

PERSPEKTYWY UPRAWY SOI W POLSCE

MONIKA KŁOSOWICZ¹, KATARZYNA PANASIEWICZ¹, ANNA KOLANOŚ¹

¹Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu,
ul. Dojazd 11, 60-632 Poznań

Synopsis. Soja stanowi jeden z najważniejszych gatunków roślin bobowatych grubonasiennych, stanowiących bogate źródło białka i oleju zarówno dla ludzi, jak i zwierząt gospodarskich. Wzrost liczby ludności na świecie wiąże się ze zwiększającym się zapotrzebowaniem na nasiona soi i jej produkty, a także paszę. Aktualnie głównym problem hodowli soi jest przede wszystkim wysokość uzyskiwanego plonu nasion, mała stabilność plonowania, długi okres wegetacji roślin, wrażliwość na wiosenne chłody i niskie sumy opadów oraz wysokość osadzenia pierwszego strąka. W praktyce problem stanowi stosunkowo niewielka liczba odmian w Krajowym Rejestrze, a także często brak znajomości agrotechniki. Jednak postępujący postęp biologiczny, a także zmiany klimatyczne będą sprzyjały uprawie tego gatunku również w Polsce.

Słowa kluczowe: *Glycine max*, hodowla, agrotechnika, odmiana, znaczenie gospodarcze

CHARAKTERYSTYKA BIOLOGICZNA

Soja (*Glycine max* (L.) Merrill.) to roślina pochodząca z południowo-wschodniej Azji, która została udomowiona ponad 3000 lat temu ze względu na jadalne strąki i nasiona. Gatunek ten należy do plemienia fasolowe (*Phaseoleace*). Obecnie najważniejsze znaczenie gospodarcze ma soja uprawna – *Glycine hispida* Max. (*Glycine max* (L.) Merrill [Kotecki 2020]). Do Europy nasiona soi dotarły w 1739 roku [Miladinovic i in. 2011, Tyczewska i in. 2014]. W Azji dzikim przodkiem soi była *Glycine ussuriensis*, roślina bobowata pochodząca z centralnych Chin. Najstarsze zachowane nasiona soi przypominające współczesne odmiany pod względem wielkości i kształtu zostały znalezione na stanowiskach archeologicznych w Korei datowanych na około 1000 lat p.n.e.

Soja jest rośliną jednoroczną, zaliczaną do grupy roślin dnia krótkiego o znacznych wymaganiach termicznych. Nasiona soi kiełkują epigeicznie [Mackiewicz 1965], przy optymalnej temperaturze powietrza 10–15°C, a gleby 8–10°C. Roślina ta może charakteryzować się zróżnicowaną wysokością nawet do 1,5 metra w zależności od odmiany. Wyprostowane łodygi pokryte są gęstymi, brązowymi włoskami. Liście są złożone z 3 listkami, naprzemianległe, trójlistkowe z jajowatymi listkami i krótką szypułką. Niepozorne, pozbawione szypułek kwiaty w kolorze od białego do fioletowego występują pojedynczo lub w małych gronach w kątach liści. Soja to roślina samopylna, wytwarza białe lub fioletowe kwiaty. W jednym gronie może znajdować się do 25 kwiatów. Owocem jest strąk o długości do 7 centymetrów, zawierający od 1 do 4 nasion w kolorze żółtym, czarnym lub zielonym [Kotecki 2020]. Cechą charakterystyczną nasion soi jest znaczek na okrywie nasiennej, w zależności od odmiany różni się on kształtem i kolorem.

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address:* katarzyna.panasiewicz@up.poznan.pl

Soja należy do bobowatych grubonasiennych i podobnie jak pozostałe gatunki należące do tej rodziny botanicznej ma zdolność do asymilacji azotu atmosferycznego poprzez symbiozę z korzeniowymi bakteriami brodawkowymi *Bradyrhizobium japonicum*. Dzięki temu soja może być samowystarczalna w azot, co zmniejsza potrzebę stosowania mineralnych nawozów azotowych. Uprawa soi może więc przyczynić się do oszczędności energii i ochrony środowiska poprzez ograniczenie stosowania mineralnych nawozów azotowych [Lorenc-Kozik i Pisulewska 2003]. Stosunkowo niewielka powierzchnia uprawy soi w naszym kraju powoduje, iż bakterie te rzadko występują w stanie naturalnym w glebie [Martyniuk, 2012]. Dlatego korzystnie na rozwój roślin wpływa przedsięwzięte szczepienie nasion tymi bakteriami [Jarecki i Bobrecka-Jamro 2016]. Wiązanie azotu przez bakterie wspomaga rozwój roślin na glebach ubogich w ten pierwiastek bez konieczności dostarczenia nawozów [Kunert i in. 2016].

