



Katedra Agronomii, Politechnika Bydgoska im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich,
Al. prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz, Polska

* e-mail: borowska@pbs.edu.pl

JANUSZ PRUSIŃSKI , MAGDALENA BOROWSKA *

Wpływ odmiany i terminu siewu na przezimowanie i plonowanie grochu siewnego (*Pisum sativum* L.) w województwie kujawsko-pomorskim

The effect of variety and the sowing date on overwintering and yielding
of the pea (*Pisum sativum* L.) in the Kuyavian-Pomeranian Voivodeship

Streszczenie. Przedmiotem badań była ocena plonowania 14 zagranicznych odmian grochu siewnego wysiewanych w 3 terminach jesiennych i terminie wiosennym, w którym wysiewano krajową odmianę Batuta. Ścisłe dwuczynnikowe doświadczenia polowe przeprowadzono w 3 sezonach wegetacyjnych (2017/2018, 2018/2019 i 2019/2020). Określano wiosenną obsadę roślin, plon nasion, zawartość i plon białka w nasionach oraz indeks powierzchni liściowej (LAI). W pierwszym i drugim terminie siewu w 2017 r. nie przezimowały żadne odmiany, a w terminie trzecim – tylko 5 odmian. Z powodu suszy wiosną 2018 r. średni plon nasion wszystkich odmian zagranicznych wynosił zaledwie 1,63 t·ha⁻¹. W sezonie 2018/2019 dzięki korzystniejszym warunkom termicznym nie przezimowało tylko 6 odmian z pierwszego terminu i 2 odmiany z drugiego terminu siewu. Jednak w 2019 r. zanotowano skrajnie niekorzystne warunki wilgotnościowe, dlatego średni plon nasion z tych terminów wynosił zaledwie 1,90 t·ha⁻¹. Wszystkie badane odmiany przezimowały jedynie w korzystnym sezonie 2019/2020 i ich średni plon nasion z badanych terminów wynosił 3,52 t·ha⁻¹, a najwyższy plon uzyskano w trzecim jesiennym terminie siewu.

Słowa kluczowe: groch siewny, odmiana, termin siewu, przezimowanie, LAI, plonowanie

WSTĘP

Groch siewny uważany za główną roślinę bobowatą grubonasienną i białkową w Europie jest gatunkiem, którego uprawa może ograniczać import białka sojowego

Cytowanie: Prusiński J., Borowska M., 2023. Wpływ odmiany i terminu siewu na przezimowanie i plonowanie grochu siewnego (*Pisum sativum* L.) w województwie kujawsko-pomorskim. *Agron. Sci.* 78(4), 47–61. <https://doi.org/10.24326/as.2023.5224>

wykorzystywanego w żywieniu ludzi i zwierząt, zwłaszcza w rejonach o umiarkowanym klimacie [Crîngaşu 2015, Reckling i in. 2020]. Wysokość i wierność plonowania jarych odmian roślin bobowatych są silnie uzależnione od warunków klimatycznych, zwłaszcza od ilości i rozkładu opadów [Daryanto i in. 2015]. Plonowanie grochu siewnego charakteryzuje się jednak dużą zmiennością. W latach suchych największy wpływ na plonowanie grochu z siewu wiosennego ma stres wodny i najczęściej towarzysząca mu wysoka temperatura powietrza [Benezit i in. 2017]. Z kolei groch wysiewany jesienią rozwija się w nieoptymalnych warunkach termicznych i musi przetrwać okresy mrozu o różnej długości i nasileniu [Bourion i in. 2003].

Zimotrwałość grochu jest złożoną cechą i nie zależy wyłącznie od zdolności rośliny do wytrzymania niskiej temperatury [Bertrand i Castonguay 2003]. Groch jest bardzo podatny na uszkodzenia spowodowane przez mróz, który jest głównym stresorem abiotycznym i jednym z głównych czynników ograniczających jego produkcję na całym świecie [Maqbool i in. 2010, Rubiales i in. 2013]. Jednak w wielu krajach, np. we Francji [Gatien i in. 2020], Niemczech [Urbatzka i in. 2012], Bułgarii [Iantcheva i Vasileva 2021], Serbii [Mihailović i in. 2013], Rumunii [Crîngaşu 2015], Szwajcarii [Hebeisen i Charles 2003], Turcji [Homer i in. 2016] czy też we Włoszech [Annicchiarico i Iannuci 2007] wysiewane są zimujące odmiany grochu siewnego, które plonują wyżej od odmian jarych. Podczas zimowania rośliny narażone są na liczne stropy abiotyczne i biotyczne [Bertrand i Castonguay 2003]. W trakcie łagodnych zim odmiany grochu nie są silnie uszkodzane przez mróz, ale są atakowane przez choroby [Benezit i in. 2017]. Według Bourion i in. [2003] rośliny grochu stają się tolerancyjne na mróz, jeżeli najpierw zostaną wystawione na niską, ale niezagrażającą ich dalszemu wzrostowi temperaturę (aklimatyzacja do zimna). Jest to złożony proces obejmujący wiele zmian fizjologicznych i metabolicznych.

W Szwajcarii groch ozimy z powodzeniem zastąpił formę jarą, gdyż tylko odmiany typu zimowego zapewniały wystarczającą mrozoodporność do siewu jesiennego [Hebeisen i Charles 2003]. Także w krajach bałkańskich groch wysiewa się tylko jesienią, a nowe odmiany mają wydłużony okres wegetacji – od siewu na początku października do zbioru w połowie lipca następnego roku [Mihailovic i in. 2013]. Wyniki badań w Serbii [Mikić i in. 2011] wykazały, że lokalne odmiany grochu oraz populacje z Niemiec i Francji charakteryzują się znaczną odpornością na niską temperaturę. Bozoglu i in. [2007] stwierdzili, że siew jesienny grochu pozwolił na uzyskanie wyższego plonu nasion ($2124 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), a także wartości strukturalnych elementów plonowania niż z siewu wiosennego ($1646 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Z kolei w badaniach Chen i in. [2006] plon nasion zimujących odmian grochu siewnego był o $1830 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ większy niż z siewu wiosennego. Także w Polsce podejmowane były próby uprawy ozimych zagranicznych odmian grochu siewnego [Prusiński 2011, 2016], w tym także z Francji [Andrzejewska i in. 2005]. Były one jednak nieudane z powodu niedostatecznej zimotrwałości roślin i dużej zmienności ich przezimowania.

Zakłada się, że ocieplenie klimatu będzie coraz bardziej korzystnie wpływać na przezimowanie grochu siewnego i jego wyższe plonowanie niż z siewu wiosennego. Potrzebne są zatem dalsze badania nad adaptacją odmian grochu siewnego do siewu jesiennego. Celem badań była ocena przydatności do uprawy w Polsce 14 zagranicznych odmian grochu siewnego wysiewanych w 3 jesiennych terminach siewu i porównanie ich plonowania z grochem z siewu wiosennego. Hipoteza badań zakładała, że wydłużenie okresu wegetacji grochu dzięki wysiewowi jesienią wpłynie korzystnie na tempo wzrostu i rozwoju roślin wiosną, co powinno przyczynić się do znacząco wyższego ich plonowania.

