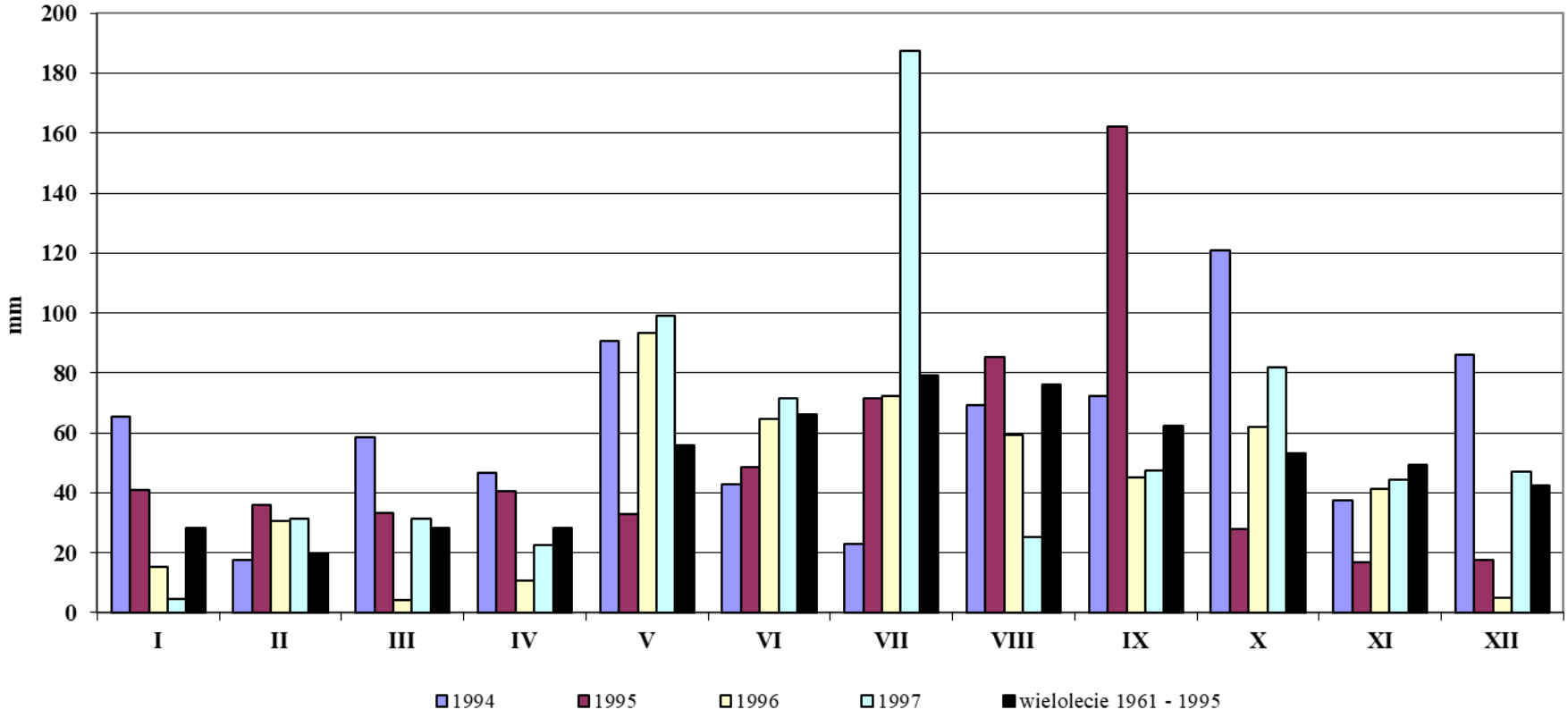
miało wpływ na tempo wzrostu roślin w okresach późnoletnich i jesiennych a także na termin zakończenia wegetacji.

Pod względem opadów atmosferycznych można wskazać na rok 1994 (mokra wiosna i dość suche lato), rok 1995 (jedynie wrzesień obfity w opady – ponad 160 mm), 1996 (bardzo suche przedwiośnie i małe zapasy wody pozimowej oraz dosyć obfite opady w maju (90 mm) i wreszcie rok 1997 - ze 100 mm opadami w maju oraz rekordowymi (187 mm) opadami lipcowymi.

Reasumując należy stwierdzić, że w okresie badawczym 1994-1997 panowały na ogół sprzyjające wzrostowi i rozwojowi roślin warunki klimatyczne. Niedobory wilgoci, przy jednocześnie wyższych niż wieloletnie temperaturach powietrza, zaobserwowano w lipcu 1994 roku oraz wczesną wiosną w roku 1996.



Rys.1. Średnie miesięczne temperatury powietrza w Bałcynch w latach 1994 -1997 (° C)



Rys.2. Sumy miesięczne opadów w Bałcynch w latach 1994 -1997 (mm)

5. Wyniki badań

5.1. Zmiany składu botanicznego runi

Udział poszczególnych komponentów mieszanek motylkowo-trawiastych w runi przemiennych użytków zielonych, w ogromnym stopniu decyduje o wielkości i jakości uzyskiwanych plonów. Prawidłowo wykonane zasiewy, a także dynamiczny rozwój roślin w roku siewu, warunkują wysoką wydajność w kolejnych latach użytkowania.

Stokłosa obiedkowata, a także poszczególne gatunki roślin motylkowatych rozwijały się powoli po zasiewie. Niezbyt duże zasoby wody pozimowej w glebie a także ubogie opady, zwłaszcza w miesiącach letnich 1994 r. (rys. 2), wyraźnie hamowały wzrost i rozwój komponentów mieszanek. W takich warunkach nastąpił szybki wzrost chwastów segetalnych w obiektach wysianych bez rośliny ochronnej. Zachwaszczenie tych poletek, określone w czwartym tygodniu po wschodach, układało się na zbliżonym poziomie. Stopień pokrycia powierzchni przez siewki i młode rośliny z tej grupy zawierał się w przedziale 20-30%. W wersji bez rośliny ochronnej zanotowano ogółem 18 gatunków zaliczanych do segetalnych i ruderalnych (tab. 2). Skład gatunkowy z pewnością był uzależniony od glebowego zasobu diaspor, sciśle związanego z historią upraw poprzedzających zasiew mieszanek motylkowo-trawiastych. Do najliczniej występujących taksonów należały: *Chenopodium album* L., *Polygonum convolvulus* (L.) A. LOVE, *Thlaspi arvense* L., *Polygonum lapatihifolium* L., *Stellaria media* (L.) VILL., *Lamium purpureum* L., *Matricaria maritima* L., *Veronica arvensis* L.

Jęczmień, zastosowany jako roślina ochronna jedynie nieznacznie wpłynął na mniejsze zachwaszczenie (w czwartym tygodniu po wschodach). Ogółem zanotowano 16 gatunków, wśród których dominowały: *Chenopodium album* L., *Thlaspi arvense* L., *Cirsium arvense* (L.) SCOP., *Thlaspi arvense* L., *Lamium purpureum* L., *Matricaria maritima* L. Podobnie jak w przypadku mieszanek stosowanych bez rośliny ochronnej, nie stwierdzono znaczących różnic

Tabela 3

Zachwaszczenie w czwartym tygodniu po wschodach (wg skali Braun-Blanqueta)

L.p.	Gatunki roślin	Mieszanki wsiane w jęczmień							Mieszanki wysiane bez rośliny ochronnej						
		M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	S	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	S
1.	*Capsella bursa-pastoris* (L.) MEDIK. - tasznik pospolity	+	+	.	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	*Cirsium arwense* (L.) SCOP. - ostrożeń polny	+	.	1	..	+	.	1	.	+	.	+	+	.	.
3.	*Chenopodium album* L. - komosa biała	1	1	+	+	1	+	1	+	1	+	1	1	1	1
4.	*Elymus repens* (L.) GOULD - perz właściwy	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.
5.	*Equisetum arvense* L. - skrzyp polny	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
6.	*Fumaria officinalis* L. - dymnica pospolita	.	+	+	+	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.
7.	*Galeopsis tetrachit* L. - poziewnik szorstki	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
8.	*Lamium purpureum* L. - jasnota purpurowa	+	1	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	1	+
9.	*Matricaria maritima* L. - maruna bezwonna	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10.	*Myosotis arvensis* (L.) HILL - niezapominajka polna	+	.	.	+	+	+	+	.	.	+	.	+	+	+
11.	*Polygonum convolvulus* (L.) A. LOVE - rdest powojowy	+	+	+	+	1	+	+	+	1	1	1	1	+	+
12.	*Polygonum lapathifolim* L. - rdest szczawiolistny	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	1
13.	*Sonchus arvensis* L. - mlecz polny	+	.	.	+	.	+	+	+	.	+	.	.	+	.
14.	*Spergula arvensis* L. - sporek polny	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.
15.	*Stellaria media* (L.) VILL - gwiazdnica pospolita	.	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	1	+	+
16.	*Thlaspi arvense* L. - tobołki polne	+	+	+	1	1	+	1	+	1	+	+	1	1	+
17.	*Veronica arvensis* L. - przetacznik polny	+	+	.	+	+	.	.	+	+	+	+	+	+	+
18.	*Viola arvensis* MURRAY - fiołek polny	.	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+

Objaśnienia: zgodnie ze skalą Braun-Blanqueta: 1 - pokrycie powierzchni poletek do 5%, + - pojedyncze rośliny

w zachwaszczeniu poszczególnych obiektów mieszankowych (tab. 3). Bardzo podobną listę gatunków z nieodchwaszczanej uprawy jęczmienia, w zbliżonych warunkach siedliskowych, podaje SZEMPLIŃSKI (2003), zwracając jednocześnie uwagę na możliwość ograniczania zachwaszczenia przez zwarty łan jęczmienia.

Pielęgnacyjne przykoszenie chwastów, przeprowadzone 12 lipca 1994 r. w podblokach bez jęczmienia, ograniczyło ich dalszy wzrost i rozwój tak, że przed zebranym pokosem produkcyjnym zachwaszczenie nie przekroczyło 20% pokrycia powierzchni.

W suchej masie zebranych plonów mieszanek wsianych w jęczmień dominowały motylkowate. Wykazały to wyniki analiz botaniczno-wagowych zamieszczone w załączniku 1. Udział koniczyny łąkowej przekroczył nawet 71%. Słabo jeszcze rozwinęła się stokłosa (maksymalny udział to 16,8% w mieszance z komonicą zwyczajną). Należy ponadto zaznaczyć, że wskutek dość niewielkiej wysokości zbieranych roślin, do plonu weszły pewne ilości pożniwnych resztek słomy jęczmiennej, od 16,0 do 32,8 % suchej masy (zał. 1). Zupełnie inaczej przedstawiał się skład botaniczny mieszanek zastosowanych w czystym siewie. Udział stokłosy był niemal we wszystkich mieszankach zbliżony do zaprojektowanego, i jedynie w wersji z koniczyną białoróżową okazał się mniejszy (44%). Jak już wspomniano zachwaszczenie mieściło się jeszcze w granicach 15,2 - 24% suchej masy i to zapewne chwasty w pewnym stopniu ograniczały rozwój roślin motylkowatych, zwłaszcza w mieszankach z obiema lucernami i z komonicą.