System korzeniowy soi jest bardzo rozwinięty i sięga nawet do około 120 cm w głąb profilu glebowego. Większość korzeni rozwija się w warstwie ornej gleby, co wpływa również na poprawę jej struktury fizyko-chemicznej. Korzenie soi pobierają składniki pokarmowe wyłukane do głębszych warstw gleby i przenoszą je do warstwy ornej, co przyczynia się do efektywniejszego wykorzystania nawozów mineralnych. Dodatkowo, korzenie rosnące głębiej pomagają rozluźnić dolne warstwy gleby, co przyczynia się do poprawy żyzności gleby. Pomimo, iż soja poprzez symbiozę z bakteriami brodawkowymi ma dostęp do azotu związanego biologicznie, to jednak w uprawie tego gatunku ważną rolę odgrywa zrównoważone nawożenie azotem. Zbyt intensywne dawkowanie tego składnika może działać ograniczająco na rozwój brodawek lub całkowicie zahamować ich wzrost [Korsak-Adamowicz i in. 2007, Soumare i in. 2020].

Gatunek ten może wykazywać wrażliwość na występujące okresowo susze. Wyróżnia się trzy okresy krytyczne, w których wrażliwość soi na niedobór wody jest największa, takie jak: kiełkowanie i wschody, kwitnienie oraz zawiązywanie strąków [Filoda i Mrówczyński 2016, Gawęda i in. 2016].

WYKORZYSTANIE SOI

Soja stanowi ważne gospodarczo źródło oleju i białka na świecie. Nasiona tego gatunku w swoim składzie zawierają od 33 do 45% białka, o dobrze zbilansowanym profilu aminokwasowym oraz 20% tłuszczu o wysokiej zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych [Boczar i Sznajder 2011, Hartman i in. 2011, Lakshmeesha i in. 2013, Anwar i in. 2016, Carrera i Dardanelli 2017, Szpunar-Krok i Wądołowska 2022].

Warto wspomnieć o śrucie sojowej (SBM, ang. soybean meal), która jest najważniejszym źródłem białka stosowanym w żywieniu zwierząt hodowlanych. Inne produkty sojowe są również wykorzystywane, jak np.: sojowe pełnotłuszczowe koncentraty białkowe (SPC, ang. soy protein concentrate), sojowe izolaty białkowe (SPI, ang. soy protein isolate), olej sojowy czy też łupiny sojowe. Głównym powodem wysokiej popularności śruty sojowej jest unikatowa kompozycja aminokwasów, która uzupełnia skład aminokwasowy innych produktów zbożowych stosowanych w żywieniu zwierząt, a szczególnie istotne w przypadku karmienia drobiu i świń, gdzie czynnikiem limitującym wzrost i rozwój jest niedobór aminokwasu lizyny w innych kompozycjach mieszanek paszowych. Białko sojowe zawiera również względnie wysokie stężenie argininy (bardzo istotne w przypadku drobiu) i tryptofanu (ważne w przypadku żywienia świń) [Douglas i in. 1999, Stein i in. 2008]. Pełnotłuste produkty sojowe nie są tak często wykorzystywane do skarmiania świń i drobiu jak śruta sojowa. Podobnie, jak olej sojowy, który zwiększa wartość energetyczną pożywienia zwierząt hodowlanych [Gawęcki 1997, Mitchell i Collins 1999].

Soja wykorzystywana jest również w przemyśle spożywczym oraz medycynie. Wysoka zawartość białka i tłuszczu jest podstawą do produkcji artykułów żywnościowych takich jak izolaty białkowe i oleje. Olej sojowy cieszy się dużą popularnością, szczególnie w Stanach Zjednoczonych i jest wykorzystywany do produkcji margaryn, smażenia oraz do bezpośredniego spożycia. Innymi cenionymi półproduktami są: mleko sojowe, które używane jest w produkcji serów roślinnych a także pełnotłusta mąka do wyrobów cukierniczych, piekarniczych, zup i sosów [Oberdorf i Kosina 2011]. W przemyśle farmaceutycznym wykorzystać można lecytynę pozyskaną z oleju sojowego do produkcji preparatów wzmacniających pamięć i koncentrację [Lichtenstein 1998].