MATERIAŁ I METODY

Ścisłe dwuczynnikowe doświadczenia polowe przeprowadzono w układzie losowanych bloków w 3 powtórzeniach w sezonach 2017/2018, 2018/2019 i 2019/2020 na polach Stacji Badawczej Wydziału Rolnictwa i Biotechnologii UTP (obecnie Politechniki Bydgoskiej) w miejscowości Mochełek. Badania prowadzono na glebie płowej, klasy bonitacyjnej IV a, kompleksu żyniego dobrego o pH 5,5–6,5. Średnia zawartość fosforu wynosiła 100–152 mg P·kg⁻¹, potasu 140–200 mg K·kg⁻¹, a magnezu 78–106 mg Mg·kg⁻¹. Przedplonem w każdym roku badań była pszenica ozima. Zgodnie z zasadami doświadczalnictwa rolniczego zastosowano standardowe zabiegi uprawy roli. We wszystkich latach badań przedsewne nawożenie mineralne grochu wynosiło odpowiednio 30 kg N·ha⁻¹, 70 kg P·ha⁻¹ i 85 kg K·ha⁻¹. Przed wysiewem nasiona zaprawiano karboksyną i tiuramem (ZN Vitavax 200 FS) i pokrywano polimerem Sepiret 3280 Red w dawkach zgodnych z zaleceniami. Groch wysiewano na głębokość 5–6 cm. Normę wysiewu grochu zwiększano o 20%, do 120 kiełkujących nasion na 1 m² – jesienią z obawy przed niekorzystnymi warunkami termicznymi w okresie zimy, a wiosną z powodu bardzo wczesnego terminu siewu. Obsadę roślin obliczano po ruszeniu wiosennej wegetacji za pomocą kwadratowej ramki o powierzchni 1 m². Jesienią i wiosną każdego roku bezpośrednio po siewie badanych odmian grochu stosowano linuron (Afalon Dyspersyjny 450 SC w ilości 1,4 dm³·ha⁻¹), a w połowie maja nitrofenolan (Asahi SL w stężeniu 0,6 dm³·ha⁻¹) w celu pobudzenia i wzmocnienia roślin po rozpoczęciu wiosennej wegetacji. Na wiosenne chwasty stosowano Corum 502,4 SL (bentazon 480 g·dm⁻³ + imazamoks 22,4 g·dm⁻³) i Dash HC (adjuwant) w dawce odpowiednio 1,25 + 0,6 dm³·ha⁻¹. W połowie czerwca każdego roku zasiewy grochu opryskiwano preparatem owadobójczym Proteus 110 O D (tiachlopryd) w dawce 0,6 dm³·ha⁻¹ przeciwko strąkowcowi, a wszystkie poletka w fazie dojrzewania i wysychania nasion przykrywano siatką cieniówką chroniącą nasiona przed żerowaniem gołębi. Powierzchnia poletka do siewu wynosiła 21,24 m², a do zbioru 20 m². Zbiór grochu wykonywano za pomocą kombajnu poletkowego OYORD w sezonach: 2017/2018 – 10 lipca, 2018/2019 – 15–17 lipca i 2019/2020 – 4–10 sierpnia.

W doświadczeniu wykorzystano 14 zagranicznych odmian grochu pochodzących z obszarów o szerokości geograficznej z zakresu 39°N–56°N oraz jedną odmianę krajową Batuta wysiewaną tylko wiosną. Przedmiotem badań były następujące odmiany zagraniczne: czeska Arkta, niemieckie Aviron, Dexter, Myster, Pandora i Santana, francuskie Assas, Audit i James, szwedzka Capella, tureckie Furkan i Ozkaynak oraz amerykańskie Lynx i Windham. Uwzględniono 4 terminy siewu w 3 powtórzeniach dla każdej odmiany. Łącznie z grochem siewnym Batuta wysiewanym tylko wiosną w każdym sezonie obsiewano 228 poletek (tab. 1). Każdego roku w fazie pełnego kwitnienia mierzono wartość

Tabela 1. Terminy siewu odmian grochu siewnego w kolejnych sezonach wegetacyjnych
Table 1. Sowing dates of pea cultivars in successive growing seasons

Sezon Season	Termin siewu/ Date of sowing			
	I	II	III	IV
2017/2018	26.09.	10.10.	24.10.	20.03.
2018/2019	27.09.	15.10.	29.10.	21.03.
2019/2020	4.10.	15.10.	28.10.	30.03.

LAI (Leaf Area Index) na 114 poletkach za pomocą systemu Sun Scan Canopy Analysis System. Zawartość azotu podano w przeliczeniu na białko ogólne, stosując przelicznik 6,25. Plon białka wyliczono z dwóch powtórzeń jako wypadkową plonu nasion i zawartości białka ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$).

W sezonie 2017/2018 groch miał bardzo dobre warunki wilgotnościowe do kiełkowania i wschodów. Miesięczna suma opadów w październiku 2017 r. była ponad trzykrotnie wyższa (106,8 mm) niż w wieloleciu 1981–2010 (31,5 mm). Jednak w maju i czerwcu 2018 r. zanotowano znaczące obniżenie sumy opadów, co znacząco ograniczało wzrost wegetatywny i rozwój generatywny roślin. Dopiero w drugiej dekadzie lipca zanotowano wysoką sumę opadów (tab. 2). Jednak w 2018 r. doszło do uszkodzeń mrozowych i wysmalania roślin. W styczniu 2018 r. temperatura powietrza spadała do -10°C , a przez 21 dni utrzymywała się poniżej 0°C , natomiast w lutym najniższa temperatura powietrza wyniosła $-15,0^{\circ}\text{C}$, a przez 27 dni utrzymywała się poniżej 0°C , a w marcu temperatura

Tabela 2. Średnia temperatura powietrza i suma opadów w latach badań i wieloleciu
Table 2. Average air temperature and rainfall totals in the research years

Miesiąc Month	2017/ 2018	2018/ 2019	2019/ 2020	Wielolecie	2017/ 2018	2018/ 2019	2019/ 2020	Wielolecie
	średnia temperatura powietrza average air temperature ($^{\circ}\text{C}$)				suma opadów total precipitation (mm)			
Wrzesień September	13,0	15,0	13,0	13,1	78,4	17,0	98,5	46,0
Październik October	10,0	9,0	9,1	8,2	106,8	34,0	35,9	31,5
Listopad November	4,1	3,0	5,0	4,0	30,0	41,3	69,6	33,5
Grudzień December	2,0	1,0	2,0	0,4	38,8	42,7	21,0	38,5
Styczeń January	2,1	-0,7	2,1	-1,1	46,3	32,6	37,7	32,7
Luty February	-2,2	2,0	3,1	-0,1	5,01	18,0	36,0	27,3
Marzec March	-3,5	5,0	3,1	3,2	16,0	28,1	26,0	32,2
Kwiecień April	9,0	9,0	8,0	7,9	40,4	1,05	0,7	8,2
Maj May	14,0	12,0	10,1	13,1	14,0	89,2	34,6	49,3
Czerwiec June	19,0	21,0	17,1	16,1	26,0	17,7	154	52,8
Lipiec July	18,0	18,6	18,0	18,6	86,0	22,4	85,1	69,8
Sierpień August	23,0	19,0	19,1	17,9	23,0	13,5	9,0	62,6

spadała do $-16,0^{\circ}\text{C}$ i przez 26 dni utrzymywała się poniżej 0°C , co spowodowało wymarzenie niemal wszystkich roślin.