W latach pełnego użytkowania nastąpił bujny wzrost komponentów mieszanek. W pierwszym roku po zasiewie (1995) w mieszankach stosowanych jako wsiewka w jęczmień, stokłosa zdominowała zestawy z koniczyną białą i lucerną nerkowatą, natomiast w pozostałych mieszankach zachowała udział niewiele przekraczający 50% (zał. 2). Wysiew bez rośliny ochronnej wpłynął wyraźniej na dominację stokłosy nad komponentami motylkowatymi, z wyjątkiem zestawu z lucerną mieszańcową. W przypadku mieszanki stokłosy i koniczyny łąkowej stwierdzono proporcje komponentów niemal identyczne jak w przypadku wsiewki. Zachwaszczenie w obu wersjach wysiewu było niewielkie i na ogół podobne (w granicach 0,9 do 5,9% s.m.).

Drugi rok po zasiewie (1996) zaznaczył się szybkim odrostem runi, zwłaszcza w obfitym w opady maju i ciepłym czerwcu, kiedy to po suchej wiośnie szybko nastąpiło uzupełnienie niedoborów wody glebowej. W podblokach doświadczenia w których zastosowano wsiewkę w jęczmień zaznaczył się wyraźnie wyższy, w porównaniu z rokiem poprzednim, udział lucerny nerkowatej koniczyny białej w runi mieszanek. Tendencję taką zaobserwowano również w wersji bez rośliny ochronnej. Należy wyraźnie wskazać na zachwaszczenie mieszanek wysianych z jęczmieniem (do 11,05%), przy niemal całkowitym jego braku w zestawach bez rośliny ochronnej (zał. 3).

W trzecim roku pełnego użytkowania (1997) utrzymały się zasadniczo opisane wcześniej tendencje. Następcze oddziaływanie jęczmienia nie było już tak wyraźne jak w latach poprzednich (zał. 4). Dotyczy to większości mieszanek z wyjątkiem zestawów z lucerną nerkowatą i komonicą zwyczajną. W runi tych mieszanek, wysianych bez rośliny ochronnej, zanotowano obecność innych gatunków traw, głównie kupkówki pospolitej, która obok chwastów pojawiła się samorzutnie wiosną. Ma to zapewne związek z dość niskim stopniem konkurencyjności obu gatunków motylkowatych, zwłaszcza w czwartym roku użytkowania.

W podsumowaniu można stwierdzić, iż lucerna mieszańcowa a także koniczyna łąkowa i koniczyna białoróżowa utrzymały, na przestrzeni 3 lat pełnego użytkowania znaczący, często zbliżony do projektowanego, udział w runi w obu wersjach wysiewu.

5.2. Zadarnienie powierzchni

Pokrycie powierzchni użytku zielonego przez darń motylkowo-trawiastą jest uwarunkowane szeregiem czynników. Można do nich zaliczyć wysianą liczbę nasion przypadającą na jednostkę powierzchni, technikę siewu, cechy morfologiczne zastosowanych gatunków roślin (głównie sposób krzewienia), przebieg warunków klimatycznych oraz sposób użytkowania.

Określony procentowy udział miejsc niezadarnionych w odniesieniu do powierzchni poletek wykazał zróżnicowanie (na poziomie statystycznie wysoce

istotnym) jedynie w latach 1995 i 1996 (pierwszy i drugi rok pełnego użytkowania) - tab. 4. W tych latach lepsze zadarnianie wystąpiło w przypadku mieszanek wysianych bez rośliny ochronnej co mogło być spowodowane konkurencyjnością jęczmienia w roku siewu. W trzecim roku nie stwierdzono istotnych różnic w zadarnianiu, zarówno pomiędzy mieszankami, sposobami siewu jak i w przypadku współdziałania obu czynników.

T a b e l a 4

Miejsca niezadarnione (% powierzchni) – średnie z lat pełnego użytkowania

Lata	Mieszanki wsiane w jęczmień							Mieszanki wysiane bez rośliny ochronnej							NIR (0,05)		
	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	S	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	S	a	b	c
1995	10,2	11,4	12,7	12,0	11,9	10,8	12,7	5,5	6,1	7,2	6,6	6,3	7,0	5,6	**	**	**
1996	11,1	12,4	13,5	12,6	12,7	12,0	11,3	4,8	5,7	6,2	6,8	6,5	6,4	6,9	**	**	**
1997	10,3	10,8	12,7	13,0	11,6	14,3	12,8	11,2	9,7	11,3	12,8	12,4	13,1	11,9	*ns*	*ns*	*ns*

Objaśnienia:
M_1.....M_6 - mieszanki
S - stokłosa obiedkowata w czystym siewie
a - mieszanki
b - sposoby siewu
c - mieszanki x sposoby siewu
ns – różnice nieistotne

5.3. Plonowanie

Plony jęczmienia jarego

Zebrane plony ziarna jęczmienia jarego odmiany Nagrad należy ocenić jako wysokie, zwłaszcza w warunkach obniżonej do 130 kg·ha^{-1} ilości wysiewu. Uzyskane plony zawierały się w granicach od 3,42 do 3,78 t·ha^{-1}, a przeprowadzona analiza statystyczna nie wykazała żadnych różnic pomiędzy obiektami doświadczenia. Zebrane ziarno było dobrej jakości - prawidłowo wykształcone i wolne od patogenów.

T a b e l a 5

Roczne plony suchej masy z lat 1994 - 1997 (t/ha)

Rok	**wsiewka w jęczmień**							**"czysty siew "**							**NIR (p = 0,05)**		
	stokł.+ konicz. łąk.	stokł.+ konicz.białoróż	stokł.+ konicz.biała.	stokł.+ lucer.miesz.	stokł.+ lucer.nerkow.	stokł.+ komonica.zwycz.	stokłosa	stokł.+ konicz.łąk.	stokł.+ konicz.białoróż	stokł.+ konicz.biała.	stokł.+ lucer.miesz.	stokł.+ lucer.nerkow.	stokł.+ komonica.zwycz.	stokłosa	**mieszanki**	**sposoby siewu**	**miesz.x spo.siewu**
1994	2,19	1,85	2,15	1,37	1,29	1,29	0,29	3,00	2,63	2,57	2,07	2,06	1,81	1,61	**	n.ist	**
1995	8,87	8,84	8,59	8,27	8,10	10,23	9,88	10,27	9,69	10,25	9,73	8,63	9,65	9,01	n.ist	n.ist	n.ist
1996	8,67	6,40	7,56	9,05	4,65	6,60	5,02	7,46	6,46	6,52	9,78	5,26	6,86	5,31	1,09**	0,39**	1,02**
1997	7,95	8,53	9,62	11,30	8,31	10,45	8,08	8,24	9,09	9,46	12,04	8,62	9,05	8,31	1,68*	0,57*	1,51*
Śr. 1995-1997	8,50	7,92	8,59	9,54	7,02	9,09	7,66	8,65	8,41	8,74	10,52	7,50	8,52	7,54	n.ist	n.ist	1.35**

Plonowanie mieszanek i stokłosy w roku siewu

We wszystkich obiektach doświadczenia, zarówno z wsiewką w jęczmień jak i bez rośliny ochronnej, zebrano jeden pokos produkcyjny. Wydajność mieszanek była z pewnością w wysokim stopniu uzależniona od warunków pogodowych. Najwyższą wydajność suchej masy (3 $t \cdot ha^{-1}$) zanotowano w przypadku mieszanki stokłosy z koniczyną łąkową zastosowanej bez rośliny ochronnej. Z kolei najniższym plonowaniem (0,29 $t \cdot ha^{-1}$) zastosowana jako wsiewka a także mieszanki stokłosy z lucerną nerkowatą oraz komonicą zwyczajną w tejże wersji wysiewu (1,29 $t \cdot ha^{-1}$). Stwierdzono zróżnicowanie wydajności poszczególnych mieszanek i stokłosy, jak również ogólnie nieistotny wpływ sposobów siewu na plonowanie wszystkich obiektów. W tych obliczeniach wersję „stokłosa w czystym siewie" dla ułatwienia określono mianem mieszanki (tab. 5)

Plonowanie mieszanek i stokłosy w latach pełnego użytkowania

Wydajność badanych mieszanek a także monokultury stokłosy można ogólnie ocenić jako wysoką. Była ona wyraźnie zróżnicowana w drugim i trzecim roku pełnego użytkowania (tab. 5). W pierwszym roku (1995) uzyskane plony suchej masy zawierały się w granicach od 8,59 do 10,27 $t \cdot ha^{-1}$. Owe najwyższe wartości (powyżej 10 $t \cdot ha^{-1}$) zanotowano w przypadku mieszanek stokłosy z koniczyną łąkową oraz z koniczyna białą w wersji bez rośliny ochronnej a także mieszanki z komonica zwyczajną, zastosowanej jako wsiewka. O wysokości uzyskanych plonów zdecydowanie decydował pierwszy pokos (tab. 6). Analiza łącznych plonów, uzyskanych z trzech odrostów runi, nie wykazała istotnego statystycznie zróżnicowania, zarówno przy porównaniu mieszanek, sposobów siewu a także interakcji obu czynników.

W drugim roku użytkowania wykazano z kolei udowodnione statystycznie różnice w efekcie wymienionych wyżej czynników. Wyraźnie najwyższą wydajnością cechowały się mieszanki stokłosy z lucerną mieszańcową - 9,78 $t \cdot ha^{-1}$ w wersji z bez rośliny ochronnej i 9,05 $t \cdot ha^{-1}$ przy wysiewie z jęczmieniem. Najsłabiej plonowała mieszanka stokłosy z lucerną nerkowatą oraz monokultura stokłosy w obu wersjach wysiewu. O niezbyt wysokich plonach decydował głównie

pierwszy odrost runi, na który wyraźnie wpłynęła dotkliwa wiosenna susza (tab. 6).

W trzecim roku mieszanki stokłosy z lucerną mieszańcową ponownie wykazały najwyższą wydajność suchej masy. Odpowiednio 12,04 $t \cdot ha^{-1}$ bez jęczmienia przy wysiewie oraz 11,30 przy zastosowaniu wsiewki. Najsłabiej plonowały mieszanki z koniczyną łąkową w obu wersjach wysiewu. Może się to wiązać z nieco słabszą trwałością tego gatunku w konkretnych warunkach siedliskowych.

Analiza średnich plonów obliczonych dla 4 lat użytkowania wskazała na wyżej wskazane tendencje. Podobnie jak w dwóch ostatnich latach owe średnie wskazują na najwyższą wydajność mieszanek stokłosy z lucerną mieszańcową. Odpowiednio 10,52 $t \cdot ha^{-1}$ w wersji bez rośliny ochronnej i 9,54 przy wysiewie z jęczmieniem. Należy zauważyć znaczące średnie plony mieszanki stokłosy i komonicy zwyczajnej. Ten nieco zapomniany gatunek z rodziny bobowatych wydaje się wartym zainteresowania w przypadku zakładania przemiennych użytków zielonych w warunkach Garbu Lubawskiego, Pojezierza Olsztyńskiego a także sąsiednich mezoregionów fizycznogeograficznych. Stosunkowo słabe plonowanie zapewniła mieszanka stokłosy z lucerną nerkowatą. Uzyskiwane w poszczególnych latach plony suchej masy były na ogół niższe niż w przypadku monokultury stokłosy obiedkowatej.

