

Agronomiczna i ekonomiczna efektywność nawożenia azotem i siarką różnych form hodowlanych rzepaku ozimego

mgr inż. Dariusz Antoni GROTH

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań nad reakcją półkarłowego (odmiana mieszańcowa - PR44 D06) oraz długołodygowego (odmiana populacyjna - Adrianna i mieszańcowa - Artoga) morfotypu rzepaku ozimego na wiosenne nawożenie azotem (80, 130, 180, 230 kg ha⁻¹) i siarką (0, 40, 80 kg ha⁻¹). Doświadczenie przeprowadzono w latach 2011-2014 na polach Zakładu Produkcyjno-Doświadczalnego w Bałcynach (N = 53°35'49"; E = 19°51'20,3"). Ścisłe doświadczenie polowe założono metodą losowanych podbloków (split-plot) w trzech powtórzeniach.

W badaniach skwantyfikowano wpływ poziomu nawożenia azotem i siarką na wzrost i rozwój jesienny oraz zimowanie odmian półkarłowego i tradycyjnego morfotypu rzepaku ozimego. Zwaloryzowano wpływ wiosennej dawki azotu i siarki na dynamikę wiosennego wzrostu, architekturę łanu, elementy struktury plonu, plon nasion i słomy różnych morfotypów rzepaku ozimego. Dodatkowym źródłem wyników były analizy laboratoryjne nasion, oleju i nietłuszczowej reszty nasion. Wyceniono również najbardziej i najmniej wydajne kombinacje czynników agrotechnicznych w uprawie różnych morfotypów rzepaku ozimego pod względem efektywności ekonomicznej oraz sprawności energetycznej procesu produkcji nasion.

Corocznie największe rozety liściowe wytwarzała odmiana mieszańcowa reprezentująca tradycyjny morfotyp rzepaku ozimego, średnie - odmiana populacyjna, a najmniejsze - półkarłowa. Nie udowodniono istotnych różnic w przezimowaniu badanych odmian rzepaku ozimego. Niemniej jednak rośliny odmiany półkarłowej wykazywały tendencją lepszego zimowania niż tradycyjnej.

Odmiana półkarłowa odznaczała się znacznie mniejszą dynamiką wiosennego wzrostu. Różnice w długości łodyg pomiędzy odmianą półkarłową a długołodygowymi wzrastały od 2 do 23-31 cm w okresie pąkowania, aby podczas kwitnienia zmniejszyć się do 19-20 cm. Warto dodać, iż zmniejszenie różnic pomiędzy odmianami rzepaku ozimego po przekwitnięciu roślin było następstwem wyhamowania wzrostu przez odmiany długołodygowe, podczas gdy odmiana półkarłowa nadal rosła. Różnice pomiędzy wysokością roślin półkarłowego a długołodygowego morfotypu rzepaku ozimego zwiększały się wraz ze wzrostem dawki azotu do poziomu 130 kg ha⁻¹. Wiosenne nawożenie siarką powodowało istotne obniżenie (o 1-2 cm) wysokości łodyg rzepaku ozimego.

Półkarłowy morfotyp rzepaku ozimego przewyższał (o 0,50 Mg ha⁻¹) pod względem uzyskanego plonu nasion odmianę populacyjną, ustępując (o 0,78 Mg ha⁻¹) odmianie mieszańcowej o tradycyjnym rytmie wzrostu. Szczególnie wysoko plonowała mieszańcowa odmiana o tradycyjnym rytmie wzrostu w roku o obfitych i dobrze rozłożonych opadach w okresie wiosenno-letniej wegetacji. W tym sezonie wegetacyjnym uzyskano średni plon nasion heterozyjnej odmiany długołodygowej na poziomie 146% plonu nasion odmiany populacyjnej i 142% plonu nasion odmiany półkarłowej. W roku o pełnym pokryciu wodnych potrzeb rzepaku ozimego w okresie wiosennej wegetacji nie wykazano zasadności stosowania azotu w dawce wyższej niż 180 kg ha⁻¹. Z kolei w latach o opadach atmosferycznych niepokrywających wodnych potrzeb gatunku efekt plonotwórczy azotu był widoczny, u wszystkich badanych odmian rzepaku ozimego, do dawki 230 kg ha⁻¹. Efekt plonotwórczy dogłębowej aplikacji siarki w rzepaku ozimym był widoczny do dawki 40 kg ha⁻¹. Czynniki genetyczne nie różnicowały efektywności nawozowej siarki. Warto podkreślić, iż efekt plonotwórczy obfitego (180 i 230 kg N ha⁻¹) nawożenia azotem rzepaku ozimego był widoczny tylko po dogłębowej aplikacji siarki. Relacja plonu nasion do plonu biomasy była korzystniejsza u odmiany półkarłowej niż długołodygowych rzepaku

ozimego. U odmiany półkarłowej nasiona stanowiły ok. 35%, z kolei u odmian długołodygowych - 32-34% całej wytworzonej biomasy żniwnej. Nawożenie azotem korzystnie wpływało na wartość indeksu żniwnego. W uprawie odmiany mieszańcowej o tradycyjnym tempie wzrostu indeks żniwny przyjmował najkorzystniejszą wartość na dawce 130 kg N ha⁻¹. Odmiana populacyjna oraz mieszańcowa półkarłowa zareagowały istotnym wzrostem indeksu żniwnego na zwiększenie dawki azotu do poziomu 180 kg ha⁻¹. Nawożenie siarką nie wpływało istotnie na wartość indeksu żniwnego.

