



Zakład Produkcji Roślinnej, Uniwersytet Rzeszowski
ul. Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów
e-mail: wacław.jarecki@wp.pl

WACŁAW JARECKI , DOROTA BOBRECKA-JAMRO 

Wpływ terminu siewu na plon i jakość nasion dwóch odmian soi zwyczajnej

Influence of sowing date on the yield and seed quality of two soybean cultivars

Streszczenie. Celem badań było określenie reakcji dwóch odmian soi na zróżnicowany termin siewu nasion. Układ warunków pogodowych był zmienny w poszczególnych latach i wywarł modyfikujący wpływ na oceniane cechy i parametry. W efekcie tego plon nasion wahał się od 3,95 t·ha⁻¹ w 2017 r. do 4,81 t·ha⁻¹ w 2018 r. Wysiew nasion w trzeciej dekadzie kwietnia skutkował istotnym wzrostem obsady roślin przed zbiorem, ale jednocześnie zmniejszył liczbę strąków na roślinie. Największą MTN uzyskano po wysiewie nasion w terminie najpóźniejszym. Wysiew nasion w drugiej dekadzie kwietnia pozwolił uzyskać wyższy plon nasion o 0,37 t·ha⁻¹ w porównaniu z wysiewem w pierwszej dekadzie maja. Przy czym majowy termin siewu wpłynął na istotny wzrost zawartości białka w nasionach w odniesieniu do najwcześniejszego terminu siewu. Plony białka i tłuszczu nie różniły się istotnie zarówno pod względem odmiany, jak i terminu siewu. Odmiana ‘Aligator’ zawierała większą liczbę strąków na roślinie, zaś odmiana ‘Abelina’ wydała nasiona o większej MTN. Badane odmiany nie różniły się istotnie plonem nasion, który wyniósł średnio 4,43 t·ha⁻¹.

Słowa kluczowe: *Glycine max* (L.) Merrill, termin siewu, komponenty plonu, plon, skład chemiczny nasion

WSTĘP

Soja zwyczajna jest jedną z ważniejszych roślin uprawnych na świecie. Wynika to z możliwości wszechstronnego zagospodarowania jej nasion, zarówno w przemyśle spożywczym, jak i paszowym. W UE zapotrzebowanie na białko roślinne jest znacznie większe od jego produkcji. Dlatego przemysł paszowy wykorzystuje importowaną soję, w tym znaczne ilości śruty. W Polsce import poekstrakcyjnej śruty sojowej to około 2 mln ton rocznie [Woźniak i Twardowski 2018]. W ostatnich latach podjęto wiele działań zmierzających do zwiększenia arealu uprawy roślin strączkowych, a w szczególności soi. Tyagi i in. [2011] podają, że uzyskanie wysokiego plonu soi wymaga doboru odpowiedniej od-

miany do lokalnych warunków siedliskowych oraz przeprowadzenia właściwej agrotechniki. Potencjał plonowania soi jest wysoki, dochodzi do $8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, w praktyce rolniczej plony są jednak znacznie niższe [Specht i in. 1999]. W doświadczeniu Rao i in. [2002] średnie plony soi wahały się od 2 do $3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ w zależności od lokalizacji uprawy i lat badań. Niektóre odmiany plonowały jednak stabilnie zarówno w różnych środowiskach, jak i w poszczególnych latach. Z kolei Kessler i in. [2020] uzyskał znaczne zróżnicowanie plonów soi od 0,27 do $7,54 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Zdaniem wielu autorów [Setiyono i in. 2007, Divito i in. 2016, Nico i in. 2019] dla uprawy soi szczególnie ważny jest terminowy wysiew nasion, ponieważ wpływa na prawidłowe wykształcanie organów wegetatywnych i generatywnych oraz końcową biomasę. W Polsce siew soi należy wykonać, gdy średnia dobową temperatura gleby wynosi powyżej 8°C . Przypada to zwykle na przełomie kwietnia i maja. Zbyt wczesny siew, w nieogrzaną glebę, wpływa na przedłużone i nierównomierne wschody roślin [Praczyk 2017]. Sadeghi i Niyaki [2013] wykazali jednak, że wczesny termin siewu wpłynął na poprawę jakości nasion soi. Opóźnienie siewu związane jest natomiast z ryzykiem wystąpienia suszy wiosennej [Uslu i Esendal 1998], co skutkuje spadkiem plonu nasion [Calviño i in. 2003b, Bastidas i in. 2008]. Ibrahim [2012] wykazał, że odmiany o genetycznych predyspozycjach do wydawania dorodniejszych nasion i plonu reagowały silniej na zmienny termin siewu. W badaniach Kumagai i Takahashi [2020] opóźnienie siewu o około trzy tygodnie istotnie zmniejszyło plon soi. Przy czym liczba nasion w strąku była jednym z głównych wyznaczników zmienności plonu. Umburanas i in. [2019] podają, że skutki późnego siewu można częściowo zniwelować, zwiększając normę wysiewu nasion.