Tabela 6

Plony suchej masy w latach pelnego użytkowania 1995 - 1997 (t/ha)

Rok	wsiewka w jęczmień							"czysty siew "						
	stokł.+ konicz. łąk.	stokł.+ konicz.białoróż	stokł.+ konicz.biała.	stokł.+ lucer.miesz.	stokł.+ lucer.nerkow.	stokł.+ komonica.zwycz.	stokłosa	stokł.+ konicz.łąk.	stokł.+ konicz.białoróż	stokł.+ konicz.biała.	stokł.+ lucer.miesz.	stokł.+ lucer.nerkow.	stokł.+ komonica.zwycz.	stokłosa
	5,80	5,95	4,83	4,51	5,48	6,45	6,71	6,04	6,02	5,55	5,93	6,57	6,24	6,49
1995	2,42	1,85	2,15	2,85	1,65	2,47	1,80	3,03	2,28	3,24	2,53	1,34	2,27	1,64
	0,65	1,04	1,61	0,91	0,97	1,31	1,37	1,20	1,39	1,46	1,27	0,72	1,14	0,88
Suma	**8,87**	**8,84**	**8,59**	**8,27**	**8,10**	**10,23**	**9,88**	**10,27**	**9,69**	**10,25**	**9,73**	**8,63**	**9,65**	**9,01**
	2,95	3,29	3,51	3,59	1,67	2,57	1,74	2,01	2,69	2,88	3,47	2,13	2,44	2,47
1996	4,05	1,99	2,92	3,68	2,29	2,71	2,18	4,31	2,65	2,58	4,85	2,04	2,94	1,71
	1,67	1,12	1,13	1,78	0,69	1,32	1,10	1,14	1,12	1,06	1,46	1,09	1,48	1,13
Suma	**8,67**	**6,40**	**7,56**	**9,05**	**4,65**	**6,60**	**5,02**	**7,46**	**6,46**	**6,52**	**9,78**	**5,26**	**6,86**	**5,31**
	4,56	3,85	4,96	6,25	3,79	5,90	4,09	3,90	4,82	4,90	6,18	3,85	4,98	4,86
1997	2,23	2,90	3,02	3,45	2,97	2,98	2,24	2,88	3,01	2,89	3,96	3,02	2,79	2,30
	1,16	1,78	1,64	1,60	1,55	1,57	1,75	1,46	1,26	1,67	1,90	1,75	1,28	1,15
Suma	**7,95**	**8,53**	**9,62**	**11,30**	**8,31**	**10,45**	**8,08**	**8,24**	**9,09**	**9,46**	**12,04**	**8,62**	**9,05**	**8,31**

5.4. Zawartość niektórych składników chemicznych w stokłosie obiedkowatej i roślinach motylkowatych

Jednym z głównych kryteriów oceny wartości odżywczej roślin pastewnych jest zawartość białka ogólnego. Zdaniem FALKOWSKIEGO i in. (1990) zawartości białka w roślinach wykazują znaczne zróżnicowanie i dochodzą niekiedy do poziomu 25% w suchej masie. Badane gatunki roślin motylkowatych wykazały pewne zróżnicowanie w zawartości tego składnika oraz wyraźnie wyższą jego koncentrację w porównaniu ze stokłosą obiedkowatą. Najwyższe zawartości białka stwierdzono w przypadku koniczyny białej (powyżej 21%) oraz komonicy zwyczajnej (ponad 20%). Pozostałe motylkowate cechowały zbliżone ilości tego składnika - w granicach od 17,96 do 19,47 % (tab. 7)

Fakt relatywnie wysokiej koncentracji białka ogólnego w roślinach motylkowatych jest wręcz podręcznikowy i wielokrotnie podawany przez wielu autorów (BENEDYCKI 1991, KRZYWIECKI 1987, NOWAK i in. 1999). W niniejszych badaniach uzyskaną najwyższą zawartość białka w koniczynie białej można tłumaczyć znacznym udziałem liści i młodych części łodyg, które dostają się do plonu. Dodatkowym argumentem jest bardzo dobre ulistnienie oraz znaczny odsetek podnoszących się rozłogów, jakimi cechuje się odmiana Astra. Podobnie koniczynę białą oceno pod względem zawartości białka (DEMBEK 2001).

Najczęściej ujemnie skorelowana z ilością białka ogólnego, koncentracja włókna surowego (a właściwie tak określanej grupy węglowodanów strukturalnych), osiągała najniższy poziom w koniczynie białej (21,13 - 22,15% s.m.). W przypadku pozostałych motylkowatych nie stwierdzono znaczących różnic, natomiast zawartość włókna w stokłosie wahała się, w zależności od sezonu wegetacyjnego, od 28,96 do 32,14% s.m. (tab. 7). Wyższe niż 30 % zawartości włókna surowego mogą obniżać strawność składników pokarmowych i ogólną wartość energetyczną paszy (KOZŁOWSKI 1981).

Węglowodany rozpuszczalne w wodzie są szczególnie ważnym składnikiem roślin pastewnych, a ich znaczne zróżnicowanie w poszczególnych gatunkach i odmianach hodowlanych wskazuje na możliwości uwzględniania tej cechy

w trakcie komponowania mieszanek. Do grupy gatunków o wysokiej zawartości cukrów rozpuszczalnych wielu autorów zalicza stokłosę obiedkowatą (ETEVE 1982, KOZŁOWSKI, KUKUŁKA 1992, FALKOWSKI i in. 1985, MŁYNARCZYK 1994). Wyniki niniejszych badań również wskazują na wysoką koncentrację cukrów w stokłosie, przekraczającą niekiedy 10% suchej masy. Rośliny motylkowate wykazały wartości niższe, średnio nawet o 2%.

O wartości pokarmowej paszy decydują nie tylko bezwzględne zawartości białka i cukrów, lecz zwłaszcza wartość stosunku węglowodanowo-białkowego, który jednocześnie wskazuje na przydatność roślin do zakiszania. Optymalna wartość tej proporcji powinna zawierać się w granicach 0,8 - 1,5 (FILIPEK i KASPERCZYK 1978) za Achłamową. Porównywane gatunki roślin odbiegały od powyższego optimum i jedynie w przypadku stokłosy wartość wspomnianego stosunku najczęściej zbliżała się do 0,8 (tab. 7). Motylkowate cechowały węższe wartości omawianej proporcji i w związku z tym powszechnie znana gorsza przydatność do zakiszania.

Do grupy bardzo ważnych cech gatunkowych roślin pastewnych należy zdolność kumulacji składników mineralnych. Badane gatunki nie wykazały wyraźnego zróżnicowania pod względem zawartości fosforu (tab. 8). Mieściła się ona w granicach 0,34 - 0,44 % suchej masy i zawsze przekraczała wartość 0,3%, podawaną przez FALKOWSKIEGO i in. (1990) jako optymalną.

Potas jest składnikiem często pobierany przez rośliny „luksusowo" i dlatego występuje często w nadmiarze (GORLACH i in. 1985). Porównanie stokłosy obiedkowatej i sześciu gatunków motylkowatych nie wykazało znaczącego zróżnicowania, a zawartości potasu w suchej masie nie przekraczały poziomu 2,3%. Można stwierdzić, iż są to wartości dość niskie, uwarunkowane zapewne niewysokim (100 kg/ha) poziomem nawożenia potasowaego, stosowanym ponadto w dwóch równych dawkach.

Wapń występuje w roślinach w zróżnicowanych ilościach, osiągając najczęściej wyższe koncentracje w przypadku roślin dwuliściennych. Jako średnie zawartości podaje się 1,31% - rośliny dwuliścienne oraz ok. 0,50% - trawy (FALKOWSKI i in. 1990). W niniejszych badaniach wraźnie wyższe zawartości

wapnia cechowały motylkowate (nawet do 1,70% s.m. w przypadku koniczyny białej). Stokłosa koncentrowała znacznie mniej tego składnika, bo w granicach od 0,53 do 0,72% (tab. 8).

Jako minimalną zawartość magnezu podaje się, w żywieniu przeżuwaczy, wartość 0,2% Mg w suchej masie (FALKOWSKI i in. 1990). Zawartości tego składnika nieznacznie przekraczały podane minimum jedynie w przypadku motylkowatych. Stokłosa wykazywała mniejszą koncentrację - czasem nawet poniżej 0,1%. Zawartości sodu należy ocenić jako niskie a nawet bardzo niskie. Ruń użytków zielonych wykazuje najczęściej znaczne niedobory tego składnika (KLĘCZEK i in. 1992).

KASPERCZYK i FILIPEK (1983) uznają syntetyczną proporcję K:(Ca+Mg) za szczególnie ważne kryterium oceny pasz. Stosunek ten powinien przekraczać wyrażonej w milirównoważnikach wartości 2,2:1. W stokłosie obiedkowatej wartość ta nie przekroczyła 1,55:1, natomiast w roślinach motylkowatych 0,62 (tab. 8). Wyliczona wagowa proporcja Ca:P była wyraźnie wyższa w roślinach motylkowatych, co ma oczywisty związek z większą zawartością wapnia w porównaniu ze stokłosą obiedkowatą.

Tabela 7

Zawartość niektórych składników pokarmowych w stokłosie obiedkowatej i roślinach motylkowatych (% s.m)

Składniki	Lata	Mieszanki i ich komponenty												
		M 1		M 2		M 3		M 4		M 5		M 6		
		s.o.	k.ł.	s.o.	k.b-r.	s.o.	k.b.	s.o.	l.m.	s.o.	l.n.	s.o.	k.z.	s.o.
Białko ogólne	1995	13,24	19,2	12,17	18,42	14,65	21,43	13,72	18,92	13,21	19,21	12,82	20,31	13,36
	1996	12,41	18,41	13,07	18,61	13,22	20,13	14,10	19,47	13,51	18,63	12,91	19,06	14,17
	1997	13,77	18,95	13,29	17,96	13,47	21,82	14,02	19,18	13,25	19,38	13,40	20,10	13,14
Włókno surowe	1995	30,24	25,34	31,14	24,36	30,09	22,15	29,44	24,51	29,84	24,8	30,36	25,21	30,11
	1996	32,14	23,12	30,63	25,71	29,62	21,55	28,59	23,18	30,41	24,56	31,16	26,40	29,73
	1997	31,07	24,81	29,71	24,28	28,96	21,13	29,51	23,54	31,12	26,82	30,17	26,33	29,47
Węglowodany	1995	9,41	7,21	10,16	7,36	10,42	6,28	8,75	6,20	9,63	6,42	9,39	7,18	10,41
rozpuszczalne	1996	9,72	8,23	9,10	7,51	9.02	7,40	9,45	8,02	8,83	7,29	9,64	6,45	9,22
w wodzie	1997	10,31	7,35	9,95	6,21	10,13	7,42	9,28	7,54	9,17	7,18	9,42	6,93	9,30
Stosunek	1995	0,71	0,38	0,83	0,40	0,71	0,29	0,64	0,33	0,73	0,33	0,73	0,35	0,78
	1996	0,78	0,44	0,70	0,40	0,68	0,37	0,67	0,41	0,65	0,39	0,75	0,34	0,65
węglowodanowo-białkowy	1997	0,75	0,39	0,75	0,35	0,75	0,34	0,66	0,39	0,69	0,37	0,70	0,34	0,71

Objaśnienia :

s.o. - stokłosa obiedkowata
k. ł. - koniczyna łąkowa
k. b-r.- koniczyna białoróżowa
k. b. - koniczyna biała
l. m. - lucerna mieszańcowa
l. n. - lucerna nerkowata
k. z. - komonica zwyczajna

Tabela 8

Zawartość makro składników pokarmowych w stokłosie obiedkowatej i roślinach motylkowatych (% s.m.)

