Wielokryteriowa ocena efektywności produkcji nasion rzepaku ozimego w różnych systemach uprawy roli i siewu

mgr inż. Mateusz Mikołaj Sokólski

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań nad agronomiczną oraz ekonomiczno-energetyczną efektywnością produkcji nasion rzepaku ozimego w różnych systemach uprawy roli i siewu. Badania polowe realizowane były w uniwersyteckiej stacji badawczej w Bałcynach (53°35'46.4'' N, 19°51'19.5'' E) położonej w północno-wschodniej Polsce, w trzech sezonach wegetacyjnych (2016/2017, 2017/2018 oraz 2018/2019). Doświadczenie corocznie zakładano w układzie frakcyjnym typu 3^{5-1} w dwóch powtórzeniach, w którym jednocześnie testowano 5 czynników stałych (A, B, C, D, E) na trzech poziomach (0, 1, i 2). Czynnikami doświadczenia były: **A. uprawa roli i siew:** (A0) uprawa pasowa, (A1) uprawa bezorkowa, (A2) uprawa orkowa. **B. regulacja zachwaszczenia**: (B0) zabieg przedwschodowy, (B1) zabieg nalistny, (B2) zabiegi sekwencyjne. **C. regulacja wzrostu**: (C0) brak, (C1) jesienna, (C2) jesienna i wiosenna. **D. wiosenne nawożenie azotem**: (D0) 160, (D1) 200, (D2) 240 kg N ha^{-1}. **E. wiosenne nawożenie siarką**: (E0) 0, (E1) 40, (E2) 80 kg S ha^{-1}.

W wielokryteriowej ocenie efektywności produkcji nasion rzepaku uwzględniono jako kryterium: (i) analizę agronomiczną: chemizm gleby, ocena wzrostu i rozwoju roślin w okresie wegetacji jesiennej i wiosennej, ocena zachwaszczenia łanu, analiza komponentów plonu, plon nasion i słomy, indeks żniwny; (ii) analizę jakościową: ocena zawartości tłuszczu surowego, profil kwasów tłuszczowych, zawartość białka ogólnego, skład jakościowy włókna (ADF, NDF), skład ilościowy i jakościowy GLS; (iii) analizę ekonomiczną: analiza struktury rodzajowej kosztów produkcji oraz według operacji agrotechnicznych, wartość pieniężna plonu nasion, dochód z działalności oraz efektywność ekonomiczna procesu wytwórczego (koszt jednostkowy, wskaźnik opłacalności); (iv) analizę energetyczną: analiza nakładów energetycznych według strumieni energii i operacji agrotechnicznych, jednostkowa wartość energetyczna nasion (wartość opałowa), wolumenu energii zakumulowanej w plonie nasion, zysk energii oraz sprawność energetyczna produkcji nasion.

Jesienny rozwój roślin był istotnie modyfikowany sposobem uprawy roli i siewu. Największą liczbę liści w rozecie, najgrubszą szyjkę korzeniową, najwyżej wyniesiony pąk wierzchołkowy oraz najdłuższy korzeń palowy wykształciły rośliny w warunkach uprawy pasowej. Uprawa orkowa oraz bezorkowa skutkowała wytworzeniem o 14% cieńszej szyjki korzeniowej oraz krótszego epikotylu (o 8%) i korzenia palowego (o 11%). W warunkach uprawy pasowej masa nadziemna i podziemna rozety była odpowiednio o 29 i 26% większa niż w pozostałych sposobach uprawy roli i siewu. Sposób regulacji zachwaszczenia modyfikował istotnie długość epikotylu, który w warunkach przedwschodowej aplikacji herbicydu był o ok. 15% dłuższy niż w przypadku zabiegu nalistnego lub zabiegów sekwencyjnych. Zaobserwowano, że zabiegi sekwencyjne oraz zabieg nalistny istotnie hamowały (o ok. 18%) rozwój nadziemnej masy rozety. Wykazano również, że jesienny zabieg regulujący wzrost stymulował rozwój korzenia palowego (wzrost długości o 3%).

Najwyższe plonowanie rzepaku ozimego uzyskano w warunkach uprawy pasowej (5,95 Mg ha^{-1}). Uprawa orkowa oraz bezorkowa skutkowała niewielkim, lecz statystycznie istotnym, obniżeniem plonu nasion odpowiednio o 0,05 i 0,14 Mg ha^{-1}. Wykazano, że najefektywniejszym terminem regulacji zachwaszczenia w warunkach uprawy pasowej było wykonanie zabiegu nalistnego, w uprawie bezorkowej – przedwschodowego lub sekwencyjnego, a w warunkach uprawy orkowej – przedwschodowego. Wykazano pozytywny wpływ zwiększenia nawożenia azotem do 200 kg ha^{-1} Aplikacja wyższej dawki azotu (240 kg ha^{-1}) była uzasadniona tylko w warunkach wczesnowiosennej aplikacji siarki. Wykazano istotną rolę nawożenia siarką – średni wzrost plonu wyniósł 11%.