Nasiona soi są surowcem o wyjątkowych właściwościach dietetycznych stanowiąc źródło wartościowego białka, wyjątkowo pożądanym w diecie tłuszczu, witamin, soli mineralnych i związków biologicznie aktywnych takich jak fitosterole. W procesie pozyskiwania napoju sojowego, zwanego powszechnie mleczkiem, zachowane zostają wymienione związki, a uzyskany produkt jest łatwy w konsumpcji i smaczny. Pod względem składu chemicznego napój taki nie może zastąpić mleka ssaków. Dotychczas prowadzone badania dowodzą, że jego regularne spożycie może przyczynić się do znaczącej poprawy zdrowia i zminimalizować ryzyko wystąpienia chorób układu krążenia i nowotworów.

UPRAWA SOI W POLSCE I NA ŚWIECIE

Pochodząca z Chin soja jest prawdopodobnie jedną z najstarszych roślin uprawnych na świecie. Soja jest obecnie najważniejszą rośliną bobowatą grubonasienną na świecie i szóstą ze wszystkich roślin uprawnych pod względem całkowitych zbiorów, a także najczęściej produkowaną rośliną oleistą, uprawianą w różnych klimatach na całym świecie. Zróżnicowane warunki agroekologiczne na świecie umożliwiły uprawę tego gatunku aż w 95 państwach [Kotecki i Lewandowska 2020]. Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa (FAO) sklasyfikowała ją jako nasiona oleiste, a nie rośliny bobowate. Stany Zjednoczone, Argentyna, Brazylia, Chiny i Indie są największymi producentami soi na świecie i reprezentują ponad 90% globalnej produkcji soi. W 2000 roku Stany Zjednoczone wyprodukowały 75 milionów ton soi, z czego ponad jedna trzecia została wyeksportowana między innymi do krajów UE [Prusiński 2020]. W ostatnich latach roczne zapotrzebowanie UE na białko paszowe pochodzenia roślinnego kształtuje się na poziomie 27 milionów ton [Raport... 2018]. Głównym źródłem białka roślinnego w UE jest importowana poekstrakcyjna śruta sojowa. Kraje UE od lat stosują śrutę sojową jako podstawowe i najważniejsze źródło białka roślinnego w żywieniu drobiu, świń i bydła drobnego [Prusiński 2020].

Według danych Faostat [2024] uprawa soi na świecie w 2022 roku kształtowała się na powierzchni 133 mln ha, przy średnim plonowaniu na poziomie 26 dt·ha⁻¹. Światowa produkcja soi w latach 2020–2021 wyniosła 368 mln ton [Soystat 2022]. W 2019 r. w UE-27 wyprodukowano 2,8 mln ton soi [Eurostat 2020]. W UE, do której należy Polska, potrzebna jest alternatywa dla pasz GMO. Znaczne uzależnienie od soi genetycznie modyfikowanej w Polsce (roczny import wynosi ok. 2,4 mln ton) i UE (19 mln ton), przy jednoczesnym zakazie uprawy tych form w wielu krajach, stwarza pilną potrzebę produkcji krajowego białka sojowego bez GMO [Panasiewicz i in. 2023]. Kraje UE wykorzystują śrutę sojową jako podstawowe źródło białka roślinnego w żywieniu drobiu, trzody chlewnej i w mniejszym stopniu bydła. Jednym z możliwych sposobów poprawy bilansu białkowego jest pozyskiwanie białka z roślin bobowatych grubonasiennych [Jańczak-Pieniążek i in. 2021, Szpunar-Krok i in. 2021]. Dlatego w wielu krajach nastąpił stopniowy wzrost uprawy tych gatunków, w tym soi. W Polsce w 2022 roku powierzchnia uprawy soi