Celem badań była ocena reakcji dwóch odmian soi na wysiew nasion w trzech terminach. W hipotezie badawczej założono, że zmienne terminy siewu zmodyfikują wielkość i jakość plonu nasion.

MATERIAŁ I METODY

Ścisłe doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 2017–2019 na polach Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Przecławiu ($50^\circ 11' \text{N}$, $21^\circ 29' \text{E}$), w czterech powtórzeniach w układzie split-plot. Pierwszym badanym czynnikiem był termin siewu: druga dekada kwietnia, trzecia dekada kwietnia i pierwsza dekada maja. W poszczególnych latach przypadło to na: 13.04.2017 r., 24.04.2017 r., 2.05.2017 r., 16.04.2018 r., 27.04.2018 r., 7.05.2018 r. oraz 15.04.2019 r., 25.04.2019 r. i 7.05.2019 r.

Drugim badanym czynnikiem były odmiany ‘Aligator’ i ‘Abelina’. Odmiana ‘Aligator’ (Euralis Nasiona Sp. z o.o.) to odmiana dobrze plonująca w rejonie badań, dojrzewa zwykle z końcem września. ‘Abelina’ (Saatbau Polska Sp. z o.o.) to odmiana o dużym potencjale plonowania, polecana do uprawy w rejonie badań. Okres wegetacji zbliżony jest do odmiany ‘Aligator’. Nasiona siewne zostały zaszczerpione przez producentów szczepem bakterii *Bradyrhizobium japonicum*. Soję wysiewano na głębokość 4 cm, w rozstawie rzędów 25 cm. Ilość wysiewu wyniosła 90 nasion na metr kwadratowy. Powierzchnia każdego poletka wynosiła 15 m^2 . Przedplonem w każdym roku badań była pszenica jara. Nawożenie fosforowo-potasowe przeprowadzono jesienią i wyniosło: $21,8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ P}$ (superfosfat 19%) i $49,8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ K}$ (sól potasowa 60%). Nawożenie azotowe zastosowano przed siewem w dawce startowej $30 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (saletra amonowa 34%). Chwasty zwalczano preparatem Boxer 800 EC (prosulfokarb) w dawce $4 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$, w ilości cieczy roboczej $250 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$. Herbicyd zastosowano bezpośrednio po siewie.

Okres wegetacji podano w dniach, licząc od daty siewu do osiągnięcia pełnej dojrzałości. Obsadę roślin na 1 m² policzono przed zbiorem. W fazie dojrzałości technicznej z każdego poletka pobrano po 20 roślin do pomiarów biometrycznych. Nasiona zbierano w fazie dojrzałości pełnej, kombajnem poletkowym samobieźnym. Plon nasion z poletek przeliczono na plon z 1 ha przy uwzględnieniu wilgotności 14%. Zawartość białka ogólnego i tłuszczu surowego w nasionach oznaczono w bliskiej podczerwieni na aparacie SPEKTROMETR FT; NIR MPA firmy Bruker w laboratorium Zakładu Produkcji Roślinnej. Plon białka i tłuszczu wyliczono jako wypadkową plonu nasion i oznaczonej w nich zawartości wymienionych składników.

Warunki pogodowe podano według zapisów stacji meteorologicznej SDOO w Przecławiu. Analizy próbek glebowych zostały wykonane w akredytowanej Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Rzeszowie. Doświadczenie założono na madzie. Gleba wykazywała odczyn obojętny lub lekko kwaśny. Zasobność gleby w przyswajalny fosfor była wysoka, w potas średnia, a w magnez bardzo wysoka (tab. 1).

