

**Recenzja rozprawy doktorskiej**  
**mgr inż. Artura Szatkowskiego pt.: „Wpływ terminu i gęstości siewu na rozwój i**  
**plonowanie różnych typów odmian rzepaku ozimego**  
**(*Brassica napus* L.)”**

**wykonanej na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie,**

**Wydział Rolnictwa i Leśnictwa**

**w Katedrze Agrotechnologii i Agrobiznesu**

**pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Krzysztofa J. Jankowskiego**

Spośród jednorocznych roślin oleistych rzepak jest drugą po soi pod względem znaczenia rośliną na świecie. Według danych USDA w sezonie 2022/23 produkcja nasion rzepaku na świecie przekraczała 88 mln t z których wyprodukowano 34 mln t oleju. W Polsce, w 2022 rzepak uprawiano na obszarze 1,08 mln ha, produkcja nasion przekraczała 3,6 mln t, z których około 400 tys. t wyeksportowano. W 2022 roku w Polsce przerobiono 3270 tys. t nasion rzepaku, z którego wyprodukowano 1430 tys. t oleju w tym 580 tys. t na cele jadalne (41%). W 2022 roku według danych KOWR produkcja biodiesla wyniosła 978 tys. t do produkcji, którego zużyto 874 tys. t oleju rzepakowego.

Dembiński, na podstawie przeprowadzonych doświadczeń i układu wieloletnich temperatur występujących w okresie jesiennego rozwoju rzepaku, zaproponował, już w 1955 roku, optymalne terminy siewu w warunkach Polski. W latach późniejszych wykazano, że dla właściwego ukształtowania rozety, rzepak powinien dysponować w okresie rozwoju jesiennego sumą efektywnych temperatur (o wartości powyżej 5–6 0C) w granicach 800–850 0C, przy sumie opadów około 85–125 mm. Na tej podstawie wyznaczono optymalne terminy siewu rzepaku w Polsce dla 4 rejonów oraz wykazano niewielkie ryzyko obniżki plonu przy 5–7-dniowym opóźnieniu zasiewów poza termin optymalny (terminy dopuszczalne). Większe opóźnienia w zasiewach dawały już wyraźne spadki plonów.

Dla dobrego przezimowania, rzepak powinien wytworzyć rozetę składającą się z 8-10 liści, z nisko umieszczonym stożkiem wzrostu (poniżej 30 mm), z szyjką korzeniową o średnicy powyżej 5 mm i suchą masą nadziemnej części rośliny powyżej 1,5 g.

W związku ze zmianami klimatycznymi podane przez Dembińskiego terminy siewu rzepaku wymagają korekty. Na Dolnym Śląsku rolnicy dopuszczają jako właściwy termin siewu 4-5 września, gdyż wegetacja trwa najczęściej do końca listopada lub 1 dekady grudnia, a siew do 25 sierpnia powoduje, że nadziemna masa rozety jest bardzo duża, co utrudnia przezimowanie. Dlatego przedstawiona do oceny praca mgr inż. Artura Szatkowskiego pt.:

„Wpływ terminu i gęstości siewu na rozwój i plonowanie różnych typów odmian rzepaku ozimego (*Brassica napus* L.)” ma duże znaczenie poznawcze i użytkowe.

Układ pracy jest typowy dla tego typu opracowań. W interesującym wstępie, opartym na głębokich studiach literaturowych, Autor przedstawia cel badań, którym jest weryfikacja wpływu opóźnienia terminu siewu na rozwój i plonowanie różnych typów odmian rzepaku ozimego uprawianego w warunkach zróżnicowanej ilości wysiewu.

W szczegółowych hipotezach badawczych założono, że:

- odmiany:
  - mieszańcowe charakteryzują się większą przydatnością do siewów w opóźnionym terminie;
  - populacyjne rozwijają się wolniej, co wskazuje na ich przydatność do siewów wczesnych;
  - mieszańcowe półkarłowe charakteryzują się większą od odmian populacyjnych odpornością na wyleganie i bardziej równomiernym dojrzewaniem nasion;
- opóźniony siew, ograniczając nadmierny rozwój jesienny rozet rzepaku, może zwiększyć przezimowanie roślin rzepaku i będzie miał korzystny wpływ na zawartość tłuszczu surowego, dzięki przesunięciu fazy dojrzewania na okres wyższych temperatur;
- negatywne skutki opóźnienia terminu siewu można ograniczyć poprzez zwiększenie gęstości siewu.