Rozwój roślin grochu w sezonie 2018/2019 na początku wegetacji przebiegał prawidłowo. W grudniu i styczniu maksymalny spadek temperatury powietrza wyniósł $-8,0^{\circ}\text{C}$; odnotowano łącznie 7 dni z temperaturą poniżej 0°C . W lutym 2019 r. minimalna temperatura wynosiła $-3,5^{\circ}\text{C}$ i stwierdzono tylko 4 dni z temperaturą poniżej 0°C , a w marcu odpowiednio $-1,0^{\circ}\text{C}$ i 2 dni, co korzystnie wpływało na przezimowanie roślin. Po rozpoczęciu wegetacji w marcu, a zwłaszcza w kwietniu, suma opadów była zdecydowanie niższa od średniej wieloletniej, co nie sprzyjało szybkim wschodom polowym badanych odmian wysianych jesienią 2018 r. oraz wiosną 2019 r. W okresie wegetacji w 2019 r. najwyższą średnią temperaturę powietrza zanotowano w czerwcu -21°C . Także w lipcu i sierpniu temperatura dekadowa była wyższa od średniej wieloletniej.

Przebieg warunków termicznych w sezonie 2019/2020 był bardzo korzystny. Nie stwierdzono ujemnej temperatury powietrza w okresie zimowym – najniższą średnią temperaturę zanotowano w grudniu 2019 r. ($2,0^{\circ}\text{C}$) i w styczniu ($2,1^{\circ}\text{C}$) 2020 r., a spadki temperatury w lutym i marcu nie wpływały negatywnie na przezimowanie żadnej z badanych odmian grochu. W październiku i listopadzie 2019 r. spadło łącznie prawie 106 mm, co pozwoliło roślinom z wszystkich terminów siewu na dobre wschody polowe. Jednak opady wiosną 2020 r. były niskie, a suma dla trzeciego, czwartego i piątego terminu siewu wynosiła zaledwie odpowiednio 26,1 mm, 0,7 mm i 34,6 mm. Wysokie sumy opadów w czerwcu, lipcu i sierpniu przyczyniały się do znacznego opóźnienia dojrzewania roślin do zbioru, zwłaszcza z czwartego terminu siewu.

Do oceny statystycznej w sezonie 2017/18 wykorzystano jednoczynnikową, a w sezonach 2018/2019 i 2019/2020 dwuczynnikową analizę wariancji (ANOVA). Istotność różnic pomiędzy średnimi obiektowymi weryfikowano testem HSD Tukeya na poziomach istotności $\alpha = 0,001$, $\alpha = 0,01$ i $\alpha = 0,05$. Dane opracowano przy użyciu oprogramowania STATISTICA w wersji 13.3 (StatSoft, Tulsa, OK, USA). W tabelach średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różniły się istotnie.

WYNIKI

Jesienią 2017 r. obsada roślin badanych odmian grochu z trzech terminów siewu przed wejściem w okres spoczynku była bardzo dobra i przekraczała nieco zakładaną. Jednak do wiosny z pierwszego i drugiego terminu siewu nie przetrwały żadne odmiany, a wzrost kontynuowały tylko rośliny z siewu w trzecim terminie i tylko w jednym powtórzeniu. Należały do nich odmiany: Dexter, Furkan, Lynx, Ozkaynak oraz Windham (tab. 3). Ich średnia obsada wynosiła tylko 55,6 roślin na 1 m^2 , podczas gdy w czwartym – wiosennym terminie siewu wynosiła 104 rośliny na 1 m^2 . Istotnie najwyższą obsadą w sezonie wiosennym charakteryzowały się odmiany James, Furkan i Assas. Obsada odmiany Batuta wynosiła 109 roślin na 1 m^2 .

W 2018 r. plon nasion odmian zagranicznych z wiosennego terminu siewu średnio wyniósł zaledwie $1,63\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$; istotnie najniżej plonowała tylko odmiana James ($0,87\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), a plony pozostałych odmian nie różniły się istotnie (tab. 4). Plon nasion odmiany Batuta wysianej wiosną był znacząco wyższy ($2,48\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), od plonów odmian zagranicznych. Średnia zawartość białka grochu wynosiła $229\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ i stwierdzono istotne różnice tej cechy u badanych odmian. Największą zawartością białka charakteryzowała się od-

Tabela 3. Obsada badanych odmian grochu siewnego na 1 m² po rozpoczęciu wiosennej wegetacji w 2018 rokuTable 3. The density of the tested pea cultivars per 1 m² after the beginning of spring vegetation in the year 2018

Odmiana Cultivar	Termin siewu/ Date of sowing			
	I	II	III	IV
Arkta	–	–	–	102 ^{gh}
Assas	–	–	–	114 ^{ab}
Audit	–	–	–	108 ^{c-f}
James	–	–	–	117 ^a
Aviron	–	–	–	111 ^{b-d}
Dexter	–	–	66 ^b	112 ^{b-d}
Myster	–	–	–	105 ^{fg}
Pandora	–	–	–	112 ^{b-d}
Santana	–	–	–	106 ^{e-g}
Capella	–	–	–	110 ^{b-e}
Furkan	–	–	45 ^c	112 ^{a-c}
Ozkaynak	–	–	34 ^d	107 ^{d-f}
Lynx	–	–	69 ^a	106 ^{ef}
Windham	–	–	64 ^b	99 ^h
Średnio/Mean	–	–	55,6	104
ANOVA	–	–	***	***

Różne litery oznaczają istotne różnice ($p \leq 0,05$); ta sama litera oznacza wartości nieróżniące się istotnie ($p \leq 0,05$); ns – różnica nieistotna; * poziom istotności $p \leq 0,05$; ** poziom istotności $p \leq 0,01$; *** poziom istotności $p \leq 0,001$

The averages in the columns with the same marked letter were not significantly different (ANOVA followed by Tukey's HSD test, $p < 0.05$). ANOVA results: *** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$; ns – non-significant

miana Capella (248 g·kg⁻¹), a najniższą Arkta (221 g·kg⁻¹) i Dexter (219 g·kg⁻¹). Plon białka odmian zagranicznych był niski i wynosił od 213 kg·ha⁻¹ (James) do 442 kg·ha⁻¹ (Audit), a średnio wynosił zaledwie 372 kg·ha⁻¹. Tymczasem plon białka Batuty był znacząco wyższy i wynosił 558 kg·ha⁻¹. Indeks pokrycia liściowego LAI (leaf area index) wykazał istotnie wyższe wartości dla odmian Arkta (3,80) i Ozkaynak (3,70) niż odmian Windham (1,50) i James (1,55). LAI Batuty (2,47) był statystycznie podobny do większości odmian zagranicznych, z wyjątkiem odmian James i Windham o istotnie niższym LAI.