Składniki	Lata	Mieszanki i ich komponenty												
		M 1		M 2		M 3		M 4		M 5		M 6		
		s.o.	k. ł.	s.o.	k.b-r.	s.o.	k. b.	s.o.	l. m	s.o.	l. n.	s.o.	k. z.	s.o.
P	1995	0,41	0,39	0,34	0,35	0,37	0,38	0,44	0,42	0,36	0,39	0,37	0,39	0,34
	1996	0,38	0,40	0,36	0,36	0,39	0,38	0,39	0,37	0,38	0,36	0,40	0,39	0,37
	1997	0,40	0,41	0,39	0,42	0,41	0,42	0,43	0,39	0,40	0,41	0,39	0,42	0,39
K	1995	2,01	2,00	1,96	1,99	1,84	2,36	2,03	2,21	1,80	2,23	1,85	1,93	1,70
	1996	2,14	2,07	2,02	1,93	1,98	2,10	1,96	2,07	1,96	2,14	2,03	1,95	1,89
	1997	1,96	1,98	2,06	1,99	2,07	2,28	2,11	2,04	2,12	1,98	2,00	1,96	1,93
Ca	1995	0,67	1,37	0,57	1,51	0,61	1,59	0,69	1,69	0,53	1,22	0,56	1,21	0,56
	1996	0,72	1,48	0,60	1,62	0,58	1,70	0,66	1,55	0,63	1,63	0,62	1,32	0,60
	1997	0,68	1,67	0,67	1,60	0,65	1,65	0,70	1,67	0,62	1,57	0,58	1,27	0,64
Mg	1995	0,11	0,38	0,09	0,32	0,10	0,30	0,11	0,27	0,09	0,27	0,10	0,23	0,08
	1996	0,17	0,27	0,14	0,30	0,12	0,28	0,15	0,32	0,15	0,31	0,14	0,29	0,12
	1997	0,13	0,30	0,12	0,27	0,10	0,26	0,11	0,28	0,11	0,29	0,12	0,27	0,13
Na	1995	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,05	0,01	0,04	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02
	1996	0,05	0,06	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,05	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
	1997	0,07	0,10	0,08	0,06	0,04	0,03	0,02	0,07	0,05	0,04	0,04	0,07	0,03
K/Ca+Mg	1995	1,10	0,50	1,28	0,44	1,10	0,51	1,08	0,46	1,24	0,62	1,20	0,55	1,10
	1996	1,02	0,47	1,17	0,41	1,21	0,42	1,03	0,45	1,08	0,44	1,14	0,49	1,12
	1997	1,03	0,40	1,11	0,42	1,18	0,48	1,55	0,43	1,24	0,43	1,22	0,52	1,08
Ca/P	1995	1,63	3,51	1,68	4,31	1,65	4,18	1,57	4,02	1,47	3,13	1,51	3,10	1,65
	1996	1,89	3,70	1,67	4,50	1,49	4,47	1,69	4,19	1,66	3,53	1,55	3,38	1,62
	1997	1,70	4,07	1,72	3,81	1,59	3,93	1,63	4,28	1,55	3,83	1,49	3,02	1,64

Objaśnienia :

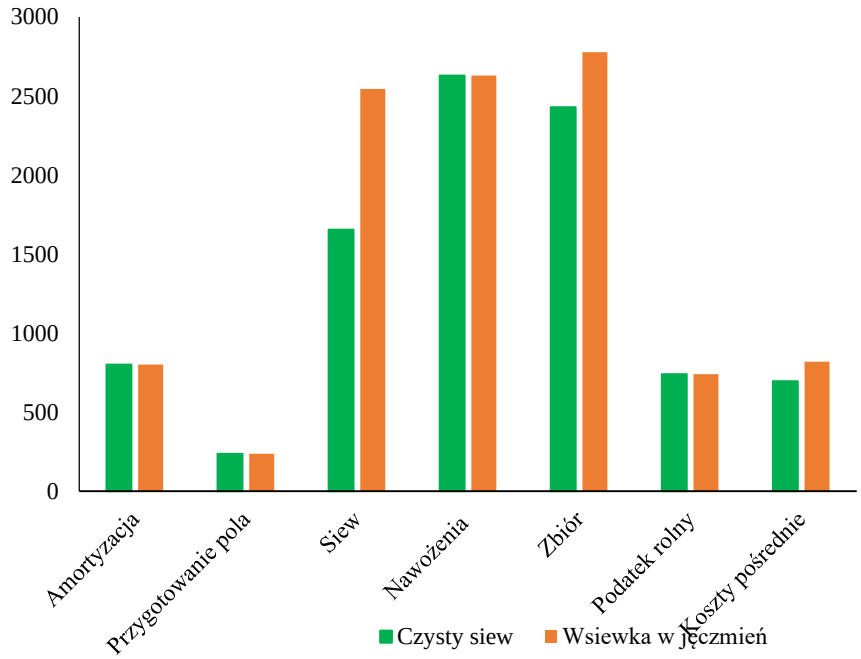
s.o . - stokłosa obiedkowata k. ł. - koniczyna łąkowa k. b-r. - koniczyna białoróżowa k. b. - koniczyna biała
l. m. - lucerna mieszańcowa l. n. - lucerna nerkowata k. z.b. - komonica zwyczajna

5.5. Analiza ekonomiczna

T a b e l a 9

Zestawienie kosztów produkcji siana i ziarna jęczmienia w poszczególnych wariantach

Koszty	Czysty siew ($zł \cdot ha^{-1}$)	Wsiewka w jęczmień ($zł \cdot ha^{-1}$)
Amortyzacja	800,00	800,00
Przygotowanie pola	236,00	236,00
Siew	1 654,00	2 544,00
Nawożenie 1 rok	784,00	784,00
Nawożenie 2-4 rok	1 845,00	1 845,00
Koszenie	528,13	487,63
Grabienie	406,80	373,95
Belowanie	862,69	826,88
Transport polowy bel	630,85	613,95
Zbiór jęczmienia		475,00
Podatek rolny	740,48	740,48
Koszty pośrednie	695,18	819,08
Suma	9 183,13	10 545,97



Rys. 3. Struktura kosztów produkcji siana i ziaren jęczmienia w poszczególnych wariantach

T a b e l a 10

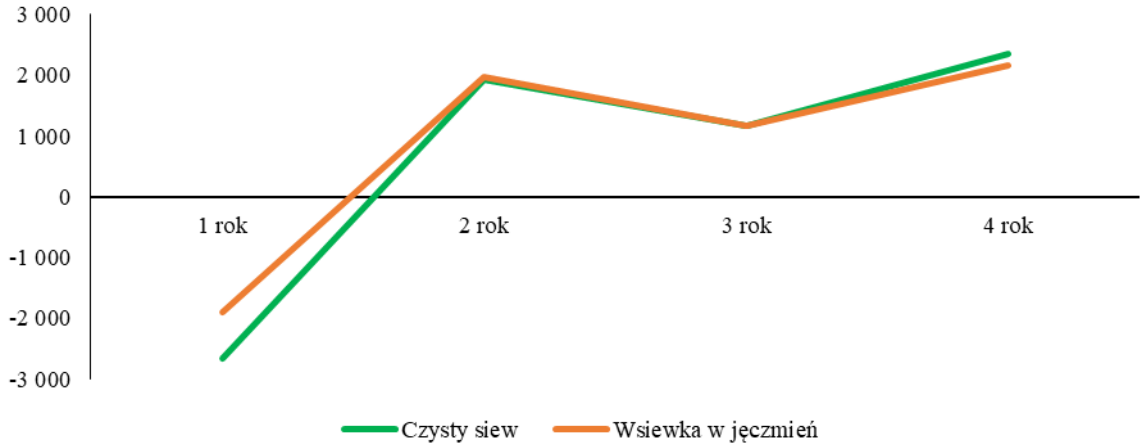
Zestawienie przychodów ze sprzedaży siana i ziaren jęczmienia w poszczególnych wariantach

Przychód	Czysty siew ($zł \cdot ha^{-1}$)	Wsiewka w jęczmień ($zł \cdot ha^{-1}$)
Siano	11 980,19	11 468,75
Jęczmień	-	2 487,60
Suma	11 980,19	13 956,35

T a b e l a 11

Wskaźniki opłacalności produkcji

Wskaźniki opłacalności	Czysty siew ($zł \cdot ha^{-1}$)	Wsiewka w jęczmień ($zł \cdot ha^{-1}$)
Dochód	2 797,06	3 410,38
Dochód średni na rok	699,27	852,60
NPV	2216,00	2854,00
PI	3,77	4,57



Rys 4. Przepływy pieniężne w poszczególnych wariantach

Przeprowadzona analiza ekonomiczna wykazała opłacalność stosowania wsiewki mieszanek motylkowo-trawiastych oraz stokłosy obiedkowatej w jęczmień jary. Należy zaznaczyć, iż powyższe obliczenia wykonano w okresie niezbyt korzystnym z punktu widzenia opłacalności rolniczej produkcji roślinnej (w oparciu o ceny rynkowe we wrześniu 2023 r.). Dotyczy to zarówno ponoszonych kosztów (zwłaszcza cen nawozów, paliwa itd.) a także rynkowych cen skupu zbóż. Pomimo tych niekorzystnych uwarunkowań wykazano ową niezbyt wysoką ale znaczącą opłacalność. Świadczą o tym uzyskane przychody (tab. 10) a także wskaźniki opłacalności produkcji (tab. 11).

7. Wnioski

1. Przeprowadzone badania wykazały wysoką przydatność lucerny mieszańcowej jako komponenta mieszanek ze stokosą obiedkowatą. Decydowały o tym dobre plonowanie w poszczególnych latach użytkowania a także utrzymywanie przez 4 lata w miarę stabilnej, zbliżonej do projektowanej, proporcji obu składników mieszanki.

2. Obok mieszanki z lucerną w miarę wyrównany skład procentowy utrzymały, w latach pełnego użytkowania, również mieszanki stokłosy z koniczyną łąkową a także z koniczyną białoróżową.

3. Mieszanki oraz monokultura stokłosy wysiane bez rośliny ochronnej lepiej zadarniały powierzchnię w pierwszym i drugim roku pełnego użytkowania.

4. Najwyższe średnie plony suchej masy zapewniła, w latach pełnego użytkowania, mieszanka stokłosy z lucerną mieszańcową w obu wersjach wysiewu. Najniższe średnie wartości zanotowano odnośnie mieszanki stokłosy z lucerną nerkowatą.

5. Korzystne, z punktu widzenia wartości pokarmowej, zawartości podstawowych składników pokarmowych w gatunkach roślin motylkowatych uzasadniają ich stosowanie jako komponentów mieszanek ze stokłosą obiedkowatą.