Przegląd piśmiennictwa jest wielowątkowy i został umiejętnie podzielony przez Autora na trzy części odpowiadające badanym czynnikom. Na podkreślenie zasługuje dobrze dobrane piśmiennictwo przedmiotu, które liczy aż 317 pozycji.

Rozdział materiał i metody badań, jest bardzo szczegółowy i nie budzi żadnych wątpliwości. Wyniki badań pochodzą ze ścisłego doświadczenia polowego, założonego w układzie split-split-plot, w trzech powtórzeniach realizowanego w Bałcynach przez trzy sezony wegetacyjne (2020/2021–2022/2023) z następującym układem zmiennych:

- I - typ odmiany: populacyjna (SY Ilona); mieszańcowa długolodygowa (Advocat); mieszańcowa półkarłowa (PX131);
- II - termin siewu: 20 sierpnia; 27 sierpnia; 03 września;
- III - gęstość siewu - liczba wysianych nasion na 1 m<sup>2</sup>: 30; 50; 70; 90.

We wszystkich latach badań doświadczenie lokalizowano na glebie płowej typowej wytworzonej z gliny średniej. Przedplonem była pszenica ozima, a rzepak uprawiano zgodnie z zasadami dobrych praktyk rolniczych.

Przed zakończeniem jesiennego okresu wegetacji, na próbie 10 roślin z każdego poletka określono następujące cechy morfologiczne rozet:

- liczbę liści w rozecie przed zahamowaniem wegetacji;
- liczbę blizn po opadłych liściach;
- średnicę szyjki korzeniowej (mm);
- wysokość wyniesienia stożka wzrostu (mm);
- świeżą i suchą masę nadziemnej części rozety (g);
- świeżą i suchą masę korzenia palowego (g);
- długość korzenia palowego (cm).

Zagęszczenie roślin na 1 m<sup>2</sup> oceniono przed zahamowaniem jesiennej wegetacji, po wznowieniu wegetacji oraz po zbiorze roślin rzepaku w 5 losowo wybranych miejscach każdego poletka. Stopień ugięcia (%) łanu określono w pełni dojrzwania (84 BBCH).

Przed zbiorem rzepaku ozimego (82–85 BBCH) określono, na 10 roślinach, następujące cechy morfologiczne:

- wysokość łodyg przed zbiorem (cm);
- średnicę łodyg u nasady (mm);
- liczbę rozgałęzień z łuszczynami;
- wysokość osadzenia najniższego rozgałęzienia produktywnego (cm);
- liczbę łuszczyn na roślinie.

Ponadto oznaczono:

- liczbę nasion w łuszczynie (50 łuszczyn z poletka);
- masę 1000 nasion ( $4 \times 300$  nasion z każdego poletka pobranych bezpośrednio po omłocie roślin).

Plon nasion oraz słomy sprowadzono do stałej wilgotności wynoszącej odpowiednio 9 i 0%.

Dane meteorologiczne (średnia dobową temperaturę powietrza i sumę opadów atmosferycznych) pochodziły ze stacji badawczej w Bałcynach. W każdym sezonie wegetacyjnym określono sumę temperatur efektywnych (GDD) i wskaźnik hydrotermalny Sielianinowa.

Analizy laboratoryjne gleby wykonywano w Stacji Chemiczno-Rolniczej w Olsztynie określając:

- zawartość węgla organicznego w glebie, przy użyciu zmodyfikowanej metody Kurmiesa;
- odczyn pH gleby;

- fosfor oraz potas dostępny dla roślin ekstrahowano mleczanem wapnia (metoda Egnera-Riehma). Fosfor oznaczano metodą wanadowo-molibdenianową żółtą, a potas metodą atomowej spektrometrii emisyjnej;
- magnez ekstrahowano 0,01 mol  $\text{CaCl}_2$  i określono metodą spektrofotometrii absorpcji atomowej;
- zawartość siarki siarczanowej określono metodą nefelometryczną po ekstrakcji w buforze octanowym.