Wraz z coraz bardziej korzystnymi warunkami termicznymi w sezonie 2018/2019 średnia obsada z 4 terminów siewu wynosiła kolejno od 29,6 szt·m⁻² (pierwszy termin siewu) do istotnie najwyższej – 114 w czwartym terminie. Istotnie średnio najwyższą obsadą charakteryzowała się odmiana Assas (102), chociaż statystycznie podobnie także odmiany Arkta (91,9), Windham (91,9), Ozkaynak (94,3) i Lynx (86,6). Stwierdzono istotną zależność między czynnikami doświadczenia – w drugim i trzecim jesiennym terminie siewu istotnie najwyższą obsadą charakteryzowały się odmiany Assas, Ozkaynak, Myster i Windham

(tab. 5). Podobnie średni plon nasion grochu z kolejnych terminów siewu także ulegał wzrostowi i wynosił od 0,837 t·ha⁻¹ w pierwszym terminie siewu do 2,48 t·ha⁻¹ w czwartym terminie siewu, jednak średnio tylko 1,90 t·ha⁻¹. Plon nasion badanych odmian w sezonie 2018/2019 był mocno zróżnicowany – od najwyższego 2,85 t·ha⁻¹ odmiany James do bardzo niskich – 1,42 t·ha⁻¹ odmiany Lynx, 1,13 t·ha⁻¹ – Audit i 1,03 t·ha⁻¹ – Santana. Plon nasion Batuty z siewu wiosennego wynosił 3,08 t·ha⁻¹. Jesienne terminy siewu – drugi i trzeci sprzyjały istotnie wyższemu plonowaniu odmian James (4,03 t·ha⁻¹ i 3,12 t·ha⁻¹), Dexter (3,91 t·ha⁻¹ i 2,89 t·ha⁻¹) oraz Myster (3,53 t·ha⁻¹ i 2,98 t·ha⁻¹), natomiast w terminie wiosennym najwyższe plony nasion zebrano także z odmian James (3,10 t·ha⁻¹) i Dexter (2,93 t·ha⁻¹). Stwierdzono wysoką i statystycznie podobną zawartość białka z trzech jesiennych terminów siewu; zawartość białka w nasionach odmiany Batuta wynosiła 233 g·kg⁻¹. Istotnie wyższą zawartością białka w nasionach pochodzących z pierwszego terminu siewu charakteryzowało się aż 9 odmian: Arkta, Assas, Audit, Dexter, Myster, Furkan, Ozkayanak, Pandora i Lynx. Drugi termin siewu okazał się istotnie korzystny dla odmian James, Aviron, Dexter i Myster, a trzeci termin – dla odmian Santana i Furkan. Plon białka wzrastał istotnie

Tabela 4. Plon nasion (t·ha⁻¹), zawartość białka (g·kg⁻¹) i plon białka (kg·ha⁻¹) oraz LAI w sezonie 2017/2018

Table 4. Seed yield (t·ha⁻¹), protein content (g·kg⁻¹) and protein yield (kg·ha⁻¹) and also LAI in the season 2017/2018

Odmiana Cultivar	Plon nasion Seed yield (t·ha ⁻¹)	Zawartość białka Protein content (g·kg ⁻¹)	Plon białka Protein yield (kg·ha ⁻¹)	LAI
Arkta	1,74 ^a	220 ^c	385 ^b	3,80 ^a
Assas	1,65 ^{ab}	229 ^{a-c}	378 ^{ab}	3,05 ^{ab}
Audit	1,98 ^a	223 ^{bc}	442 ^a	2,05 ^{ab}
James	0,87 ^b	244 ^{ab}	213 ^b	1,55 ^b
Aviron	1,73 ^a	232 ^{a-c}	400 ^{ab}	2,65 ^{ab}
Dexter	1,91 ^a	219 ^c	419 ^a	1,90 ^{ab}
Myster	1,69 ^a	232 ^{a-c}	393 ^{ab}	1,90 ^{ab}
Pandora	1,78 ^a	237 ^{a-c}	423 ^a	2,25 ^{ab}
Santana	1,83 ^a	234 ^{a-c}	429 ^a	2,20 ^{ab}
Capella	1,33 ^{ab}	248 ^a	331 ^{ab}	2,45 ^{ab}
Furkan	1,59 ^{ab}	229 ^{a-c}	364 ^{ab}	3,30 ^{ab}
Ozkayanak	1,63 ^{ab}	222 ^{bc}	362 ^{ab}	3,70 ^a
Lynx	1,48 ^{ab}	222 ^{bc}	329 ^{ab}	1,85 ^{ab}
Windham	1,55 ^{ab}	217 ^c	336 ^{ab}	1,50 ^b
Średnio/Mean	1,63	229	372	2,44
ANOVA	***	***	**	**

Różne litery oznaczają istotne różnice ($p \leq 0,05$); ta sama litera oznacza wartości nieróżniące się istotnie ($p \leq 0,05$); ns – różnica nieistotna; * poziom istotności $p \leq 0,05$; ** poziom istotności $p \leq 0,01$; *** poziom istotności $p \leq 0,001$

The averages in the columns with the same marked letter were not significantly different (ANOVA followed by Tukey's HSD test, $p < 0.05$). ANOVA results: *** $p < 0.001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0.05$; ns – non-significant.

Tabela 5. Obsada roślin, plon nasion, zawartość i plon białka oraz LAI w sezonie 2018/2019
Table 5. Plant density, seed yield, content and protein yield, as well as LAI in the season 2018/2019

Wyszczególnienie Specification		Obsada roślin (szt.·m ⁻²) Plant density (pcs.·m ⁻²)	Plon nasion Seed yield (t·ha ⁻¹)	Zawartość białka Protein content (g·kg ⁻¹)	Plon białka Protein yield (kg·ha ⁻¹)	LAI
Termin siewu Date of sowing (T)	I	29,6 ^c	0,837 ^c	265 ^a	222 ^c	1,77 ^d
	II	77,0 ^b	2,07 ^b	268 ^a	555 ^b	2,66 ^c
	III	81,4 ^b	2,21 ^b	265 ^a	586 ^{ab}	3,77 ^b
	IV	114 ^a	2,51 ^a	250 ^b	627 ^a	3,89 ^a
Odmiana Cultivar (O)	Arkta	91,9 ^{a-c}	1,96 ^{c-e}	266 ^a	521 ^{c-e}	4,40 ^b
	Assas	102 ^a	1,97 ^{c-e}	266 ^a	524 ^{c-e}	4,39 ^b
	Audit	35,1 ^g	1,13 ^g	280 ^a	302 ^{gh}	1,61 ^j
	James	67,3 ^{ef}	2,85 ^a	258 ^{a-c}	735 ^a	2,06 ⁱ
	Aviron	70,2 ^{d-f}	2,14 ^{bc}	250 ^{bc}	535 ^{b-d}	2,94 ^d
	Dexter	77,3 ^{c-e}	2,43 ^b	271 ^a	659 ^{ab}	2,07 ⁱ
	Myster	76,8 ^{c-e}	2,19 ^{bc}	272 ^a	596 ^{bc}	2,15 ^h
	Pandora	83,7 ^{b-e}	2,09 ^{b-d}	272 ^a	568 ^{bc}	3,38 ^c
	Santana	36,3 ^g	1,03 ^g	249 ^{bc}	256 ^h	1,61 ^j
	Capella	56,3 ^f	1,68 ^{ef}	256 ^{a-c}	430 ^{ef}	2,43 ^f
	Furkan	85,7 ^{b-d}	1,71 ^{d-f}	261 ^{a-c}	446 ^{d-f}	5,29 ^a
	Ozkaynak	94,3 ^{ab}	1,70 ^{d-f}	266 ^a	452 ^{d-f}	5,27 ^a
	Lynx	86,6 ^{a-d}	1,42 ^g	267 ^a	379 ^{fg}	2,22 ^g
Windham	91,9 ^{a-c}	2,30 ^{bc}	247 ^c	568 ^{bc}	2,51 ^e	
Średnio/Mean		75,4	1.90	261	500	3.02
ANOVA	T	***	***	***	***	***
	O	***	***	***	***	***
	T × O	***	***	***	***	***