Tabela 1. Analiza chemiczna gleby (0–30 cm)
Table 1. Soil analysis (0–30 cm)

Parametr Parameter	Jednostka Unit	2017	2018	2019
pH w 1 M KCL pH in 1 M KCL	–	7,01	6,00	6,33
Próchnica Humus	%	1,97	1,04	1,19
P ₂ O ₅	mg · 100 g ⁻¹ gleby mg · 100 g ⁻¹ soil	18,5	15,3	19,9
K ₂ O		19,9	16,3	12,6
Mg		13,7	10,6	17,3

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej. Wykonano analizę wariancji, a istotność różnic pomiędzy wartościami cech stwierdzono na podstawie pól przedziałów ufności Tuckeya, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Obliczenia wykonane zostały przy pomocy programu statystycznego FR-ANALWAR-5FR. Z uwagi na brak wpływu interakcji czynników doświadczenia na plon nasion wyników tych nie zamieszczono.

WYNIKI I DYSKUSJA

Układ warunków pogodowych był zróżnicowany w latach badań. W kwietniu 2018 r. odnotowano niskie opady atmosferyczne, co niekorzystnie wpłynęło na kiełkowanie i wschody roślin. Wysokie sumy opadów wystąpiły natomiast w maju każdego roku. Z kolei w czerwcu opady deszczu były poniżej średniej wieloletniej. W lipcu intensywne opady deszczu odnotowano w 2018 r. oraz we wrześniu 2017 r. W ocenianym okresie wysoką temperaturę powietrza odnotowano w czerwcu i sierpniu 2019 r. (tab. 2).

Mourtzinis i in. [2019] podają, że klimat ma duży wpływ na produkcję roślin uprawnych. Stąd identyfikacja czynników ograniczających plonowanie roślin, w tym klimatycznych, ma duże znaczenie. Kumar i in. [2002] uważają, że warunki pogodowe powinny być podstawą decyzji o terminie siewu soi. Stąd szczególnie ważne jest śledzenie prognoz pogody w okresie wiosennych siewów.

Tabela 2. Warunki pogodowe w latach 2017–2019
Table 2. Weather conditions in the years 2017–2019

Miesiąc Month	Średnia temperatura (°C) Mean temperature (°C)				Suma opadów (mm) Sum of precipitation (mm)			
	2017	2018	2019	wielolecie multi-years	2017	2018	2019	wielolecie multi-years
IV	6,8	12,2	10,4	8,8	78,3	15,7	62,1	48,1
V	12,5	15,4	13,6	14,2	111,9	68,8	182,0	39,2
VI	17,4	16,8	21,5	17,5	41,6	47,4	19,2	79,3
VII	17,9	18,5	18,7	19,4	44,4	108,3	45,1	101,6
VIII	18,2	18,5	20,3	18,1	84,0	97,4	82,1	71,3
IX	12,5	12,6	14,3	13,3	110,6	33,5	71,0	54,7

Wykazano istotne współdziałanie czynników doświadczania w kształtowaniu obsady roślin przed zbiorem. Odmiana ‘Aligator’ uzyskała największą wartość omawianej cechy po wysiewie nasion w drugim terminie, zaś odmiana ‘Abelina’ w pierwszym i trzecim terminie siewu (tab. 3). Wysiew nasion w ostatniej dekadzie kwietnia wpłynął na istotny wzrost obsady roślin przed zbiorem w porównaniu z wysiewem wcześniejszym i późniejszym. Skutkowało to zróżnicowaniem liczby strąków na roślinie. Omawiana cecha przyjęła największe wartości liczbowe po wysiewie nasion w terminie pierwszym, istotnie mniejsze w terminie najpóźniejszym, a najmniejsze w terminie środkowym. Liczba nasion w strąku nie była zmodyfikowana badanymi czynnikami. Najdorodniejsze nasiona uzyskano z poletek, na których siew wykonano w pierwszej dekadzie maja, co potwierdzono statystycznie. Odmiana ‘Aligator’ odznaczyła się większą liczbą strąków na roślinie, zaś odmiana ‘Abelina’ większą MTN (tab. 3).