Do analizy składu chemicznego nasion rzepaku zastosowano aparat NIR Systems wykorzystując metodę bliskiej podczerwieni, z równaniem kalibracyjnym, bazującym na danych z metod referencyjnych: Kjeldahla (białko ogólne), Soxhleta (tłuszcz surowy), van Soesta (neutralne i kwaśne włókno detergentowe).

Analizę glukozynolanów przeprowadzono metodą chromatografii gazowej pochodnych trimetylosililowych desulfoglukozynolanów.

Skład kwasów tłuszczowych określono poprzez metylację oleju, metodą chromatografii gazowej. Analizy przeprowadzano w laboratorium Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie (oddział poznański).

Dane dotyczące oceny wzrostu i rozwoju roślin w okresie wegetacji jesiennej i wiosennej, analiza komponentów plonu, plonu nasion i słomy oraz indeksu żniwnego i cech jakościowych nasion zostały przetworzone przez trzyczynnikową analizę wariancji (ANOVA). Porównania wielokrotne post-hoc przeprowadzono za pomocą testu Tukeya (HSD) przy poziomie istotności  $p \leq 0,05$ . Analizę statystyczną wykonano z wykorzystaniem programu STATISTICA 13.3.

Rozdział pt.: „Wyniki badań” jest najobszerniejszy w pracy, liczy 28 stron i został logicznie podzielony na 7 podrozdziałów:

- Agrometeorologiczne uwarunkowania rozwoju roślin,
- Jesienny rozwój i przezimowanie roślin,
- Elementy architektury ładu,
- Elementy struktury plonu,
- Plon nasion,
- Plon słomy oraz indeks żniwny,
- Wartość użytkowa surowca olejarskiego.

Wyniki omówiono wielowątkowo uwzględniając wpływ układu warunków wilgotnościowo-termicznych na badane czynniki. Na szczególne podkreślenie zasługuje, pomimo dużej liczby uzyskanych wyników (3.3.3.4=108), zwięzła forma ich opisu, w której konsekwentnie używano schematu sezony wegetacyjne i badane czynniki.

Wyrazem dojrzałości naukowej Autora jest rozdział pt.: „Dyskusja wyników”, który dla przejrzystości w odbiorze podzielono na 6 podrozdziałów, z których każdy zawiera akapit, poświęcony badanym czynnikom. Dyskusja jest wielowątkowa, prowadzona w oparciu o bardzo obszerne piśmiennictwo.

Na podstawie przeprowadzonych badań wyciągnięto 9 wniosków o charakterze opisowym, a do najważniejszych rezultatów badań zaliczam wykazanie, że:

- Odmiana populacyjna wykształcała rozety liściowe o większej świeżej i suchej masie niż odmiany mieszańcowe o tradycyjnym i półkarłowym morfotypie. Cechą wyróżniającą odmianę półkarłową była rozeta liściowa z krótkim epikotylem i o relatywnie dużej średnicy szyjki korzeniowej. Intensywność rozwoju rozet liściowych odmiany mieszańcowej półkarłowej nie była uzależniona od warunków pogodowych w okresie letnio-jesiennej wegetacji.
- Niska gęstość siewu (30 nasion m<sup>-2</sup>) sprzyjała wykształceniu rozet o największej liczbie liści, najgrubszej szyjce korzeniowej oraz korzeni palowych o największej świeżej i suchej masie.
- Najwyższy plon nasion uzyskano z uprawy odmiany mieszańcowej długołodygowej. Plon nasion odmiany populacyjnej i mieszańcowej krótkołodygowej był niższy o 4–5%. Wydajność poszczególnych morfotypów odmian rzepaku ozimego była silnie różnicowana przez warunki klimatyczno-siedliskowe.
- Najniższy plon nasion uzyskano w warunkach wysiewu rzepaku ozimego w terminie zalecanym dla Pojezierza Ostródzkiego (20 sierpnia). Opóźnienie terminu siewu o 7 dni spowodowało wzrost plonu nasion o 3%. Dalsze opóźnienie terminu siewu (początek września) nie spowodowało obniżenia plonu nasion, w stosunku do siewów wykonanych pod koniec sierpnia i nadal było bardziej produktywnie niż siew w terminie optymalnym. Reakcja rzepaku ozimego na termin siewu była niezależna od typu odmiany i warunków pogodowych panujących w latach badań.
- Wysoki plon nasion uzyskiwano przy szerokim zakresie gęstości siewu (50–90 nasion na m<sup>-2</sup>), a wysiew 70 nasion na m<sup>-2</sup> był optymalny dla wszystkich badanych odmian.
- Odmiana populacyjna oraz mieszańcowa półkarłowa charakteryzowały się korzystniejszym indeksem żniwnym niż odmiana mieszańcowa o tradycyjnym tempie wzrostu. Opóźnienie terminu siewu o 7 i 14 dni korzystnie wpłynęło na udział nasion w masie pozbiorowej rzepaku ozimego, niezależnie od typu odmiany. Gęstość siewu nie różnicowała istotnie wartości indeksu żniwnego.