Różne litery oznaczają istotne różnice ($p \leq 0,05$); ta sama litera oznacza wartości nieróżniące się istotnie ($p \leq 0,05$); ns – różnica nieistotna; * poziom istotności $p \leq 0,05$; ** poziom istotności $p \leq 0,01$; *** poziom istotności $p \leq 0,001$

The averages in the columns with the same marked letter were not significantly different (ANOVA followed by Tukey's HSD test, $p < 0.05$). ANOVA results: *** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$; ns – non-significant.

wraz z opóźnieniem terminu siewu – z 222 kg·ha⁻¹ z pierwszego terminu do 619 kg·ha⁻¹ z terminu wiosennego. Istotnie najwyższym plonem białka charakteryzowała się odmiana James (735 kg·ha⁻¹). Do odmian o najniższym plonie białka w sezonie 2018/2019 zaliczyć należy Santana (256 kg·ha⁻¹), Audit (302 kg·ha⁻¹) i Lynx (379 kg·ha⁻¹). Plon białka odmiany Batuta w sezonie 2018/2019 wynosił 718 kg·ha⁻¹ i był znacząco wyższy, o 233 kg od średniej wszystkich odmian zagranicznych. W drugim i trzecim terminie siewu znacząco wyższe

Tabela 6. Obsada roślin, plon nasion ($t \cdot ha^{-1}$), zawartość ($g \cdot kg^{-1}$) i plon białka ($kg \cdot ha^{-1}$) oraz LAI w sezonie 2019/2020Table 6. Plant density, seed yield ($t \cdot ha^{-1}$), content (%) and protein yield ($kg \cdot ha^{-1}$), as well as LAI in the season 2019/2020

Wyszczególnienie Specification		Obsada roślin (szt.·m ²) Plant density (pcs.·m ²)	Plon nasion Seed yield (t·ha ⁻¹)	Zawartość białka Protein content (g·kg ⁻¹)	Plon białka Protein yield (kg·ha ⁻¹)	LAI
Termin siewu Date of sowing (T)	I	112 ^a	3,18 ^c	203 ^b	646 ^c	2.71 ^c
	II	109 ^a	3,82 ^b	207 ^b	791 ^b	3.45 ^c
	III	111 ^a	4,32 ^a	210 ^a	907 ^a	4.69 ^b
	IV	106 ^a	2,77 ^d	192 ^c	532 ^d	7.71 ^a
Odmiana (O)	Arkta	117 ^{ab}	2,62 ^f	221 ^a	579 ^{de}	6.28 ^{ab}
	Assas	112 ^{a-c}	2,79 ^{ef}	207 ^{b-d}	578 ^{de}	7.15 ^a
	Audit	101 ^{bc}	4,10 ^{a-c}	202 ^{c-e}	828 ^{a-c}	3.52 ^c
	James	106 ^{a-c}	3,79 ^{bc}	199 ^{d-f}	754 ^{a-d}	2.86 ^c
	Aviron	104 ^{a-c}	4,77 ^a	186 ^f	887 ^a	3.99 ^{bc}
	Dexter	110 ^{a-c}	4,56 ^{ab}	193 ^{ef}	880 ^{ab}	3.39 ^c
	Myster	112 ^{a-c}	3,98 ^{a-c}	192 ^{ef}	764 ^{a-d}	3.00 ^c
	Pandora	108 ^{a-c}	3,80 ^{bc}	217 ^{ab}	825 ^{a-c}	5.50 ^{a-c}
	Santana	95 ^c	3,60 ^{c-e}	197 ^{d-f}	709 ^{b-e}	3.37 ^c
	Capella	109 ^{a-c}	3,64 ^{cd}	203 ^{c-e}	739 ^{a-e}	3.26 ^c
	Furkan	118 ^{ab}	3,28 ^{c-f}	201 ^{c-e}	659 ^{c-e}	7.94 ^a
	Ozkaynak	121 ^a	2,85 ^{d-f}	209 ^{a-c}	596 ^{de}	7.95 ^a
	Lynx	108 ^{a-c}	2,76 ^f	200 ^{c-e}	552 ^e	3.23 ^c
Windham	111 ^{a-c}	2,80 ^{c-f}	212 ^{a-c}	594 ^{de}	3.54 ^c	
Średnia		109	3,52	203	710	4,64
ANOVA	T	ns	***	***	***	***
	O	***	***	***	***	***
	T × O	ns	***	***	***	ns

Różne litery oznaczają istotne różnice ($p \leq 0,05$); ta sama litera oznacza wartości nieróżniące się istotnie ($p \leq 0,05$); ns – różnica nieistotna; * poziom istotności $p \leq 0,05$; ** poziom istotności $p \leq 0,01$; *** poziom istotności $p \leq 0,001$

The averages in the columns with the same marked letter were not significantly different (ANOVA followed by Tukey's HSD test, $p < 0.05$). ANOVA results: *** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$; ns – non-significant

plony białka uzyskano z odmian James ($1186 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ i $838 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), Dexter ($1100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ i $752 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) i Myster ($1010 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ i $798 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), natomiast termin wiosenny sprzyjał uzyskaniu wyższych plonów białka z odmian Audit, James i Dexter. Także LAI z czterech terminów siewu wzrastał istotnie w kolejnych terminach, od 1,77 w pierwszym terminie do 3,89 w czwartym terminie. Istotnie najwyższą wartością LAI charakteryzowały się odmiany Furkan (5,29) i Ozkaynak (5,27) przy średniej wartości LAI 3,02. W badanym sezonie

wegetacyjnym wystąpiła istotna interakcja między terminem siewu a odmianą. W każdym terminie siewu wyróżniającymi się pod względem LAI odmianami były Furkan i Ozkaynak, a także Arkta i Assas.

Średnia obsada roślin odmian grochu siewnego wysianych jesienią 2019 r. wynosiła 110 na 1 m², a wiosną 2020 r. 106 roślin na 1 m². Obsada odmiany Batuta wynosiła 91 roślin na 1 m². Nie stwierdzono istotnych różnic w obsadzie badanych odmian w kolejnych terminach siewu (tab. 6). Istotnie najwyższą średnią obsadą charakteryzowała się odmiana Ozkaynak (121), istotnie wyższą od obsady odmian Audit i Santana. Istotnie najwyższy plon nasion grochu uzyskano z siewu w trzecim terminie (4,32 t·ha⁻¹), a najniższy w terminie czwartym (2,77 t·ha⁻¹), średnio 3,52 t·ha⁻¹ (tab. 6). Plon odmiany Aviron (4,77 t·ha⁻¹) był istotnie wyższy od większości pozostałych odmian, z wyjątkiem odmian Dexter (4,56), Audit (4,10) i Myster (3,98). Z kolei istotnie najniższymi plonami charakteryzowały się odmiany Arkta (2,62) Assas (2,79) Lynx (2,76) i Windham (2,80). Plon nasion odmiany Batuta (4,76 t·ha⁻¹) w siewie wiosennym był znacząco wyższy od 5 odmian zagranicznych: Arkta, Assas, Ozkaynak, Lynx i Windham. Istotna interakcja wskazuje, iż pierwszy termin siewu sprzyjał plonowaniu odmian Aviron, Dexter, Myster i Pandora, termin drugi – Aviron i Dexter, a termin trzeci – Audit i Aviron; w terminie wiosennym najwyższym plonem nasion charakteryzowały się odmiany Audit i Dexter.