6. Stosowanie wsiewek mieszanek drobnonasiennych roślin motylkowatych i stokłosy obiedkowatej w jęczmień jary w warunkach klimatycznych Garbu Lubawskiego, Pojezierza Olsztyńskiego i sąsiednich mezoregionów jest uzasadnione. Umożliwia uzyskanie w roku siewu znaczących plonów ziarna a także tzw. „ściernianki” oraz nie wpływa wyraźnie na obniżenie plonowania w latach pełnego użytkowania.

7. Analiza ekonomiczna wykazała niezbyt wysoką ale jednak znaczącą opłacalność stosowania wsiewki w jęczmień jary. Świadczą o tym obliczenia obejmujące uzyskane przychody oraz wskaźniki opłacalności.

BIBLIOGRAFIA

APONTE A., SAMARAPPULI D, BERTI M.T. 2019. Alfalfa-Grass Mixtures in Comparison to Grass and Alfalfa Monocultures. Agronomy Journal, 111(2): 628-638.

ARTURI M.J., AULICINO M.B., ANSÍN1O., GALLINGER G., SIGNORIO R. 2012. Combining Ability in Mixtures of Prairie Grass and Clovers. American Journal of Plant Sciences, 3: 1355-1360.

BAŁUCH A., BENEDYCKI S. 2004. Wpływ mieszanek motylkowato-trawiastych i nawożenia mineralnego na żyzność gleby. Annales UMCS. Sec. E vol. 59: 441–448.

BAŁUCH A., BENEDYCKI S., BENEDYCKA Z. 2004. Wartość poplonowa mieszanek motylkowato-trawiastych. Annales UMCS. Sec. E, 59: 449-455.

BECK P.A., SIMS M.B., KEGLEY E.B., HUBBELL D., HESS III.T., GALYEN W., BUTLER T.J., ROGERS J.K., JENNINGS J. 2017. Grazing management of mixed alfalfa bermudagrass pastures. Journal of Animal Science, 95(10): 4421-4429.

BÉLANGER G., CASTONGUAY Y., LAJEUNESSE J. 2014. Benefits of mixing timothy with alfalfa for forage yield, nutritive value, and weed suppression in northern environments. Canadian Journal Plant Science, 94: 51-60

BÉLANGER G., TREMBLAY G.F., PAPADOPOULOS Y.A., DUYNISVELD J., LAJEUNESSE J., LAFRENIÈRE C., FILLMORE S.A.E. 2018. Yield and nutritive value of binary legume–grass mixtures under grazing or frequent cutting. Canadian Journal Plant Science, 98: 395-407.

BÉLANGER G., VIRKAJÄRVI P., DURU M., TREMBLAY G.F., SAARIJÄRV K. 2013. Herbage nutritive value in less-favoured areas of cool regions. Grassland Science in Europe, 18: 57-70.

BELESKY D. P., RUCKLE J. M. ABAYE A. O. 2007. Seasonal distribution of herbage mass and nutritive value of Prairiegrass (*Bromus catharticus* Vahl) Grass and Forage Science, 62: 301–311.

BENEDYCKI S.M. 1991. Optymalizacja nawożenia azotowego mieszanek motylkowo-trawiastych na użytkach przemiennych. Acta Academiae Agriculturae ac Technicae Olstenensis, Agricultura 52, Suppl. A: 3-58.

BERDAHL J.D., KARN J.F., HENDRICKSON J.R. 2001. Dry matter yields of cool-season grass monocultures and grass–alfalfa binary mixtures. Agronomy Journal, 93:463-467.

BIJELIĆ Z., TOMIĆ Z., RUŽIĆ-MUSLIĆ D., MANDI V., SIMIĆ A., VUČKOVIĆ S. 2013. Yield potential and quality of forage mixtures of alfalfa with cocksfoot adn tall fescue depending on the nitrogen fertilization. Biotechnology in Animal Husbandry, 29 (4): 695-704.

BLUMENTHAL M, MCGRAW R. 1999. Lotus adaptation, use and management. In: Trefoil: The science and technology of Lotus. Beuselinck P, (ed.) American Society of Agronomy, 97-120.

BRUINENBERG M.H., STRUIK P.C., VALK H. 2001. Digestibility and plant characteristic of forages in seminatural grasslands. Grassland Science in Europe, 6: 154-157.

BRZÓSKA F., ŚLIWIŃSKI B. 2011. Jakość pasz objętościowych w żywieniu przeżuwaczy i metody jej oceny. Cz. I. Charakterystyka pasz objętościowych i mierniki jej jakości. Wiadomości Zootechniczne, 49(2): 11-23.

CAO ZH.ZH., FENG Y.Q., MA H.L., LIU X.N., ZHOU Y.L., XU Z.M. 2003. *Medicago lupulina* - beautiful water-saving and easily-maintained turf legume. Pratacultural Science, 4: 58-60.

CARLSSON G., HUSS-DANELL K. 2003. Nitrogen fixation in perennial forage legumes in the field. Plant and Soil, 253: 353–372.

CASLER M. D., WALGENBACH R.P. 1990. Ground cover potential of forage grass cultivars mixed with alfalfa at divergent locations. Crop Sciences, 30: 825-831.

CIEPIELA G., JANKOWSKI K., JODEŁKA J. 1998. Ocena plonowania i wartości paszowej mieszanek koniczyny łąkowej ze stokłosą obiedkowatą. Biuletyn Naukowy, 1: 31-38.

CONNOLLY C., SEBASTIÀ M.T., KIRWAN L., FINN J.A., LLURBA R., SUTER M., COLLINS R.P., PORQUEDDU C., HELGADÓTTIR A., BAADSHAUG O.H., BÉLANGER G., BLACK A., BROPHY C., COP J., DALMANNSDÓTTIR S., DELGADO I., ELGERSMA A., FOTHERGILL M., FRANKOW-LINDBERG B., GHESQUIERE A., GOLINSKI P., GRIEU P., GUSTAVSSON A.M., HÖGLIND M., HUGUENIN-ELIE O., JØRGENSEN M., KADZIULIENE Z., LUNNAN T., NYKANEN-KURKI P., RIBAS A.,TAUBE F.,THUMM U., DEVLIEGHER A., LÜSCHER A. 2018.Weed suppression greatly increased by plant diversity in intensively managed grasslands: a continentalscale experiment. Journal Ecology, 55 (2): 852–862.

ĆWINTAL H., WARDA M. 2001. Przydatność lucerny siewnej (Medicago sativa L.) do mieszanek na pastwiska dla bydła. Pamiętnik Puławski, 125: 225-232.

ĆWINTAL M. 2000. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na samoregulację zagęszczenia, strukturę oraz jakość plonu lucerny mieszańcowej użytkowanej 3 i 4-kośnie. Wyd. AR w Lublinie. Rozprawy Naukowe nr 233.

ĆWINTAL M., SOWA P. 2006. Efekty przedsiewnej stymulacji nasion lucerny światłem lasera w roku siewu i w latach pełnego użytkowania. Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura, 5(1):11-23.

ĆWINTAL M., WILCZEK M. 2002. Wpływ liczby pokosów i odmian różnego pochodzenia na plonowanie oraz jakość lucerny. Część I. Plon, jego struktura i wydajność białka. Acta Scientiarum Polonorum, 1(2): 131-140.

ĆWINTAL M., WILCZEK M. 2012. Wpływ czynników agrotechnicznych na cechy plonotwórcze i jakość lucerny. Studia Regionalne i Lokalne Polski Południowo-Wschodniej.. Lucerna w żywieniu ludzi i zwierząt. Stowarzyszenie Rozwoju Regionalnego i Lokalnego „PROGRESS", t. VIII: 10-27.

DEMBEK R. 2001. Wpływ koniczyny białej i nawożenia azotem na plonowanie jej mieszanek z życica trwałą i zawartość azotu w runi. Pam. Puławski, 125: 57-63.

DEMBEK R., ŁYSZCZARZ R. 2008. Potencjał produkcyjny i walory żywieniowe pasz z użytków zielonych w dolinie Kanału Noteckiego. Pamiętnik Puławski, 147: 31-43.

DHAKAL D., ISLAM M.A. 2018. Grass-Legume mixtures for improved soil health in cultivated agroecosystem. Sustainability, 10: 1-14.

DIAZ P., BORSANI O., MONZA J. 2005. Lotus-Related Species and their Agronomic Importance. Lotus japonicus Handbook; ed.: Márquez A.J., Springer, Netherlands, 25-37.

DOMAŃSKI P.J. 2009. Postęp w hodowli traw pastewnych. Zeszyty Naukowe WSA, 39: 7-32.

DOMAŃSKI P.J. 2017. Bobowate drobnonasienne. Wstęp. Lista Opisowa Odmian Roślin Rolniczych. COBORU, 164-169.

ELKHATIB A.O., MŁYNARCZYK K. 1998. Ocena przydatności niektórych roślin motylkowatych jako komponentów mieszanek ze stokłosą obiedkowatą. Biuletyn Naukowy, 1: 39-45.

ELLISON N.W., LISTON A., STEINER J.J., WILLIAMS W.M., TAYLOR N.L. 2006. Molecular phylogenetics of the clover genus (*Trifolium-Leguminosae*). Molecular Phylogenetics and Evolution, 39: 688-705.

ESCARAY F.J., MENENDEZ A.B., GARRIZ A., PIECKENSTAIN F.L., ESTRELLA M.J., CASTAGNO L.N., CARRASCO P., SANJUAN J., RUIZ O. A. 2012. Ecological and agronomic importance of the plant genus Lotus. Its application in grassland sustainability and the amelioration of constrained and contaminated soils. Plant Science, 182: 121-133.

ETEVE A. 1982. The main characteristic of *Bromus catharticus*. In: Latest technical information on *Bromus catharticus*. Bureau de Promotion de Varietes Fourrageres, Paris: 1AE-8AE.

EVANS J.G., FRASER M.D., OWEN I., DAVIES D.A. 2011. An evaluation of two perennial ryegrass cultivars (AberDart and Fennema) for sheep production in the uplands. Journal of Agricultural Science, 149: 235-248.

FALKOWSKI M., KUKUŁKA I., KOZŁOWSKI S. 1990. Właściwości chemiczne roślin łąkowych. Wyd. AR Poznań: 1-111.

FALKOWSKI M., KUKUŁKA I., KOZŁOWSKI S., DOMAŃSKI P. 1985. Potencjał produkcyjny *Bromus unioloides*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 293: 89-98.

FICK G.W., LUCKOW M.A. 1991. What we need to know about scientific names: An example with white clover. Journal of Agronomy Education, 20:141-147.

FILIPEK J., KASPERCZYK M. 1978. Zawartość azotu i rozpuszczalnych węglowodanów w runi łąki górskiej w zależności od nawożenia i fazy wegetacji. Zesz. Prob.. Post. Nauk Rol., 210: 263-274.

FINN J.A., KIRWAN L., CONNOLLY J., SEBASTIA` M.T., HELGADOTTIR A., BAADSHAUG O.H., BE´LANGER G., BLACKA., BROPHY C., COLLINS R.P., C˘OP J., DALMANNSDO´TTIR S., DELGADO I., ELGERSMA A., FOTHERGILL M., FRANKOW-LINDBERG B.E, GHESQUIERE A., GOLIŃSKA B., GOLIŃSKI P., GRIEU P., GUSTAVSSON A-M., HO˙GLIND M., HUGUENIN-ELIE O., JØRGENSEN M., KADZIULIENE Z., KURKI P., LLURBA R., LUNNAN T., PORQUEDDU C., SUTER M., THUMM U. LUSCHER A. 2013. Ecosystem function enhanced by combining four functional types of plant species in intensively managed grassland mixtures: a 3-year continental-scale field experiment. Journal of Applied Ecology, 50: 365-375.