- Najwięcej tłuszczu surowego zawierały nasiona odmiany mieszańcowej o zdeteterminowanym tempie wzrostu. Zaolejenie nasion odmiany mieszańcowej długołodygowej i populacyjnej było o 3–5% niższe. Olej pozyskany z nasion odmiany mieszańcowej krótkołodygowej charakteryzował się również najwyższą zawartością jednonienasyconych kwasów tłuszczowych, głównie ze względu na zwiększoną biosyntezę kwasu oleinowego.
- Najwyższą zawartością glukozyzolanów ogółem charakteryzowały się nasiona odmiany mieszańcowej krótkołodygowej. Z kolei najwięcej glukozyzolanów alkenowych gromadziły nasiona odmiany populacyjnej, głównie na skutek zwiększonej biosyntezy progoitryny. Opóźnienie terminu siewu korzystnie wpłynęło na wartość paszową nasion, gdyż spowodowało obniżenie zawartości frakcji alkenowej glukozyzolanów (wysiew pod koniec sierpnia) lub ogólnej zawartości glukozyzolanów (wysiew na początku września).

Do drobnych uchybień zawartych w pracy zaliczam:

1. Użycie przez Autora, przy oznaczaniu średnicy szyjki korzeniowej i łodygi, pojęcia grubość i brak konsekwencji w stosowaniu tego terminu. Na str. 30 i 31 użyto pojęcia grubość szyjki korzeniowej i łodygi, a w tab. 8, 9, 11 i 13 średnica szyjki korzeniowej. Moim zdaniem właściwsze zamiast grubość jest określenie średnica.
2. Ponieważ praca oprócz elementu poznawczego ma duże znaczenie użytkowe brakuje wniosku zalecenia dla praktyki rolniczej.

Pomimo tych drobnych niedociągnięć wielką zaletą recenzowanej rozprawy jest jej przejrzysta struktura oraz syntetyczność i klarowność dowodowa. Jest to praca wielowątkowa, szeroko i starannie opracowana, a jej Autor wykazał umiejętności właściwego wnioskowania. Styl, poprawność, przejrzystość i zwięzłość oraz poziom edytorski nie budzą zastrzeżeń. Dysertacja dokumentuje kompetentny opis prowadzonych badań i uzyskanych wyników. Recenzowana rozprawa eksponuje wszystkie istotne cechy warsztatu badawczego mgr inż. Artura Szatkowskiego w tym: właściwy dobór źródeł i dążenie do pełnego ich wykorzystania co potwierdza doskonałą znajomość problematyki objętej tematem i dowodzi umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Artura Szatkowskiego pt.: „Wpływ terminu i gęstości siewu na rozwój i plonowanie różnych typów odmian rzepaku ozimego (*Brassica napus* L.)” spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim, zgodnie z

ustawą z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z późniejszymi zmianami (tekst jednolity Dz. U. 2024, poz. 1571). Stawiam zatem wniosek do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo, Uniwersytetu Warmińsko- Mazurskiego w Olsztynie, o dopuszczenie mgr inż. Artura Szatkowskiego do dalszych etapów postępowania doktorskiego.

Wrocław, 15. 01. 2025 roku

  
*Prof. dr hab., dr hc multi. Andrzej Kotecki*