W trzecim terminie siewu stwierdzono też istotnie najwyższą zawartość i plon białka. Odmiany Arkta (221 g·kg⁻¹), Pandora (21.7 g·kg⁻¹) i Windham (21.0 g·kg⁻¹) charakteryzowały się istotnie największą zawartością białka grochu, a odmiany Aviron (887 kg·ha⁻¹), Dexter (880 kg·ha⁻¹), Pandora (825 kg·ha⁻¹), Audit (828 kg·ha⁻¹), Capella (739 kg·ha⁻¹), James (754 kg·ha⁻¹) i Myster (764 kg·ha⁻¹) istotnie największym plonem białka. W każdym z jesiennych terminów siewu istotnie najwyższą zawartość białka w nasionach stwierdzono u odmiany Arkta odpowiednio 221 g·kg⁻¹, 231 g·kg⁻¹ i 241 g·kg⁻¹, a w terminie wiosennym u odmiany Pandora 222 g·kg⁻¹. W pierwszym i drugim terminie siewu pod względem plonu białka istotnie wyróżniały się odmiany Aviron, Dexter i Pandora, w trzecim terminie Audit, Aviron, Dexter, Pandora, Myster, Santana i Capella, natomiast w wiosennym Audit, James, Dexter Myster i Santana. Stwierdzono także znacząco różnicowaną wartość LAI. W 2020 r. wartość LAI była istotnie najwyższa z siewu grochu w czwartym terminie siewu. Do istotnie najwyższej wartości LAI zaliczono odmiany Furkan (7,94), Assas (7,15) i Arkta (6,28).

DYSKUSJA

Obserwowany stopniowy wzrost temperatury powietrza w najbliższych latach przyczyni się zapewne do coraz większego niedoboru wody w okresie wegetacji, dlatego większe znaczenie będą miały odmiany upraw wykorzystujących efektywnie zasoby wody zimowej [Prusiński 2016]. Według Kilian i in. [2020] jednym ze sposobów złagodzenia wpływu zmian klimatycznych na produkcję roślinną jest wyhodowanie odmian tolerancyjnych na te zmiany, a także odpornych na inne czynniki abiotyczne i biotyczne [Rubiales i in. 2013, Castel i in. 2017, Prusiński i Borowska 2022]. Neugschwandtner i in. [2019] uważają, że przejście ze standardowego siewu wiosennego do siewu jesiennego może być sposobem na wzrost powierzchni upraw roślin bobowatych w Europie Środkowej. Jednak groch wysiewany jesienią niemal zawsze rozwija się w nieoptymalnych warunkach termicznych, musi przetrzymać okresy mrozu o różnym nasileniu i długości, co skut-

kuje niestabilnością plonów, a następnie małym zainteresowaniem uprawą grochu wśród rolników [Reckling i in. 2018]. Stąd termin siewu grochu jest jednym z najważniejszych czynników warunkujących właściwe jego przezimowanie. W wielu krajach europejskich jesienny termin siewu jest powszechnie stosowany, m.in. w Wielkiej Brytanii, Rumunii czy Francji. Jednak w badaniach własnych stwierdzono znaczące różnice w przezimowaniu zagranicznych odmian – od niemal 100-procentowego wymarznienia w sezonie 2017/2018 do 100-procentowego przezimowania w sezonie 2019/2020. Podobną zmienność stwierdzili także inni autorzy [Bertrand i Castonguay 2003, Benezit i in. 2017].

W okresie zimy 2017/2018 panowały bardzo niesprzyjające warunki termiczne do uprawy roślin bobowatych, z temperaturą od -10°C do nawet -16°C w 2017 r., co, podobnie jak w badaniach własnych [Prusiński 2016] i Andrzejewskiej i in. [2005], spowodowało niemal 100-procentowe wymarznienie roślin z trzech jesiennych terminów siewu. Z kolei w sezonie 2018/2019, z maksymalnym spadkiem temperatury do -8°C , tylko część odmian z pierwszego (6) i drugiego (2) terminu siewu jesiennego przestała rosnąć i się rozwijać. Także Homer i in. [2016] oraz Gatien i in. [2020] stwierdzili zróżnicowane przeżycie odmian grochu w temperaturze -8°C . Tylko w sezonie 2019/2020, po znacząco wyższych temperaturach w okresie zimowania, wszystkie odmiany grochu z pierwszego, drugiego i trzeciego terminu siewu wiosną nadal rosły i się rozwijały. Na podstawie wyników badań własnych stwierdzono, że optymalny jesienny termin siewu grochu w Polsce przypada pod koniec października. Potwierdzają to wyniki badań Neugschwandner i in. [2015], którzy zaobserwowali, że późniejszy jesienny siew grochu skutkuje wcześniejszym kwitnieniem i dłuższym czasem trwania faz rozwojowych, co pozwala na uzyskiwanie wyższych plonów nasion. W badaniach Bozoglu i in. [2007] z siewu jesiennego uzyskano znacząco wyższy plon nasion ($2124\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) niż z siewu wiosennego ($1646\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Wydaje się jednak, że w warunkach Polski i znaczącej zmienności temperatury powietrza nie można spodziewać się każdorazowo takiego efektu. Plon nasion polskiej odmiany Batuta (czwarty – tylko wiosenny termin siewu) w sezonie 2018/2019 był wyższy od 8 odmian zagranicznych, a w 2019/2020 – od 7 odmian, co wyraźnie wskazuje na jej większe przystosowanie do krajowych warunków termiczno-wilgotnościowych. Tylko w siewie wiosennym w 2018 r. gorzej od odmiany Batuta plonowała zaledwie jedna odmiana zagraniczna. Warto zatem podkreślić, że średni plon nasion odmiany Batuta w kolejnych sezonach z siewu wiosennego był niemal zawsze wyższy od średnich plonów badanych odmian zagranicznych i w trzech jesiennych sezonach wynosił kolejno $2,48\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$; $3,08\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ i $4,76\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Tymczasem średni plon nasion odmian zagranicznych z trzech terminów siewu wynosił odpowiednio $1,63\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, $1,90\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ i $3,52\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Trudniejszy do wyjaśnienia jest bardzo niski średni plon nasion grochu z siewu wiosennego w 2020 r. – plon Batuty był bardzo wysoki ($4,76\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), ale średni plon badanych odmian zagranicznych w sezonie 2019/2020 wynosił tylko $2,77\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Można przypuszczać, że przyczyną był niedobór opadów w kwietniu ($0,7\text{ mm}$) i maju ($34,6\text{ mm}$) w 2020 r., co jest dość często obserwowane w województwie kujawsko-pomorskim. Jednak wysokie sumy opadów w kolejnych miesiącach, zwłaszcza w czerwcu i lipcu, przyczyniały się do znacznego opóźnienia dojrzewania roślin, zwłaszcza z ww. czwartego terminu siewu. Także Prusiński i Borowska [2022] stwierdzili znaczącą wrażliwość odmian grochu na deficyt opadów – w latach o większej ilości opadów plon nasion był prawie o połowę wyższy niż w sezonach suchych.