Spośród analizowanych technologii produkcji najwyższy plon nasion rzepaku ozimego (6,66 Mg ha^{-1}) uzyskano w warunkach uprawy bezorkowej, stosując przedwschodową regulacją zachwaszczenia,

jesienną regulację wzrostu oraz najwyższe dawki azotu oraz siarki (240 kg N i 80 kg S ha^{-1}). Z kolei najniższy plon nasion (4,95 Mg ha^{-1}) uzyskano w technologii orkowej, z nalistną regulacją zachwaszczenia, jesienną regulacją wzrostu, najwyższą dawką azotu (240 kg ha^{-1}) i brakiem nawożenia siarką.

Nasiona rzepaku ozimego z obiektów uprawianych pasowo gromadziły 498 g kg^{-1} s.m. tłuszczu surowego. W warunkach uprawy bezorkowej oraz orkowej obserwowano o 2-3% mniejszą akumulację tego składnika w nasionach rzepaku ozimego. Nasiona z obiektów z uprawą pasową i bezorkową charakteryzowały się większą zawartością kwasu oleinowego, lecz mniejszą akumulacją kwasu linolenowego, w porównaniu do uprawy orkowej. Rośliny rzepaku ozimego nawożone wiosną 160 i 200 kg N ha^{-1} gromadziły w nasionach zbliżoną ilość tłuszczu (495 i 494 g kg^{-1} s.m.). Istotne obniżenie zawartości tego składnika obserwowano pod wpływem zwiększonego nawożenia azotem do 240 kg ha^{-1} (484 g kg^{-1} s.m.). Największą akumulację białka ogólnego w nasionach rzepaku ozimego obserwowano w warunkach uprawy bezorkowej oraz orkowej (196 g kg^{-1} s.m.), a zdecydowanie niższą w uprawie pasowej (189 g kg^{-1} s.m.). Zawartość białka ogólnego w nasionach wzrastała wraz ze zwiększeniem nawożeniem azotem – od 191 (160 kg N ha^{-1}) do 199 g kg^{-1} s.m. (240 kg N ha^{-1}). Nawożenie siarką najsilniej, spośród badanych elementów technologii uprawy rzepaku ozimego, wpływało na syntezę GLS w nasionach. Wzrost sumy GLS na skutek zwiększenia nawożenia siarką z 0 do 80 kg ha^{-1} wyniósł średnio 35%, głównie za sprawą zwiększonej akumulacji GLS alkenowych (glukonapina o 51%, glukobrassicanapina o 75%, progoitryna o 40%).

Największą kosztochłonnością charakteryzowały się technologie produkcji nasion rzepaku z klasyczną uprawą roli (3,3-3,6 tys. zł ha^{-1}). Rezygnacja z orki pozwoliła zmniejszyć koszty siły roboczej, ciągników i maszyn oraz nośników energii od 227 (uprawa bezorkowa) do 341 zł ha^{-1} (uprawa pasowa). Największą wartość plonu nasion rzepaku oraz największy dochód przy najkorzystniejszej opłacalności uzyskano w uprawie pasowej, następnie bezorkowej i orkowej. W warunkach uprawy pasowej najwyższą opłacalnością (324%) odznaczała się technologia uwzględniająca sekwencyjną regulację zachwaszczenia, jesienny zabieg regulujący wzrost oraz wiosenne nawożenie na poziomie 240 kg N ha^{-1} i 40 kg S ha^{-1}. W uprawie bezorkowej największą opłacalność (301%) uzyskano stosując przedwschodową regulację zachwaszczenia, jesienny zabieg regulujący wzrost oraz wiosenne nawożenie na poziomie 240 kg N ha^{-1} i 80 kg S ha^{-1}. Z kolei w uprawie klasycznej najwyższą opłacalność (294%) uzyskano w warunkach nalistnej regulacji zachwaszczenia oraz aplikacji 200 kg N ha^{-1} i 80 kg S ha^{-1}.

Największą energochłonnością charakteryzowała się technologia produkcja nasion rzepaku ozimego w warunkach uprawy płużnej (25,9-28,8 GJ ha^{-1}). Zapotrzebowanie energetyczne technologii uprawy rzepaku w systemie pasowym i bezorkowym było niższe odpowiednio o 3 i 9%. Największy wolumen energii zakumulowanej w plonie nasion, zysk energii z 1 ha oraz wskaźnik sprawności energetycznej uzyskano w pasowej uprawie rzepaku, następnie bezorkowej i orkowej. Najkorzystniejszy wskaźnik efektywności energetycznej w warunkach uprawy pasowej (3,17-3,20) uzyskano stosując: (i) przedwschodową regulację zachwaszczenia i 160 kg N ha^{-1} lub (ii) sekwencyjną regulację zachwaszczenia, jesienną regulację wzrostu oraz 160 kg N ha^{-1}. W uprawie bezorkowej największą sprawnością energetyczną (2,90) charakteryzowała się technologia z nalistną regulacją zachwaszczenia, jesienną regulującą wzrostu oraz aplikacją 160 kg N ha^{-1}. Z kolei w uprawie orkowej największą efektywność energetyczną (2,90) uzyskano wykonując nalistną regulację zachwaszczenia oraz aplikując wiosną 200 kg N ha^{-1} i 80 kg S ha^{-1}.