Kotecki i Lewandowska [2020] największą obsadę roślin po wschodach uzyskali z wczesnego terminu siewu, a istotnie mniejszą z opóźnionego. Kumagai i Takahashi [2020] podają, że liczba nasion w strąku znacząco wpłynęła na zmienność plonu nasion soi. Najniższą wartość omawianego parametru uzyskali na poletkach z opóźnionym terminem siewu. Spowodowane to było niską temperaturą w czasie wykształcania nasion. Z kolei Calviño i in. [2003a] wykazali, że wczesny siew soi wpłynął na zwiększenie dorodności zebranych nasion. Według Robinson i in. [2009] masa tysiąca nasion jest ważnym komponentem plonu soi obok liczby strąków z rośliny. Ibrahim [2012] wykazał, że opóźnienie siewu soi istotnie zmniejszyło plon nasion. Wynikało to ze skrócenia okresu wegetacji roślin, zmniejszenia liczby strąków na roślinie i masy tysiąca nasion. Pierozan Junior i in. [2017] konkludują, że niektóre odmiany można rekomendować do wczesnego siewu, a inne są przydatne do opóźnionego siewu, co ma duże znaczenie praktyczne.

Tabela 3. Komponenty plonu (średnia z lat)
Table 3. Yield components (average for years)

Termin siewu Sowing date (A)	Odmiana Cultivar (B)	Obsada roślin przed zbiorem (szt.·m ⁻²) The plant density before harvest (pcs.·m ⁻²)	Liczba strąków na roślinie The number of pods per plant	Liczba nasion w strąku The number of seeds per pod	Masa tysiąca nasion (g) Thousand seed weight (g)
Druga dekada kwietnia Second decade of April	Abelina	38,0	28,3	2,3	203,0
	Aligator	32,9	40,1	2,0	181,5
Trzecia dekada kwietnia Third decade of April	Abelina	44,2	22,1	2,2	208,8
	Aligator	54,1	22,9	2,1	179,5
Pierwsza dekada maja First decade of May	Abelina	39,9	23,5	2,2	225,8
	Aligator	37,8	31,7	2,0	182,1
NIR AxB _{0,05} / LSD AxB _{0,05}		9,36	r.n.	r.n.	r.n.
Średnio dla czynników / Mean for factors					
Druga dekada kwietnia Second decade of April		35,5	34,2	2,2	192,3
Trzecia dekada kwietnia Third decade of April		49,2	22,5	2,2	194,2
Pierwsza dekada maja First decade May		38,9	27,6	2,1	204,0
NIR A _{0,05} / LSD A _{0,05}		9,64	4,88	r.n.	9,27
Abelina		40,7	24,6	2,2	212,5
Aligator		41,6	31,6	2,0	181,0
NIR B _{0,05} / LSD B _{0,05}		r.n.	6,36	r.n.	28,49
2017		42,1	25,5	2,0	201,3
2018		39,1	31,2	2,2	191,9
2019		42,4	27,6	2,1	197,2
Średnia ogólna Total mean		41,2	28,1	2,1	196,8

r.n. – różnica nieistotna / non significant differences

Wykazano, że wysiew nasion w terminie najpóźniejszym wpłynął na istotny wzrost białka w nasionach w porównaniu z terminu najwcześniejszym. Średnie plony białka i tłuszczu wyniosły odpowiednio 1,66 i 0,98 t·ha⁻¹ (tab. 4). Badane odmiany nie różniły się istotnie zawartością białka i tłuszczu w nasionach oraz plonem obu składników.

Tabela 4. Skład chemiczny nasion oraz plon białka i tłuszczu (średnia z lat)
 Table 4. Chemical composition of seeds and protein and fat yield (average for years)

Termin siewu Sowing date (A)	Odmiana Cultivar (B)	Białko Protein content (% s.m.)	Tłuszcz Fat content (% s.m.)	Plon białka Protein yield (t·ha ⁻¹)	Plon tłuszczu Fat yield (t·ha ⁻¹)
Druga dekada kwietnia Second decade of April	Abelina	37,2	22,3	1,77	1,06
	Aligator	36,7	22,1	1,67	1,01
Trzecia dekada kwietnia Third decade of April	Abelina	37,7	22,1	1,61	0,94
	Aligator	37,0	22,1	1,64	0,98
Pierwsza dekada maja First decade May	Abelina	38,2	21,9	1,69	0,97
	Aligator	37,4	21,7	1,55	0,90
NIR AxB _{0,05} / LSD AxB _{0,05}		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Średnio dla czynników / Mean for factors					
Druga dekada kwietnia Second decade of April		36,9	22,2	1,72	1,04
Trzecia dekada kwietnia Third decade of April		37,3	22,1	1,63	0,96
Pierwsza dekada maja First decade May		37,8	21,8	1,62	0,94
NIR A _{0,05} / LSD A _{0,05}		0,86	r.n.	r.n.	r.n.
Abelina		37,7	22,1	1,69	0,99
Aligator		37,0	21,9	1,62	0,96
NIR B _{0,05} / LSD B _{0,05}		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
2017		36,2	23,1	1,43	0,91
2018		38,6	21,4	1,86	1,03
2019		37,1	21,5	1,68	0,97
Średnia ogólna Total mean		37,3	22,0	1,66	0,98