Wysoka niestabilność plonowania grochu skutkuje niskim, zaledwie 1,5-procentowym udziałem jego zasiewów w powierzchni gruntów ornych w Europie. Tymczasem już

w latach 1999–2001 w Turcji plon nasion grochu ozimego z siewu jesiennego był istotnie wyższy niż grochu jarego z siewu wiosennego [Bozoglu i in. 2007], co świadczy o powodzeniu hodowli i coraz bardziej odpornych na niską temperaturę odmianach na niższej niż w badaniach własnych szerokości geograficznej, np. w krajach bałkańskich, gdzie groch siewny wysiewa się tylko jesienią [Mihailović i in. 2013]. W badaniach Vocanson i Jeuffroy [2005] we Francji siew listopadowy wpływał na wzrost plonu nasion grochu o $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, co także oznacza, że nowe odmiany ozime, o wcześniejszym zakwitaniu, będą znacząco zwiększać plonowanie.

Groch siewny jest doskonałym źródłem białka, a także węglowodanów i mikroelementów [Crîngaşu 2015, Inatcheva i Vasilieva 2021]. Według Hebstein i Charles [2003] średnia zawartość białka w grochu ozimym jest nieco niższa niż w jarym. W nasionach badanych odmian z trzech jesiennych terminów siewu w sezonach 2018/2019 i 2019/2020 wynosiła odpowiednio $261 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ i $203 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, tj. tylko nieco więcej niż w nasionach odmiany Batuta – $233 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ i $188 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$. LAI grochu zmienia się w zależności od sezonowych zmian w aktywności roślin [Bertrand i Castonguay 2003] i zazwyczaj jest najwyższy wiosną, kiedy wytwarzane są nowe liście, a najniższy późnym latem, kiedy liście się już starzeją. Jednak badania własne wskazują na istotnie większą wartość LAI tylko u odmian grochu uprawianych w sezonie z dużymi opadami deszczu. Także Richard i in. [2013] wykazali, że większe zagęszczenie roślin w okresie wilgotnym skutkowało wzrostem wartości LAI. W kolejnych sezonach badań własnych, średnia wartość LAI zagranicznych odmian grochu wzrastała i wynosiła średnio z terminów siewu – 2,44 (2018), 3,02 (2019) i 4,64 (2020). Warto podkreślić, że indeks LAI odmiany Batuta wynosił w kolejnych sezonach 2,47, 4,57 i 9,89, co wynikało bezpośrednio najpewniej z coraz bardziej korzystnych warunków wilgotnościowych.

Zdaniem Vadez i in. [2012] dla dodatkowych ok. 3 mld ludzi spodziewanych na świecie do 2050 r. konieczne będzie zwiększenie ilości żywności o ok. 50%. Niemal stale duża niestabilność wielkości plonów grochu w latach badań skutkuje niskim, zaledwie 1,5-procentowym udziałem jego zasiewów w powierzchni gruntów ornych w Europie. Być może dwie niemieckie odmiany grochu dedykowane obecnie do siewu jesiennego, tj. Dexter i James, dostępne w Polsce umożliwią wprowadzenie w kraju ozimej uprawy grochu. Można założyć, że hodowla coraz bardziej zimotrwałych odmian grochu, także do siewu jesienią, przyczynić się będzie potencjalnie do zmniejszania importu białka do Europy. Pewną nadzieję na wyższe plony i zbiory grochu siewnego może dawać też nowe podejście do systemów uprawy roślin bobowatych na polu i na poziomie gospodarstwa [Reckling i in. 2020], co może przyczynić się do korzystniejszej ekonomicznie i ekologicznie produkcji grochu siewnego.

PODSUMOWANIE

Tylko w sezonie 2019/2020 panowały warunki do przezimowania wszystkich odmian grochu z siewów jesiennych. We wszystkich terminach obserwowano bardzo duże zróżnicowanie plonu nasion badanych odmian. W sezonach 2018/2019 i 2019/2020 w jesiennych terminach siewu istotnie najwyższej plonowały kolejno odmiany James, Dexter i Myster oraz Dexter, Audit i Myster. Przy dużej zmienności w plonowaniu grochu plon nasion odmiany Batuta wysiewanej wiosną był wyższy od średniego plonu odmian zagranicznych wysiewanych jesienią we wszystkich sezonach wegetacyjnych. Zróżnico-

wanie pochodzenia geograficznego badanych odmian zagranicznych – od szwedzkiej odmiany Capella do tureckich odmian Furkan i Ozkaynak oraz amerykańskich Lynx i Windham – nie wpływało znacząco na ich przezimowanie i plonowanie w Polsce. Zwiększanie odporności nowych odmian grochu na deficyt opadów i ich niekorzystną częstotliwość w okresie wegetacji może okazać się bardziej efektywnym sposobem na wzrost ich plonowania niż poszukiwanie nowych odmian zagranicznych do zasiewów jesiennych. Aktualnie wydaje się, że dalsze badania nad wykorzystaniem zagranicznych odmian grochu wysiewanych jesienią nie mają w Polsce uzasadnienia. Wprawdzie w kilku krajowych firmach prowadzono badania nad ich uprawą, ale jak dotychczas hodowcy nie podjęli decyzji o ich rejestracji w COBORU do zasiewów jesiennych grochu w Polsce.

PIŚMIENNICTWO

- Andrzejewska J., Marciniak J., Skinder Z., Skotnicka E., 2005. Wartość gospodarcza ozimych odmów hodowlanych grochu siewnego (*Pisum sativum* L.) w warunkach regionu kujawsko-pomorskiego. Acta Sci. Pol., Agric. 4 (1), 5–15.
- Annicchiarico P., Iannucci A., 2007. Winter survival of pea, faba bean and white lupin cultivars in contrasting Italian location and sowing times, and implication for selection. J. Agric. Sci. 145(6), 611–622. <https://doi.org/10.1017/S0021859607007289>
- Benezit M., Biarnes V., Jeuffroy M-H., 2017. Impact of climate and diseases on pea yield: what perspectives with climate change. Topical issue on: Oil – and protein-crops and climate change. OCL 24(1), D103. <https://doi.org/10.1051/oc/2016055>
- Bertrand A., Castonguay Y., 2003. Plant adaptations to overwintering stresses and implications of climate change. Can. J. Bot. 81(12), 1145–1152. <https://doi.org/10.1139/b03-129>
- Bourion V., Lejeune-Henaut I., Munier-Jolain N., Salon Ch., 2003. Cold acclimation of winter and spring peas: carbon partitioning as affected by light intensity. Eur. J. Agron. 19(4), 535–548. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(03\)00003-0](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(03)00003-0)
- Bozoglu H., Peksen E., Peksen A., Gulumser A., 2007. Determination of the yield performance and harvesting periods of fifteen pea (*Pisum sativum* L.) cultivars sown in autumn and spring. Pak. J. Bot. 39(6), 2017–2025.
- Castel T., Lecomte Ch., Yves R., Lejeune-Hénaut I., Larmure A., 2017. Frost stress evolution and winter pea ideotype in the context of climate warming at a regional scale. OCL 24(1), D106. <https://doi.org/10.1051/oc/2017002>
- Chen Ch., Miller P., Muehlbauer F., Neill K., Wichman D., McPhee K., 2006. Winter pea and lentil response to seeding data and micro- and macro-environments. Agron. J. 98(6), 1655–1663. <https://doi.org/10.2134/agronj2006.0085>
- Crîngaşu A., 2015. Perspective in winter peas breeding program. Sci. Pap., B, Hort. 59.
- Daryanto S., Wang L., Jacinthe P.A., 2015. Global synthesis of drought on food legume production. PLoS One 10(6), e0127401. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127401>
- Gatien F., Vermure A., Journet E-P., Mathias Ch., Bedoussac L., Justes E., 2020. Contrasted response to climate change on winter and grain legumes in southwestern France. Project: Climate CAFE: Climate change adaptability of cropping and farming systems. Field Crops Res. 259, 107967.
- Hebeisen Th., Charles R., 2003. Cultivation of spring peas and winter peas. AGRAR Forschung 10(1), 14–19.
- Homer A., Sahin M., Kucukozdemir U., 2016. Evaluation of pea (*Pisum sativum* L.) germplasm for winter hardiness in Central Anatolia, Turkey, using field and controlled environment. Czech J. Genet. Plant Breed. 52(2), 55–63. <https://doi.org/10.17221/186/2015-CJGPB>
- Iantcheva A., Vasileva V., 2021. Winter pea in south-east Europe. Legumes Translated Practice Note 26.