Najwyższą produktywnością odznaczał się azot stosowany w uprawie długołodygowej odmiany heterozyjnej. Efektywność rolnicza wiosennego nawożenia azotem odmiany półkarłowej oraz liniowej była przeciętnie o 10-12% o 15-22% niższa niż morfotypu tradycyjnego. Efekt plonotwórczy zwiększania dawki azotu >180 kg ha⁻¹ był widoczny jedynie w warunkach doglebowej aplikacji siarki, niezależnie od odmiany. Zwiększenie dawki azotu o 1 kg w obrębie dawek wysokich (180-230 kg N ha⁻¹) bez uzupełniającego nawożenia siarką było nieproduktywne. Zwiększenie dawki siarki do poziomu 80 kg ha⁻¹ obniżało efektywność brutto nawożenia azotem, niezależnie od typu odmiany oraz poziomu sumarycznej dawki azotu.

Więszym zaolejeniem (506 g kg⁻¹ s.m.) charakteryzowały się nasiona odmiany populacyjnej oraz heterozyjnej o zdeterminowanym tempie wzrostu. Zwiększanie dawki azotu (130-230 kg ha⁻¹) powodowało sukcesywne obniżanie (1-3%) zawartości tłuszczu surowego w nasionach rzepaku ozimego, szczególnie odmian o tradycyjnym rytmie wzrostu. Wiosenne nawożenie siarką nie różnicowało zawartości tłuszczu surowego w nasionach rzepaku, niezależnie od odmiany. Zawartość kwasu oleinowego, linolowego oraz linolenowego w oleju rzepaku ozimego wynosiła odpowiednio 60-64, 20-23 i 10-11%. Olej pozyskany z nasion długołodygowej odmiany heterozyjnej zawierał najmniej, spośród badanych odmian, kwasu oleinowego (59,8%) i najwięcej kwasu linolowego (22,8%) i linolenowego (11,4%). Nawożenie azotem do dawki 130 kg ha⁻¹ powodowało istotny wzrost udziału kwasu oleinowego. Wpływ nawożenia siarką na udział kwasu oleinowego był niejednokierunkowy i uwikłany w integrację z nawożeniem azotem. Udział kwasu linolowego był najwyższy w oleju rzepaku ozimego nawożonego azotem na poziomie 180 kg N ha⁻¹ (odmiany mieszańcove) lub 230 kg N ha⁻¹ (odmiana populacyjna). Nawożenie siarką powodowało wzrost udziału kwasu linolowego tylko w oleju pozyskanym z nasion odmian mieszańcowych. Związek nawożenia azotem i siarką z udziałem kwasu linolowego - choć istotny - nie był jednokierunkowy. Udział kwasu linolenowego w oleju wzrastał wraz ze zwiększeniem poziomu nawożenia azotem i siarką.

Odmiana półkarłowa gromadziła w nasionach istotnie mniej białka ogólnego (8 g kg⁻¹ s.m.) niż odmiany długołodygowe. Wiosenne nawożenie azotem i siarką powodowało wzrost zawartości białka ogólnego odpowiednio o 2-10 i 1%. Silniejszy (sięgający nawet 13%) wzrost białka ogólnego pod wpływem nawożenia azotem obserwowano u odmian heterozyjnych. Nawożenie siarką powodowało wzrost zawartości białka ogólnego w nasionach rzepaku. U odmian długołodygowych istotny (3%) wzrost zawartości białka ogólnego w nasionach obserwowano dopiero po zastosowaniu siarki w dawki 80 kg ha⁻¹. Z kolei w nasionach odmiany półkarłowej najwyższą zawartość białka ogólnego zaobserwowano już po aplikacji 40 kg S ha⁻¹. Odmiany długołodygowe rzepaku ozimego gromadziły o 31-37% więcej GLS w nasionach niż odmiana półkarłowa. Nawożenie azotem obniżało koncentrację GLS w nasionach odmiany półkarłowej. W przypadku odmian długołodygowych (populacyjnej i mieszańcowej) wpływ nawożenia azotem na zawartość GLS nie był jednokierunkowy. Nawożenie siarką powodowało wzrost o 19-31% zawartości GLS w nasionach rzepaku ozimego. Wzrost zawartości GLS w nasionach odmian długołodygowych następował aż do 80 kg S ha⁻¹. W nasionach odmiany półkarłowej najwyższy poziom GLS oznaczono już po aplikacji 40 kg S ha⁻¹.