FRANKOW-LINDBERG B. E. 2012. Grassland plant species diversity decreases invasion by increasing resource use. Oecologia, 169: 793-802.

GAWEŁ E. 2011. Rola roślin motylkowatych drobnonasiennych w gospodarstwie rolnym. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 3 (35): 73-91.

GAWEŁ E. 2011a. Skład gatunkowy i mineralny mieszanek motylkowato-trawiastych w ekologicznej uprawie i kośno-pastwiskowym użytkowaniu. Polish Journal of Agronomy, 6: 17-26.

GAWEŁ E. 2014. Wybrane zagadnienia technologii uprawy roślin bobowatych drobnonasiennych. Studia i raporty IUNG-PIB, 45(15): 39-56.

GAWEŁ E., BRZÓSKA F. 2008. Uprawa mieszanek koniczyny czerwonej z trawami. Instrukacja upowszechnieniowa, 148.

GAWEŁ E., BRZÓSKA F. 2009. Uprawa mieszanek lucerny z trawami. Instrukacja upowszechnieniowa, 154.

GAWEŁ E., GRZELAK M. 2016. The impact of the selection of components and different ways of using legume-grass sward on the chemical composition of postharvest residues. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 61(3): 105-112.

GAWEŁ E., NĘDZI M. 2014. Zawartość składników mineralnych w runi motylkowato-trawiastej uprawianej ekologicznie w zależności od składu gatunkowego i sposobu użytkowania. Fragmenta Agronomica, 31(4): 15-27.

GIERUS M., KLEEN J., LOGES R., TAUBE F. 2012. Forage legume species determine the nutritional quality of binary mixtures with perennial ryegrass in the first production year. Animal Feed Science and Technology, 172: 150-161.

GOLIŃSKI P. 2008. Aktualne trendy w technologiach produkcji roślinnych surowców paszowych. Pamiętnik Puławski, 147: 67-82.

GOLIŃSKI P., GOLIŃSKA B. 2019. Characteristics of individual countries. Poland. W: Grassland use in Europe. Red. Van den Pol-van Dasselaar A., Aantjes L.M., Bogue F., O'Donovan M. Inno4Grass, 236 pp.

GOLIŃSKI P., KOZŁOWSKI S. 2003. Rola mieszanek odmianowych *Lolium perenne* i *Trifolium repens* w podsiewie pastwiska. Biuletyn IHAR, 225:151-158.

GORLACH E., CURYŁO T., GRZYWNOWICZ J. 1985. Zmiany składu mineralnego runi łąkowej w warunkach wieloletniego zróżnicowanego nawożenia mineralnego. Rocz. Gleboznawcze, 36 (2): 85-97.

GRYGIERZEC B. 2012. Productivity of selected grasses in mixtures with *Trifolium repens* L. at two levels of nitrogen fertilization. Fragmenta Agronomica, 29(3): 31-36.

GRZEGORCZYK S., GRABOWSKI K. 2005. Kumulacja materii organicznej w glebie przez mieszanki motylkowato-trawiaste. Accumulation of organic matter in soil under clover-grass mixtures. Inżynieria Ekologiczna, 12: 272-273.

HAAS B.R., HOEKSTRA1 N.J., SCHOOT J.R., VISSE E.J.W., KROON H., EEKEREN N. 2019. Combining agro-ecological functions in grass-clover mixtures. AIMS Agriculture and Food, 4(3): 547–567.

HARASIM J. 2008. Wpływ typu gleby na plony mieszanek koniczynowo-trawiastych. Pamiętnik Puławski, 147: 111-124.

HARASIMOWICZ-HERMANN G., ANDRZEJEWSKA J. 1997. Przewodnik do uprawy traw i mieszanek motylkowych z trawami. Instytut Wydawniczy Bydgoszcz, ss. 91.

HARKOT W., TRĄBA CZ. 1998. Wpływ udziału koniczyny łąkowej w runi dwugatunkowych mieszanek z kupkówką pospolitą, tymotką łąkową i życicą trwałą na zasobność paszy w makroskładniki. Biuletyn Naukowy, 1: 132-139.

HARTWIG U.A. 1998. The regulation of symbiotic N2 fixation: A conceptual model of N feedback from the ecosystem to the gene expression level. Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics, 1: 92-120.

HERRMANN D., BOLLER B., STUDER B., WIDMER F., KÖLLIKER R. 2008. Improving Persistence in Red Clover: Insights from QTL Analysis and Comparative Phenotypic Evaluation. Crop Science, 48: 269-277.

HOEKSTRA N. J., SUTER M., FINN J. A., HUSSE S., LÜSCHER A. 2015. Do belowground vertical niche differences between deep - and shallow - rooted species enhance resource uptake and drought resistance in grassland mixtures? Plant and Soil, 394: 21–34.

HOEKSTRA N.J., DE DEYN G.B., XU Y., PRINSEN R., VAN EEKEREN N. 2018. Red clover varieties of Mattenklee type have higher production and persistence than Ackerklee types in grass-clover mixtures. Grass and Forage Science, 73: 297-308.

HUHTANEN P., BRODERICK G. 2016. Improving utilisation of forage protein in ruminant production by crop and feed management. Grass Forage Science, 61: 340-349.

HUSSE S., HUGUENIN-ELIE O., BUCHMANN N., LÜSCHER A. 2016. Larger yields of mixtures than monocultures of cultivated grassland species match with asynchrony in shoot growth among species but not with increased light interception. Field Crops Research, 194: 1-11.

IEPEMA G., VAN EEKEREN N., VAN DONGEN M. 2006. Production and persistency of red clover (*Trifolium pratense*) varieties when grown in mixtures. Grassland Science Europe, 11: 388-390.

JACKSON R.B., FIERER N., SCHIMEL J.P. 2007. New directions in microbial ecology. Ecology, 88: 1343-1344.

JANKOWSKI K., TRUBA M., WIŚNIEWSKA-KADŻAJAN B., SOSNOWSKI J., MALINOWSKA E. 2018. The effect of soil conditioners on yield of dry matter, protein and sugar in grass. Acta Agrophysica, 25: 45-58.

JELINOWAKA A., MAGNUSZEWSKA K. 1994. Porównanie sposobu siewu mieszanek lucerny z niektórymi gatunkami traw. I. Plonowanie i skład chemiczny. Pamiętnik Puławski, 104: 61-73.

JODEŁKA J., JANKOWSKI K., MATEŃKO M., CIEPIELA G.A. 2006. Przydatność koniczyny łąkowej i lucerny mieszańcowej do uprawy z kupkówką pospolitą na glebach typu arenosole. Łąkarstwo w Polsce, 9: 79-86.

JOHANSEN M., SOEGAARD K., WEISBJERG M.R. 2016. Leaf/tem ratio as a tool to estimate field losses. Evaluation in dairy cows in early lactation. Grass and Forage Science, 61: 232-234.

JUNG G. A., SHAFFER J. A., EVERHART J. R. 1994. Fall management effect on Grasslands Matua prairie grass production and sward characteristics. Agronomy Journal, 86: 1032-1039.

KASPERCZYK M., FILIPEK J. 1983. Wpływ dawek NPK a zawartość ważniejszych makroelementów w kupkówce pospolitej i kostrzewie łąkowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 276: 133-141.

KESSLER W., LEHMANN J. 1998. Swiss grass-clover mixtures for leys. Grassland Science in Europe, 3: 231-234.

KITCZAK T., GOS A., GÓRKA W. 1998. Wpływ warunków hydrotermicznych na plonowanie rośliny ochronnej i ściernianki – Lucerna (*Medicago media* L.). Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 462: 149-155.

KLĘCZEK CZ., POLOCZEK A., HADULA E. 1992. Zawartość składników mineralnych w dwugatunkowych mieszankach traw z koniczyną białą w użytkowaniu pastwiskowym. Rocz. Nauk Zoot., Tom 19, Z.2: 211-218.

KONDRACKI J. 1998. Geografia regionalna Polski. PWN Warszawa,: 1-414.

KOZŁOWSKI S. 1981. Węglowodany strukturalne w trawach. Zesz. Prob.. Post. Nauk Rol., 241: 189-198.

KOZŁOWSKI S., KUKUŁKA I., 1992. Charakterystyka jakości odmian traw na podstawie niektórych cech fotochemicznych. Rocz. AR w Poznaniu, 135: 19-30

KRYSZAK J. 2003. Wartość gospodarcza mieszanek motylkowato-trawiastych w uprawie polowej. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. Rozprawy Naukowe, 338, ss. 109.

KRZYWIECKI S. 1987. Badania nad wartością pokarmową traw z uprawy polowej. Biul. IHAR, 162: 65-71.

LACASHA P. A., BRADY H. A., ALLEN V. G., RICHARDSON C. R., POND K. R. 1999. Voluntary intake, digestibility, and subsequent selection of Matua bromegrass, coastal bermudagrass, and alfalfa hays by yearling horses. Joyrnal Animals Sciences, 77: 2766-2773.

LANINI W.T., ORLOFF S.B., VARGAS R.N., ORR J.P., MARBLE V.L., GRATTAN S.R. 1991. Oat companion crop seeding rate effect on alfalfa establishment, yield, and weed control. Agronomy Journal, 83: 330-333.

LEEP R., JERANYAMA P., MIN D H., DIETZ T., BUGHRARA S., ISLEIB J. 2002. Grazing Effects on Herbage Mass and Composition in Grass–Birdsfoot Trefoil Mixtures. Agronomy Journal, 94(6): 1257-1262.

LEGERE A., STEVENSON F. C., SAMSON N. 2001.Tillage and weed management effects on forage production in a barley-red clover rotation. Canadian Journal of Plant Science, 81: 405-412.

LIEBIG M., CARPENTER-BOGGS L., JOHNSON J.M.F., WRIGHT S., BARBOUR N. 2006. Cropping system effects on soil biological characteristics in the Great Plains. Renewable Agriculture and Food Systems, 2: 36-48.

LIPIŃSKA H., LIPIŃSKI W. 2009. Wpływ współkomponentu w mieszance na niektóre elementy składu chemicznego P. pratensis, Phleum pratense i L. perenne. Zeszyty Naukowe WSA, 39: 148-154.

LÜSCHER A., MUELLER-HARVE I., SOUSSANA I. F,. REES R.M., PEYRAUD J.L. 2014. Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review. Grass and Forage Science, 69:206-228.

MAKOWSKI J., BENEDYCKI S., BENEDYCKA Z., BRZEZIŃSKI M. 2009. Wpływ zróżnicowanych dawek osadów ściekowych, stosowanych na użytkach przemiennych, na plon zielonki i jej skład botaniczny Zeszyty Naukowe WSA, 39: 163-172.