- Kilian B., Dempewolf H., Guarion L., Werner P., Coyone C., Warburton M.L., 2020. Crop Science special issue: Adapting agriculture to climate change: A walk on the wild side. *Crop Sci.* 61(1), 32–36. <https://doi.org/10.1002/csc2.20418>
- Maqbool A., Shafiq S., Lake L., 2010. Radiant frost tolerance in pulse crops; a review. *Euphytica* 172, 1–12. <https://doi.org/10.1007/s10681-009-0031-4>
- Mihailović V., Mikic A., Karagic D., Milosevic B., Pataki I., 2013. Breeding autumn-sown annual legumes for temperate regions. W: A. Mikić, D. Rubiales, V. Dordevic (eds), Book of abstracts. First Legume Society Conference 2013: A Legume Odyssey, 9–11 May 2013, Novi Sad, Serbia.
- Mikic A., Mihailovic V., Cupina B., Dordevic V., Milic D., Duc G., Stoddard F.L., Lejeune-Henaut P., Marget P., Hanocg E., 2011. Achievements in breeding autumn-sown annual legumes for temperate regions with emphasis on the continental Balkans. *Euphytica* 180, 57–67. <https://doi.org/10.1007/s10681-011-0453-7>.
- Neugschwandtner R.W., Bernhuber A., Kammlander S., Wagentristsl H., Klimek-Kopyra A., Kaul H.P., 2019. Yield structure components of autumn- and spring-sown pea (*Pisum sativum* L.). *Acta Agric. Scan. B Soil Plant Sci.* 70(2), 109–116. <https://doi.org/10.1080/09064710.2019.1676463>
- Prusiński J., 2011. Proposals of a new solution in legumes production. *Electron. J. Pol. Agric. Univ.* 14(2), #03.
- Prusiński J., 2016. Overwintering and yield of winter cultivars of field pea Assas and white lupine Orus. *Electron. J. Pol. Agric. Univ.* 19(4), #04.
- Prusiński J., Borowska M., 2022. Effect of Planting density and row spacing on the yielding and morphological features of pea (*Pisum sativum* L.). *Agronomy* 12(3), 715. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030715>
- Reckling M., Bergkvist G., Watson K., Stoddard F.L., Bachinger J., 2020. Re-designing organic grain legume cropping systems using systems agronomy. *Eur. J. Agron.* 112, 125951. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2019.125951>
- Reckling M., Doring T., Bergkvist G., Chmielewski F., Stoddard F.L., Watson C.A., Sedeen S., Bachinger J., 2018. Grain legume yield instability has increased over 60 years in long-term field experiments as measured by a scale-adjusted coefficient of variation. W: R. Carlton, B. Smith, K. Topp, C. Watson (eds), *Advances in legume science and practice. Aspects of applied biology* 138, 15–20.
- Richard B., Bussiere F., Langrume C., Rouault F., Jumel S., Favire R., Tivoli B., 2013. Effect of pea canopy architecture on microclimate and consequences on ascochyta blight infection under field conditions. *Eur. J. Plant Pathol.* 135, 509–524. <https://doi.org/10.1007/s10658-012-0132-0>
- Rubiales D., Barilli E., Rispaill N., Prats E., Fernandez-Aparicio M., Castillejo M.A., Iglesias-Garcia R., Fondevilla S., 2013. Breeding for stress resistance in legumes. W: A. Mikić, D. Rubiales, V. Dordevic (eds), Book of abstracts. First Legume Society Conference 2013: A Legume Odyssey, 9–11 May 2013, Novi Sad, Serbia, 187.
- Urbatzka O., Gras R., Haase T., Schuler C., Hes J., 2012. Influence of different sowing dates of winter pea genotypes on winter hardening and productivity as either winter catch crop or seed legume. *Eur. J. Agron.* 40, 112–119. <https://doi.org/10.1016/J.EJA.2012.03.001>
- Vadez V., Berger J.D., Warkentin T., Asseng S., Ratnakumar P., Poorna Chandra Rao K., Gaur P.M., Munier-Jolain N., Larmure A., Voisin A-S., Sharma H.C., Pande S., Sharma M., Krishnamurthy L., Zaman M.A., 2012. Adaptation of grain legumes to climate change: a review. *Agron. Sustain. Dev.* 32, 31–44. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0020-6>
- Vocanson A., Jeuffroy M.H., 2005. Agronomic performance of different pea cultivars under various sowing periods and contrasting soil structure. *Agron. J.* 100(3), 748–759. <https://doi.org/10.2134/agronj2005.0301>

Źródło finansowania: Badania wykonano dzięki Programowi Wieloletniemu 2016–2020 „Zwiększenie wykorzystania krajowego białka paszowego dla produkcji wysokiej jakości produktów zwierzęcych w warunkach zrównoważonego rozwoju” Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi, zadanie HOR 3.5.1. Określenie możliwości uprawy ozimych form roślin bobowatych grubonasiennych w warunkach agroklimatycznych Polski.

Summary. The subject of the study was the evaluation of the yield of 14 foreign pea cultivars sown in 3 autumn terms and in the spring term, in which the domestic cultivar Batuta was also sown. Strict 2-factor field experiments were conducted in 3 growing seasons (2017/2018, 2018/2019 and 2019/2020). Spring plant density, seed yield, protein content and yield in seeds and leaf area index (LAI) were determined. In the 1st and 2nd sowing date in 2017, no varieties overwintered, and in the 3rd date – only 5 varieties. Due to the drought in spring 2018, the average seed yield of all foreign varieties was only 1.63 t·ha⁻¹. In the 2018/2019 season, thanks to more favorable thermal conditions, only 6 varieties from the 1st date and 2 varieties from the 2nd sowing date did not overwinter. However, in 2019, extremely unfavorable humidity conditions were recorded, which is why the average seed yield from the examined dates was only 1.90 t·ha⁻¹. Only in the favorable 2019/2020 season, all varieties from all autumn sowing dates overwintered, and their average seed yield from the examined dates was 3.52 t·ha⁻¹.

Key words: pea, cultivar, sowing date, overwintering, LAI, yielding

Otrzymano/Received: 20.06.2023

Zaakceptowano/Accepted: 22.12.2023

Online first: 27.03.2024

Opublikowano:/Published: 18.04.2024