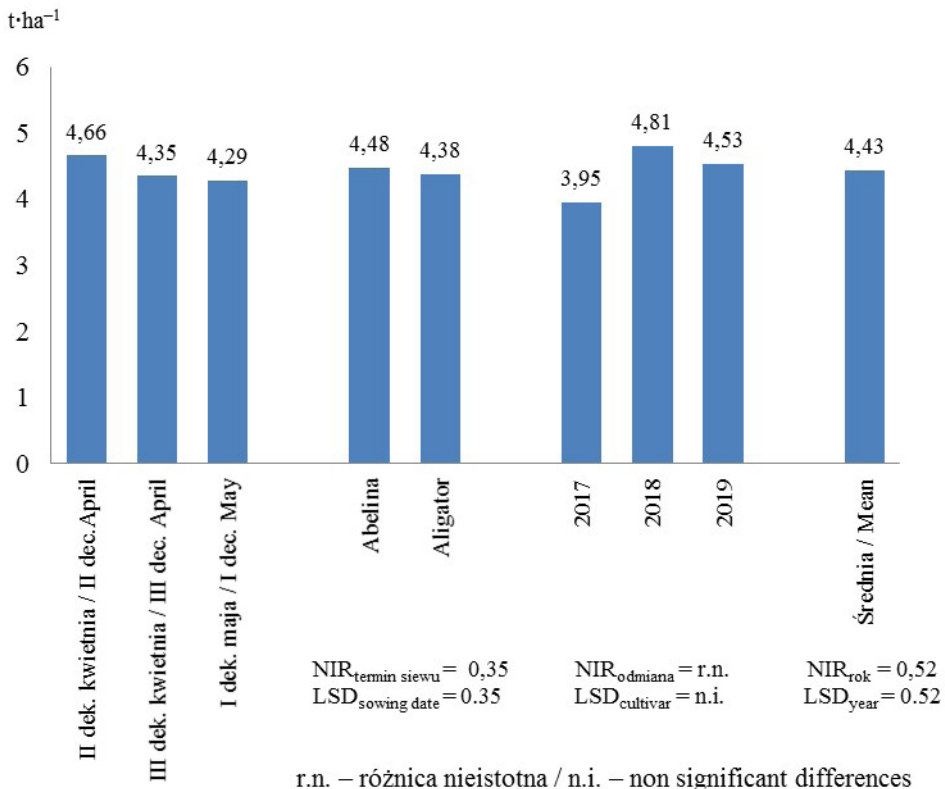
r.n. – różnica nieistotna / non significant differences

Robinson i in. [2009] wykazali, że późniejsze siewy soi wpływają na wzrost zawartości białka, ale zmniejszają zawartość tłuszczu w nasionach ze zbioru. Pierozan Junior i in. [2017] w efekcie późniejszych siewów soi również uzyskali wzrost zawartości białka w nasionach. Z kolei Umburanas i in. [2018] podają, że późne siewy soi skutkują zmniejszeniem zawartości w nasionach tłuszczu oraz plonu tłuszczu i białka. El Toum

i in. [2020] wykazali, że termin siewu soi istotnie modyfikuje zawartość białka ogólnego, ale nie zmienia zawartości tłuszczu. W wyniku wcześniejszych siewów oznaczyli o 5% więcej białka w nasionach w porównaniu z opóźnionym terminem siewu.