MALDONADO PERALTA M. A., ROJAS GARCÍA A. R., TORRES SALADO N., HERRERA PÉREZ J., JOAQUÍN CANCINO S., VENTURA RÍOS J., HERNÁNDEZ GARAY A., HERNÁNDEZ GUZMÁN F. J. 2017. Productivity of orchard grass (*Dactylis glomerata* L.) alone and

associated with perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.). Revista Brasileira de Zootecnia, 46(12): 890-895.

MARRIOTT C.A., BOLTON G.R., DUFF E.I. 1997. Factors affecting the stolon growth of white clover in ryegrass/clover patches Grass and Forage Science, 52: 147-155.

MCDONAGH J., GILLILAND T.J., MCENVOY M., DELABY L., ÓDONOVAN M. 2017. Nitrogen and white clover impacts on the management of perennial ryegrass–clover swards for grazing cattle. Journal of Agricultural Science, 155: 1381-1393.

MENNEER J.C., LEDGARD S.F., MCLAY C.D.A., SILVESTER W.B. 2005. The effects of treading by dairy cows during wet soil conditions on white clover productivity, growth and morphology in a white clover-perennial ryegeass pasture. Grass and Forage Science, 60: 46-58.

MICEK P., ZAJĄC T., BOROWIEC F. 2003. Skład chemiczny i wartość pokarmowa zielonki z owsa uprawianego jako roślina ochronna. Biuletyn IHAR, 229: 349-357.

MILLER L.A., MOORBY J.M., DAVIES D.R., HUMPHREYS M.O., SCOLLAN,N.D., MACRAE J.C., THEODOROU M.K. 2001. Increased concentration of water-soluble carbohydrate in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). Milk production from late–lactation dairy cows. Grass and Forage Science, 56: 383-394.

MIREK Z. i in., 2002. Krytyczna lista roślin naczyniowych Polski. Flowering plants and pteridophytes of Poland. A checklist. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków,: 1-442.

MIREK Z., 1982 (1984). *Bromus carinatus* Hook. Et Arn. – nowy gatunek synantropijny we florze Polski. Fragm Florist. Et Gebot., 28(2): 97-105.

MŁYNARCZYK K. 1992. Productivity of Bromus catharticus, Festuca pratensis and *Arrhenatherum elatius* in mixtures on temporary grassland. Proc. Of the 14th General Meeting of the European Grassland Federation, Lahti,:507-508.

MŁYNARCZYK K. 1994. Przydatność niektórych gatunków traw pastewnych jako komponentów mieszanek na przemienne użytki zielone. Acta Academiae Agriculturae Ac Technicae Olstenensis, Agricultura, 57, Supl. A: 1-37.

MOCANU V., ENE T.A., MARUSCA T., BLAJ A.V., ANDR PRODUCTIVITY EOIU A. AND MOCANU V. 2018. Temporary grassland - an optimal alternative in crop rotation systems. Grassland Science in Europe, 23: 996-998.

MULDER C.P.H., JUMPPONEN A., HO ¨GBERG P., HUSS-DANELL K. 2002. How plant diversity and legumes affect nitrogen dynamics in experimental grassland communities. Oecologia, 133:412-421.

MWANGI P. N., SCHMITZ M., SCHERBER C., ROSCHER C., SCHUMACHER J., SCHERER-LORENZEN M., SCHMID B. 2007. Niche pre- emption increases with species richness in experimental plant communities. Journal of Ecology, 95: 65-78.

NAYDENOVA Y., VASILEVA V. 2016. Analysis of forage quality of grass mixtures – perennial grasses with subterranean clover. Journal of Basic Sciences and Applied Research, 2: 534-540.

NOWAK W., SOWIŃSKI J., GOSPODARCZYK F., SZYSZKOWSKA A., KRZYWIECKI S. 1999. Zróżnicowanie zawartości składników organicznych mieszanek koniczyny czerwonej z trawami odmian tetraploidalnych w roku pełnego użytkowania. Zesz. Nauk. AR Wrocław, 367: 295-302.

NYFELER D., HUGUENIN-ELIE O., SUTER M., FROSSARD E., LÜSCHER A. 2011. Grass-legume mixtures can yield more nitrogen than legume pure stands due to mutual stimulation of nitrogen uptake from symbiotic and non-symbiotic sources. Agriculture, Ecosystems and Environment, 140: 155-163.

OLSZEWSKA M. 1999. Przydatność *Trifolium repens* L. i *Lotus corniculatus* L. do mieszanek na użytki przemienne. Łąkarstwo w Polsce, 2: 91-100.

OLSZEWSKA M. 2004. Reakcja komonicy zwyczajnej (*Lotus corniculatus* L.) uprawianej na glebie mineralnej i organicznej na stres wodny. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 4(2b): 185-193.

OLSZEWSKA M. 2007. Produkcyjność *Festulolium braunii* (K. Richt) A. Camus i *Lolium perenne* L. w mieszankach z *Trifolium repens* L. na tle zróżnicowanego nawożenia azotem. Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura, 6(3): 35-48.

OLSZEWSKA M. KOBYLIŃSKI A., KURZEJA M. 2016. Wpływu zróżnicowanego udziału *Medicago media* Pers. w mieszance z *Festulolium braunii* (K. Richt.) A. Camus na

plon biomasy nadziemnej, plon białka oraz względną zawartość chlorofilu w liściach festulolium. Acta Agrophysica, 23(1): 87-96.

OLSZEWSKA M., GRZEGORCZYK S., BAŁUCH-MAŁECKA A. 2019. The effect of different proportions of *Medicago media* Pers. in mixtures with *Festulolium braunii* (K. Richt.) A. Camus on the yield and feed value of green fodder. Agricultural and Food Science, 28: 18-26.

OLSZEWSKA M., GRZEGORCZYK S., KOBYLIŃSKI A. 2017. Plonowanie oraz względna wartość pokarmowa mieszanek *Dactylis glomerata* L. z *Medicago media* Pers. w zależności od zróżnicowanego udziału lucerny w zasiewie. Acta Agrophysica, 24(3): 485-496.

OLSZEWSKA M., KOBYLIŃSKI A. 2016. Względna wartość pokarmowa mieszanek *Festulolium braunii* (K. Richt.) A. Camus z *Medicago media* Pers. w zależności od zróżnicowanego udziału lucerny w zasiewie. Acta Agrophysica, 23(3): 481-490.

ORZECH K., WANIC M., NOWICKI J. 2002. Masa resztek pozbiorowych i zawartość próchnicy w glebie, w zależności od zróżnicowanej uprawy gleby średniej. Fragmenta Agronomica, 2(74): 191-197.

OTERO M.J., HIDALGO L.G. 2004. Condensed tannins in temperate forage species: effects on the productivity of ruminants infected with internal parasites (a review). LRRD News, 16: 1-17.

PEETERS A., NILSDOTTER-LINDE N. 2019. Use of grass. W: Grassland use in Europe. Red. Van den Pol-van Dasselaar A., Aantjes L.M., Bogue F., O'Donovan M. Inno4Grass, 236 pp.

PEYRAUD J.L., VAN DEN POL-VAN DASSELAAR A., COLLINS R., HUGUENIN-ELIE O., DILLON P., PEETERS A. 2014. Multispecies swards and multi scale strategies for multifunctional grassland-base ruminant productionsystem: an overview of the FP7–MultiSward Project. The Future of European Grasslands. Grassland Science in Europe, 19: 695-715.

PIRHOFER-WALZL K., RASMUSSEN J., HOGH-JENSEN H., ERIKSEN J., SOEGAARD K., RASMUSSEN J. 2012. Nitrogen transfer from forage legumes to nine neighbouring plants in a multi-species grassland. Plant and Soil, 350: 71-84.

PŁAZA A., CEGLAREK F., GĄSIOROWSKA B., KRÓLIKOWSKA M.A. 2009. Plonowanie i skład chemiczny wsiewek międzyplonowych. Fragmenta Agronomica, 26(1): 93-99.

PŁAZA A., SOSZYŃSKI J. 2010. Wpływ następczy międzyplonów na plonowanie pszenżyta ozimego. Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis. Agricultura, Alimentaria, Piscaria et Zootechnica, 276 (13): 39-46.

POWER J. F., KOERNER P. T. 1994. Cover crop production for several planting and harvest dates in Eastern Nebraska. Agronomy Journal, 86: 1092-1097.

PRUSIŃSKI J., KOTECKI A. 2006. Współczesne problemy produkcji roślin motylkowatych. Fragmenta Agronomica, 23(3): 94-126.

RADOVIĆ J., SOKOLOVIĆ D., MARKOVIĆ J. 2009. Alfalfa-most important perennial forage legume in animal husbandry. Biotechnology in Animal Husbandry, 25 (5-6): 465-475.

RENNE I. J., TRACY B. F., COLONNA I. A. 2006. Shifts in grassland invasibility: Effects of soil resources, disturbance, composition, and invader size. Ecology, 87: 2264-2277.

ROSCHER C., BESSLER H., OELMANN Y., ENGELS C., WILCKE W., SCHULZE E.D. 2009. Resources, recruitment limitation, and invader species identity determine pattern of spontaneous invasion in experimental grasslands. Journal of Ecology, 97: 32-47.

SANDERSON M. A., BRINK G., RUTH L., STOUT R. 2012. Grass-legume mixtures suppress weeds during establishment better than monocultures. Agronomy Journal, 104: 36-42.

SCHMIDT J. 2013. Waloryzacja polskich zasobów genowych komonicy zwyczajnej (*Lotus corniculatus* L.). Polish Journal of Agronomy, 14: 59-68.

SEPPÄNEN M.M., ALITALO V., BÄCKSTRÖM H.K, MÄKINIEMI K., JOKELA V., FALGHERA-WINSEMAN L., KHAZAEI H. 2018. Growth, freezing tolerance, and yield performance of alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars grown under controlled and field conditions in northern latitudes. Canadian Journal of Plant Science, 98: 1109-1118.

SIMILI DA SILVA M., TREMBLAY G.F., BÉLANGE, G., LAJEUNESSE J., PAPADOPOULOS Y.A., FILLMORE S.A.E., JOBIM, C.C. 2013. Energy to protein ratio of grass-legume binary mixtures under frequent clipping. Agronomy Journal, 105: 482–492.

SLEUGH B., MOORE K.J., GEORGE J.R., BRUMMER E.C. 2000. Binary legume–grass mixtures improve forageyield, quality, and seasonal distribution. Agronomy Journal, 92: 24-29.

SØEGAARD K., GIERUS M., HOPKINS A., HALLING M. 2007. Temporary grassland – challenges in the future. Grassland Science in Europe, 12: 27-38.

SOSNOWSKI J. 2011. Wartość paszowa mieszanek *Festulolium braunii* z koniczyną łąkową i lucerną mieszańcową zasilanych użyźniaczem glebowym. Łąkarstwo w Polsce, 14: 127-135.

SOSNOWSKI J. JANKOWSKI K. 2010. Wpływ użyźniacza glebowego na skład florystyczny i plonowanie mieszanek kostrzycy Brauna z koniczyną łąkowa i lucerną mieszańcową. Łąkarstwo w Polsce, 13: 157-166.

SOSNOWSKI J., JANKOWSKI. 2013. Względna wartość pokarmowa mieszanek *Festulolium braunii* z lucerną mieszańcową uprawianych w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem. Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis. Agricultura, Alimentaria, Piscaria et Zootechnica, 307(28): 99-106.