Koszty produkcji nasion odmiany populacyjnej wynosiły 2,3-2,8 tys. zł. Koszty produkcji nasion odmian heterozyjnych były wyższe o 88 (morfotyp długołodygowy) i 92 zł ha⁻¹ (morfotyp półkarłowy). Nawożenie siarką zwiększało koszty produkcji nasion rzepaku ozimego w zakresie nie większym niż

3%. W układzie kalkulacyjnym kosztów produkcji główną pozycję stanowiły koszty bezpośrednie (63-70%). W strukturze kosztów bezpośrednich największy udział stanowiły nawozy (54-68%), zaś główną pozycję w strukturze kosztów pośrednich odgrywały wydatki związane z nośnikami energii (61%). Najwyższy dochód z uprawy 1 ha rzepaku ozimego (niezależnie od odmiany) uzyskano w technologii z nawożeniem na poziomie 230 kg N ha⁻¹ i 40 kg S ha⁻¹. Analiza efektywności zaangażowania środków finansowych wykazała, iż korzystniejsze wartości tych mierników uzyskano uprawiając odmianę liniową oraz półkarłową w technologii z obniżoną dawką azotu do poziomu 180 kg ha⁻¹ uzupełnioną siarką na poziomie 40 kg ha⁻¹. Z kolei najniższy koszt jednostkowy oraz najwyższą opłacalność uprawy odmiany mieszańcowej o tradycyjnym rytmie wzrostu uzyskano w technologii z dawką azotu na poziomie 180 kg ha⁻¹ bez nawożenia siarką lub w technologii z obniżoną dawką azotu do 130 kg ha⁻¹ z uzupełniającą dawką siarki na poziomie 40 kg ha⁻¹.

Zdecydowanie najlepszy efekt ekonomiczny dawała uprawa odmiany mieszańcowej o tradycyjnym rytmie wzrostu, następnie odmiany mieszańcowej półkarłowej i populacyjnej. Uprawa długołodygowej odmiany mieszańcowej w technologii wysokonakładowej z dawką azotu i siarki na poziomie odpowiednio: 230 i 40 kg ha⁻¹ winna być preferowana w gospodarstwach, w których czynnikiem limitującym produkcję jest ziemia, a nie dostęp do zasobów energii (najczęściej gospodarstwa powierzchniowo małe). W przypadku gospodarstw, w których czynnikiem limitującym wielkość produkcji jest dostęp do zasobów energii, a nie do zasobów ziemi (dotyczy to głównie gospodarstw wielkoobszarowych) warto uprawiać długołodygową odmianę Artoga w technologii oszczędniejszej – z obniżoną dawką azotu do 180 kg ha⁻¹ bez nawożenia siarką lub z obniżoną dawką azotu do 130 kg ha⁻¹ uzupełnioną siarką na poziomie 40 kg ha⁻¹.

Zapotrzebowanie energetyczne technologii produkcji nasion rzepaku ozimego, niezależnie od odmiany, wahało się od 20-24 (≤130 kg N ha⁻¹) do 27-32 GJ ha⁻¹ (≥180 kg N ha⁻¹). Zróżnicowanie zapotrzebowania energetycznego technologii produkcji nasion badanych odmian rzepaku ozimego pod wpływem nawożenia siarką było niewielkie (±1-3%). W strukturze nakładów energetycznych produkcji nasion badanych odmian rzepaku ozimego aż 56-73% stanowiła energia wydatkowana na operację nawożenia. Udział pozostałych operacji technologicznych, w strukturze nakładów energii, był następujący: ochrona przed szkodnikami (16-26%), regulacja zachwaszczenia (5-8%), uprawa roli (4-7), zbiór nasion (1-2%) oraz siew (1%). Największy wolumen energii zakumulowanej w biomacie zebranych nasion oraz największy zysk energii uzyskano nawożąc rzepak (niezależnie od odmiany) 230 kg N ha⁻¹ i 40 kg S ha⁻¹. Z kolei najkorzystniejszą sprawnością energetyczną odznaczała się produkcja nasion wszystkich odmian rzepaku ozimego w technologii oszczędnej, tj. z nawożeniem azotem na poziomie 80 kg ha⁻¹, bez nawożenia siarką.

Najlepszym bilansem energetycznym charakteryzowała się uprawa odmiany mieszańcowej o tradycyjnym rytmie wzrostu, następnie odmiany mieszańcowej półkarłowej i populacyjnej. Uprawa długołodygowej odmiany mieszańcowej w technologii wysokonakładowej z dawką azotu i siarki na poziomie 230 i 40 kg ha⁻¹ winna być preferowana w gospodarstwach średnich i małych, w których czynnikiem limitującym produkcję jest dostęp do zasobów ziemi. W przypadku gospodarstwach wielkoobszarowych, w których czynnikiem limitującym wielkość produkcji jest dostęp do zasobów energii długołodygowa odmiana Artoga powinna być uprawiana w technologii oszczędniejszej – z obniżoną dawką azotu do 180 kg ha⁻¹, bez nawożenia siarką.

Słowa kluczowe: rzepak ozimy, odmiana półkarłowa, odmiana długołodygowa, wiosenna dawka azotu, wiosenna dawka siarki, efektywność brutto azotu, przezimowanie roślin, plon nasion, jakość plonu, opłacalność produkcji, efektywność energetyczna