W przeprowadzonym doświadczeniu plon nasion soi średnio kształtował się na poziomie $4,43 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Najwyżej plonowała soja wysiana w drugiej dekadzie kwietnia, a istotnie niżej wysiana w pierwszej dekadzie maja. Uzyskana różnica wyniosła $0,37 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Badane odmiany nie różniły się istotnie plonem nasion. Wykazano, że plonowanie soi było zróżnicowane w latach badań. W 2018 roku plon nasion wyniósł $4,81 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, natomiast w latach 2017 i 2019 był niższy odpowiednio o $0,28$ i $0,86 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (rys. 1).

W badaniach Faligowskiej i in. [2019] plon nasion soi był również zmienny w latach badań. Średnio największą jego wartość odnotowano w 2016 r., a najmniejszą w 2018 r. Odmiany plonowały na poziomie od $1,5$ do $2,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Z wcześniejszego terminu siewu, cytowani autorzy, uzyskali plon nasion wynoszący $1,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, natomiast z terminu optymalnego i opóźnionego odpowiednio $2,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ i $2,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Bateman i in. [2020] podają, że termin siewu ma zasadnicze znaczenie w uprawie soi. Wysiewając nasiona po 20 kwietnia, odnotowali zmniejszenie plonu o $26,7 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ na dzień. Kotecki i Lewandowska [2020] podają, że spadek plonu nasion wynikający z późniejszego siewu soi wyniósł



Rys. 1. Plon nasion soi ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Fig. 1. Seed yield ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)

0,17 t·ha⁻¹ w porównaniu z siewami wcześniejszymi. Kessler i in. [2020] udowodnili, że termin siewu soi ma większe znaczenie niż dobór wczesności odmiany. Mourtzinis i in. [2019] uważają, że optymalny termin siewu uzależniony jest od klimatu danego rejonu. Rattalino Edreira i in. [2017] stwierdzili, że reakcja soi na opóźnienie siewu zależała od sumy opadów w okresie formowania strąków. Khan i in. [2004] oraz Bastidas i in. [2008] uważają, że wraz z opóźnieniem wysiewu nasion soi zmniejszeniu ulega końcowy plon. Kumagai [2018] wykazał, że wczesne siewy soi są korzystniejsze dla roślin z uwagi na zwiększone skumulowane promieniowanie słoneczne. Umburanas i in. [2019] podają, że opóźnienie siewu soi zmniejsza plon z powodu spadku biomasy na 1 m², wskaźnika LAI, wysokości rośliny, wysokości osadzenia dolnych strąków, liczby strąków i nasion na jednostce powierzchni oraz masy tysiąca nasion. Khan i in. [2003] zauważyli, że liczba dni od siewu do dojrzałości roślin zmniejszała się z każdą kolejną datą siewu soi.

WNIOSKI

1. Największą obsadę roślin przed zbiorem uzyskano wysiewając nasiona w trzeciej dekadzie kwietnia, co jednak skutkowało zmniejszeniem liczby strąków na roślinie. Najpóźniejszy siew zwiększył MTN i zawartość białka w nasionach.

2. Odmiana ‘Aligator’ wykształciła większą liczbą strąków na roślinie, odmiana ‘Abelina’ odznaczyła się zaś większą MTN. Badane odmiany nie różniły się istotnie plonem nasion, który wyniósł średnio 4,43 t·ha⁻¹.

3. Największy plon nasion uzyskano, gdy soję wysiewano w drugiej dekadzie kwietnia, a znacznie mniejszy (o 7,9%) w pierwszej dekadzie maja. W 2018 roku soja plonowała na poziomie 4,81 t·ha⁻¹, zaś w latach 2017 i 2019 istotnie niżej, odpowiednio o 0,28 i 0,86 t·ha⁻¹.

PIŚMIENNICTWO

- Bastidas A.M., Setiyono T.D., Dobermann A., Cassman K.G., Elmore R.W., Graef G.L., Specht J.E., 2008. Soybean sowing date: the vegetative, reproductive, and agronomic impacts. *Crop Sci.* 48(2), 727–740. <https://doi.org/10.2135/cropsci2006.05.0292>
- Bateman N.R., Catchot A.L., Gore J., Cook D.R., Musser F.R., Irby J.T., 2020. Effects of planting date for soybean growth, development, and yield in the southern USA. *Agronomy* 10(596), 1–11. <https://doi.org/10.3390/agronomy10040596>
- Calviño P.A., Sadras V.O., Andrade F.H., 2003a. Development, growth and yield of late-sown soybean in the southern Pampas. *Eur. J. Agron.* 19(2), 265–275. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(02\)00050-3](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(02)00050-3)
- Calviño P.A., Sadras V.O., Andrade F.H., 2003b. Quantification of environmental and management effects on the yield of late-sown soybean. *Field Crops Res.* 83(1), 67–77. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(03\)00062-5](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(03)00062-5)
- Divito G.A., Echeverría H., Andrade F.H., Sadras V.O., 2016. Soybean shows an attenuated nitrogen dilution curve irrespective of maturity group and sowing date. *Field Crops Res.* 186, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.11.004>
- El Toum G.A., Khalifa N.M., Sid Ahmed A.M., Idris H.A., 2020. Effect of planting date and sowing method on yield and grain quality of soybean (*Glycine max* L.) under North Sudan conditions. *Moroccan J. Agri. Sci.* 1(2), 91–94.