SOWIŃSKI J., NOWAK W., GOSPODARCZYK F., SZYSZKOWSKA A., KRZYWIECKI S. 1998. Zależność składu chemicznego zielonek od udziału koniczyny czerwonej i traw. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 462: 191-198.

STANIAK M. 2008. Plonowanie mieszanek Festulolium braunii z Trifolium pratense w zależności od udziału komponentów i nawożenia azotem. Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura, 7(1): 83-92.

STANIAK M. 2009. Plonowanie i wartość paszowa mieszanek *Festulolium braunii* (Richt.) A. Camus z di- i tetraploidalnymi odmianami koniczyny łąkowej. Fragmenta Agronomica, 26(2): 105-115.

STANIAK M. 2011. Feed value of mixtures of Festulolium braunii (K. Richt.) A. Camus with Trifolium pretense L. depending on nitrogen fertilization. Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura, 10(1): 65-77.

STANIAK M. 2011. Produkcyjność mieszanek festulolium z koniczyną czerwoną w różnych warunkach nawożenia azotem. Fragmenta Agronomica, 27(1): 151-159.

STANIAK M., HARASIM E. 2018. Changes in nutritive value of alfalfa (*Medicago* × *varia* T. Martyn) and *Festulolium* (*Festulolium braunii* (K. Richt.) A. Camus) under drought stress. Journal of Agronomy and Crop Science, 204: 456-466.

STANIAK M., KSIĘŻAK J. 2008. Skład chemiczny mieszanek Festulolium braunii z Trifolium pratense wzależności od nawożenia azotem i udziału komponentów. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, t. 8 z. 2b(24): 163-173.

STEWARD A.V., SUTHERLAND G. 1996. Potential value of some Bromus species of the section Ceratochloa. New Zeland Journal of Agricultural Research, 39(4): 611-618.

SULEWSKA H., MICHALSKI T., SZULC P. 2007. Badania nad przydatnością kukurydzy jako rośliny ochronnej dla lucerny. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 516: 229-235.

SUTER M., CONNOLLY J., FINN J.A., HELGADÓTTIR Á., GOLIŃSKI P., KIRWAN L., LOGES R., KADŽIULIEN– Ž., SEBASTIÀ M.T.9 TAUBE F. AND LÜSCHER A. 2013. Grass-legume mixtures enhance yield of total nitrogen and uptake from symbiotic N2 fixation: Evidence from a three-year multisite experiment. Grassland Science in Europe,18: 76-78.

SZAFER W., ZARZYCKI K. (red.) 1977. Szata roślinna Polski. PWN Warszawa, T.I:1-614.

SZCZEPANIAK W., GRZEBISZ W., KRYSZAK J. 2000. Ocena wartości nawozowej resztek roślinnych pozostawionych przez krótkotrwałe użytki zielone. Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis. Agricultura, 84: 481-484.

TEIXEIRA E.I., BROWN H.E., MEENKEN E.D., MOOT D.J. 2011. Growth and phenological development patterns differ between seedlings and regrowth lucerne crops (Medicago sativa L.). European Journal of Agronomy, 35:47-55.

TEMPERTON V.M., MWANGI P.N., SCHERER-LORENZEN M., SCHMID B., BUCHMANN N. 2007. Positive interactions between nitrogen-fixing legumes and four different neighbouring species in a biodiversity experiment. Oecologia, 151:190-205.

TIMO M. 2003. Red clover grown in a mixture with grasses. Agricultural and Food Science in Finland, 12: 195-212.

TOMIĆ Z., BIJELIĆ Z., ŽUJOVIĆ M., SIMIĆ A., KRESOVIĆ M., MANDIĆ V., MARINKOV G. 2011. Dry matter and protein yield of alfalfa, cocksfoot, meadow fescue, perennial ryegrass and their mixtures under the influence of various doses of nitrogen fertilizer. Biotechnology in Animal Husbandry, 27 (3): 1219-1226.

TRACY B.F., ALBRECHT K., FLORES J., HALL M., ISLAM A., JONES G., LAMP W., MACADAM J.W., SKINNER H., TEUTSCH C. 2016. Evaluation of alfalfa–tall fescue mixtures across multiple environments. Crop Science, 56: 2026-2034.

TURKINGTON R., FRANKO G.D. 1980. The Biology of Canadian Weeds. 41. *Lotus corniculatus* L. Canadian Journal of Plant Science, 60: 965-979.

VASILEVA V. NAYDENOVA Y. 2017. Nutritive value of forage biomass from mixtures of alfalfa with cocksfoot and tall fescue. Journal of Global Innovations in Agricultural and Social Sciences, 5: 121-129.

WILCZEK M. 2003. Lucerna mieszańcowa i siewna. Szczegółowa uprawa roślin. Jasińska Z. Kotecki A. (red.). t. II. Wyd. AR Wrocław, 197-214.

WILLIAMS W.M. 1987. White clover taxonomy and biosystematics. In: MJ Baker, WM Williams, eds. White Clover. CAB International Wallingford, 323-342.

ZANETTI S., HARTWIG U.A., VAN KESSEL C., LÜSCHER A., HEBEISEN T., FREHNER M., FISCHER B.U., HENDREY G.R., BLUM H., NÖSBERGER J. 1997. Does nitrogen nutrition restrict the CO2 response of fertile grassland lacking legumes? Oecologia, 112: 17-25.

ZARZYCKI K., TRZCIŃSKA-TACIK H., RÓŻAŃSKI W., SZELĄG Z., WOŁEK J., KORZENIAK U. 2002. Ecological indicator values of vascular plants of Poland. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków, 183.

ZEMENCHIK R.A., ALBRECHT K.A., SCHULTZ M.K. 2001. Nitrogen Replacement Values of Kura Clover and Birdsfoot Trefoil in Mixtures with Cool-Season Grasses. Agronomy Journal, 94(6): 451-458.

ŹRÓDŁA INTERNETOWE

Krajowy Rejestr Odmian Roślin Uprawnych COBORU, (www.coboru.gov.pl/pl/kr/kr) - dostęp 8.09.2023.

Użytkowanie gruntów i powierzchnia zasiewów w 2018 r. GUS 2019. Warszawa, pp. 92. (www.stat.gov.pl) - dostęp 15.01.2020.

The OECD list of varieties eligible for seed certification, 2020 edition. www.oecd.org/tad/seed. - dostęp 10. 02.2021.

SPIS TABEL, RYSUNKÓW I ZAŁĄCZNIKÓW

Tabela 1. Ilość wysiewu nasion ($kg \cdot ha^{-1}$)

Tabela 2. Założenia do analizy ekonomicznej

Tabela 3. Zachwaszczenie w czwartym tygodniu po wschodach (wg skali Braun- Blanqueta)

Tabela 4. Miejsca niezadarnione (% powierzchni) - średnie z lat pełnego użytkowania

Tabela 5. Roczne plony suchej masy z lat 1994 - 1997 ($kg \cdot ha^{-1}$)

Tabela 6. Plony suchej masy w latach pełnego użytkowania 1995 - 1997 ($kg \cdot ha^{-1}$)

Tabela 7. Zawartość niektórych składników pokarmowych w stokłosie obiedkowatej i roślinach motylkowatych (% s.m.)

Tabela 8. Zawartość makro składników pokarmowych w stokłosie obiedkowatej i roślinach motylkowatych (% s.m.)

Tabela 9. Zestawienie kosztów produkcji siana i ziarna jęczmienia w poszczególnych wariantach

Tabela 10. Zestawienie przychodów ze sprzedaży siana i ziaren jęczmienia w poszczególnych wariantach

Tabela 11. Wskaźniki opłacalności produkcji

Rys. 1. Średnie miesięczne temperatury powietrza w Bałcynach w latach 1994-1997 (^{o}C)

Rys. 2. Sumy miesięczne opadów w Bałcynach w latach 1994-1997 (mm)

Rys. 3. Struktura kosztów produkcji siana i ziaren jęczmienia w poszczególnych wariantach

Rys. 4. Przepływy pieniężne w poszczególnych wariantach

Załącznik 1. Skład botaniczny pierwszego odrostu runi w 1994 r. (% s.m.)

Załącznik 2. Skład botaniczny pierwszego odrostu runi w 1995 r. (% s.m.)

Załącznik 3. Skład botaniczny pierwszego odrostu runi w 1996 r. (% s.m.)

Załącznik 4. Skład botaniczny pierwszego odrostu runi w 1997 r. (% s.m.)

Załącznik 5. Ruń mieszanki stokłosy obiedkowatej i koniczyny łąkowej przed 1 pokosem (1995 r.)

Ruń mieszanki stokłosy obiedkowatej i koniczyny białoróżowej przed 1 pokosem (1995 r.)

Załącznik 6. Ruń mieszanki stokłosy obiedkowatej i koniczyny białej przed 1 pokosem (1995 r.)
Ruń mieszanki stokłosy obiedkowatej i lucerny mieszańcowej przed 1 pokosem (1995 r.)
Załącznik 7. Ruń mieszanki stokłosy obiedkowatej i lucerny nerkowatej przed 1 pokosem (1995 r.)
Ruń mieszanki stokłosy obiedkowatej i komonicy zwyczajnej przed 1 pokosem (1995 r.)
Załącznik 8. Ruń mieszanki stokłosy obiedkowatej i koniczyny łąkowej przed 1 pokosem (1995 r.)
Stokłosa obiedkowata „w czystym siewie”

STRESZCZENIE

Ocena wybranych gatunków roślin motylkowatych jako komponentów mieszanek ze stokłosą obiedkowatą

Słowa kluczowe: rośliny motylkowate, stokłosa obiedkowata, mieszanki, ocena

W latach 1994-1997 badano, w ramach doświadczenia polowego, sześć mieszanek roślin motylkowatych ze stokłosą obiedkowatą oraz stokłosę w monokulturze. Mieszanki i stokłosę wysiano dwoma sposobami: jako wsiewkę w jęczmień jary oraz w „czystym siewie". Wykazano wysoką przydatność lucerny mieszańcowej jako komponenta mieszanek ze stokłosą obiedkowatą. Obok lucerny koniczyna łąkowa i koniczyna białoróżowa okazały się również niezłymi komponentami mieszanek. Wykazano, iż stosowanie wsiewek mieszanek roślin motylkowatych i stokłosy obiedkowatej w jęczmień umożliwia uzyskanie znaczących plonów ziarna w roku siewu i nie wpływa na plonowanie roślin w latach pełnego użytkowania. Znalazło to również uzasadnienie pod względem opłacalności takiej agrotechnologii.

SUMMARY

Evaluation of selected species of legumes as components of mixtures with prairie grass

Key words: legumes, prairie grass, mixtures, evaluation

In 1994-1997, six mixtures of legumes with prairie grass and prairie grass in monoculture were tested in a field experiment. The mixtures and prairie grass were sown in two ways: as a seedling in spring barley and in "pure sowing". The high suitability of hybrid alfalfa as a component and of mixtures with prairie grass was demonstrated. In addition to alfalfa, red clover and alsike clover also proved to be good mixture components. It has been shown that the use of a mixture seedlings of legumes and prairie grass in barley makes it possible to obtain significant grain yields in the year of sowing and does not affect the yield of plants in years of full utilisation. This was also justified in terms of the cost-effectiveness of such agrotechnology.