- Faligowska A., Panasiewicz K., Szymańska G., Szukała J., Koziara W., Ratajczak K., 2019. Wpływ terminu siewu na plonowanie i wartość siewną nasion soi. *Biuletyn IHAR*, 285, 195–196.
- Ibrahim S.E., 2012. Agronomic studies on irrigated soybeans in central Sudan: II. Effect of sowing date on grain yield and yield components. *Int. J. Agri Sci.* 2(9), 766–773.
- Kessler A., Archontoulis S.V., Licht M.A., 2020. Soybean yield and crop stage response to planting date and cultivar maturity in Iowa, USA. *Agron. J.* 112(1), 382–394. <https://doi.org/10.1002/agj2.20053>
- Khan A.Z., Shah P., Khalil S.K., Ahmed B., 2004. Yield of soybean cultivars as affected by planting date under Peshawar valley conditions. *Nucleus* 41, 93–95.
- Khan A.Z., Shah P., Khalil S.K., Taj F.H., 2003. Influence of planting date and plant density on morphological traits of determinate and indeterminate soybean cultivars under temperate environment. *J. Agron.* 2(3), 146–152. <https://scialert.net/abstract/?doi=ja.2003.146.152>
- Kotecki A., Lewandowska S. (red.) 2020. *Studia na uprawę soi zwyczajnej (Glycine max (L.) Merrill) w południowo-zachodniej Polsce*. Wyd. UP we Wrocławiu, 54–79.
- Kumagai E., Takahashi T., 2020. Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) yield reduction due to late sowing as a function of radiation interception and use in a cool region of northern Japan. *Agronomy* 10, 66. <https://doi.org/10.3390/agronomy10010066>
- Kumagai E., 2018. Effect of early sowing on growth and yield of determinate and indeterminate soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) cultivars in a cool region of northern Japan. *J. Agric. Meteorol.* 74(1), 18–28. <https://doi.org/10.2480/agrmet.D-17-00009>
- Kumar R., Singh K.K., Gupta B.R.D., Baxla A.K., Rathore L.S., Attri S.D., 2002. Optimum sowing dates for soybean in central India using CROPGRO and ClimProb symbiosis. *Meteorol. Appl.* 9(2), 247–254. <https://doi.org/10.1017/S1350482702002104>
- Mourtzinis S., Specht J.E., Conley S.P., 2019. Defining optimal soybean sowing dates across the US. *Sci. Rep.* 9(2800), 1–7. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-38971-3>
- Nico M., Miralles D.J., Kantolic A.G., 2019. Natural post-flowering photoperiod and photoperiod sensitivity: Roles in yield-determining processes in soybean. *Field Crops Res.* 231, 141–152. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.10.019>
- Pierozan Junior C., Kawakami J., Schwarz K., Umburanas R.C., Del Conte M.V., Müller M.M.L., 2017. Sowing dates and soybean cultivars influence seed yield, oil and protein contents in subtropical environment. *J. Agric. Sci.* 9(6), 188–198. <https://doi.org/10.5539/jas.v9n6p188>
- Praczyk T. (red.), 2017. *Instrukcja uprawy soi*. Wyd. IOR-PIB w Poznaniu, 1–50.
- Rao M.S.S., Mullinix B.G., Rangappa M., Cebert E., Bhagsari A.S., Sapra V.T., Joshi J.M., Dadson R.B., 2002. Genotype x environment interactions and yield stability of food grade soybean genotypes. *Agron. J.* 94(1), 72–80.
- Rattalino Edreira J.I., Mourtzinis S., Conley S.P., Roth A.C., Ciampitti I.A., Licht M.A., Kandel H., Kyveryga P.M., Lindsey L.E., Mueller D.S., Naeve S.L., Nafziger E., Specht J.E., Stanley J., Staton M.J., Grassini P., 2017. Assessing causes of yield gaps in agricultural areas with diversity in climate and soils. *Agric. For. Meteorol.* 247, 170–180. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.07.010>
- Robinson A.P., Conley S.P., Volenc J.J., Santini J.B., 2009. Analysis of high yielding, early-planted soybean in Indiana. *Agron. J.* 101(1), 131–139. <https://doi.org/10.2134/agronj2008.0014x>
- Sadeghi S.M., Niyaki S.A.N., 2013. Effects of planting date and cultivar on the yield and yield components of soybean in north of Iran. *J. Agric. Biol. Sci.* 8(1), 81–85.
- Setiyono T.D., Weiss A., Specht J.E., Bastidas A.M., Cassman K.G., Dobermann A., 2007. Understanding and modeling the effect of temperature and daylength on soybean phenology under high-yield conditions. *Field Crops Res.* 100(2–3), 257–271. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2006.07.011>
- Specht J.E., Hume D.J., Kumudini S.V., 1999. Soybean yield potential – A genetic and physiological perspective. *Crop Sci.* 39, 1560–1570. <https://doi.org/10.2135/cropsci1999.3961560x>

- Tyagi S.D., Khan M.H., Teixeira Da Silva J.A., 2011. Yield stability of some soybean genotypes across diverse environments. *Int. J. Plant Breed.* 5(1), 37–41.
- Umburanas R.C., Yokoyama A.H., Balena L., Dourado-Neto D., Teixeira W.F., Zito R.K., Reichardt K., Kawakami J., 2019. Soybean yield in different sowing dates and seeding rates in a subtropical environment. *Int. J. Plant Prod.* (13), 117–128. <https://doi.org/10.1007/s42106-019-00040-0>
- Umburanas R.C., Yokoyama A.H., Balena L., Lenhani G.C., Teixeira Â.M., Krüger, R.L., Reichardt K., Kawakami J., 2018. Sowing dates and seeding rates affect soybean grain composition. *Int. J. Plant Prod.* 12(3), 181–189. <https://doi.org/10.1007/s42106-018-0018-y>
- Uslu N., Esendal E., 1998. Response of inoculation and sowing date of soybean under Bafra plain conditions in the Northern region of Turkey. *Trop. J. Agric. For.* 22, 525–531.
- Woźniak E., Twardowski T., 2018. GMO – czy w Polsce możliwa jest hodowla zwierząt gospodarskich bez pasz GM? *Nauka* 3, 155–173.

Źródło finansowania badań: Doświadczenie zostało sfinansowane z programu wieloletniego Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi na lata 2016–2020, pt. „Zwiększenie wykorzystania krajowego białka paszowego dla produkcji wysokiej jakości produktów zwierzęcych w warunkach zrównoważonego rozwoju”. Uchwała nr 222/2015 Rady Ministrów z dnia 15 grudnia 2015 r.

Summary. The aim of the research was to determine the reaction of two soybean cultivars to the different sowing date. The arrangement of weather conditions was variable in individual years and had a modifying effect on the assessed features and parameters. As a result, the seed yield ranged from 3.95 t·ha⁻¹ in 2017 to 4.81 t·ha⁻¹ in 2018. Sowing seeds in the third decade of April resulted in a significant increase in the plant density before harvesting, but at the same time decreased the number of pods on the plant. The highest MTN was obtained after sowing the seeds at the latest date. Sowing seeds in the second decade of April allowed to obtain a higher seed yield by 0.37 t·ha⁻¹ compared to sowing in the first decade of May. The May sowing date significantly increased the protein content in seeds in relation to the earliest sowing date. Protein and fat yields did not differ significantly in terms of variety and sowing date. The cultivar Alligator produced more pods on the plant, while the cultivar ‘Abelina’ produced seeds with a higher MTN. The cultivars studied did not differ significantly in seed yield, which amounted to 4.43 t·ha⁻¹ on average.

Key words: *Glycine max* (L.) Merrill, sowing date, yield components, yield, chemical composition of seeds

Received: 19.01.2021

Accepted: 31.03.2021