wyniosła około 18 000 ha [Eurostat 2023] i nadal rośnie, a według danych ARMiR [<https://rejestrupraw.arimr.gov.pl/#>, 2024] zgodnie z przyznanymi płatnościami bezpośrednimi w 2023 roku powierzchnia ta kształtowała się na poziomie 44 441 ha. Podstawowymi czynnikami ograniczającymi zasięg uprawy soi w Polsce są wymagania cieplne i jej reakcja na długość dnia [Kotecki i Lewandowska 2020]. Uprawa soi w Europie Północnej i Środkowej jest nadal stosunkowo nowa. Wielu hodowców podjęło kroki w celu wprowadzenia odmian przystosowanych do chłodniejszych warunków klimatycznych, ale wymaga to czasu. Dlatego nadal obserwujemy brak odmian przystosowanych do regionalnych warunków uprawy, zwłaszcza odmian wczesnych.

Wstąpienie Polski do Unii Europejskiej, a szczególnie wprowadzenie specjalnej płatności obszarowej do powierzchni obsianych bobowatymi oraz możliwość realizacji zazielenienia poprzez ich uprawę, przyczyniło się do wzrostu zainteresowania tą grupą roślin, w tym również soją. Według Jerzaka i Śmiglak-Krajewskiej [2020] rozwój rynku oraz realne zwiększenie wielkości produkcji rodzimych roślin bobowatych grubonasiennych, w tym soi wymaga koncentracji obrotu w skali kraju aby w ten sposób stymulować popyt ze strony zakładów przetwórczych.

Zmiany klimatyczne, a przede wszystkim wzrost temperatury sprzyja dostosowywaniu się roślinom ciepłolubnym do naszej strefy [Żmudzka 2009, Kumagai i Sameshima 2014], a wzrost plonów wielu roślin ciepłolubnych (winorośl, soja, kukurydza) może ulec zwiększeniu nawet o 20–60%. W umiarkowanym klimacie Europy soja, obecnie i w przyszłości, może zatem być ważnym gatunkiem uprawnym o dużym znaczeniu gospodarczym [Kozyra i Górski 2004, Szwajkowski i in. 2008].

W ciągu ostatnich pięciu dekad soja zyskała ogromną popularność i jej spożycie na świecie znacząco wzrosło. Coraz więcej wegetarian wybiera ją jako pełnowartościowy zamiennik mięsa, co skutkuje faktem, że producenci rolni uprawiają soję na coraz większych obszarach. Białko sojowe jest wysokiej jakości składnikiem roślinnym. Brazylia, Stany Zjednoczone i Argentyna są największymi producentami soi na świecie, a ponad 70% pasz i produktów sojowych pochodzi z wspomnianych regionów [Prusiński i in. 2020]. Jednakże, wraz z rosnącym spożyciem soi, pojawiają się także kontrowersje związane z jej uprawą. Wielkie plantacje soi często prowadzą do zmniejszania powierzchni lasów deszczowych oraz zanieczyszczania gleby i wód poprzez stosowanie pestycydów oraz nawozów chemicznych. Ponadto genetycznie modyfikowana soja budzi kontrowersje ze względu na potencjalne skutki dla zdrowia i środowiska [Dreoni i in. 2022, da Silva i in. 2023].

POSTĘP BIOLOGICZNY W UPRAWIE SOI

W Polsce według Jasińskiej i Koteckiego [1993] pierwsze próby aklimatyzacji soi podjęto w 1878 r., przez Sempołowskiego, które jednak nie przyniosły sukcesu. W latach 1928–1938 na Uniwersytecie Poznańskim wyprowadzono 14 odmian, ale o bardzo zróżnicowanym i raczej niskim plonowaniu. W zależności od rejonu plony soi kształtowały się od 9 dt·ha⁻¹ (rejon Wileńszczyzny) do 28 dt·ha⁻¹ (południe kraju oraz okolice Poznania). Dalsze prace hodowlane nad soją kontynuowano po Drugiej Wojnie Światowej, a w latach siedemdziesiątych XX wieku w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie uzyskano odmiany o okresie wegetacji 120–130 dni. Prace agrotechniczne Pyzika i innych autorów w latach osiemdziesiątych udowodniły, że istnieje możliwość upraw soi określonych odmian w Polsce zwłaszcza na obszarze południowo-wschodnim [Jasińska i Kotecki 1993]. W ciągu ostatnich lat zauważa się wzrost zainteresowania uprawą soi, zwłaszcza na południu kraju. Kluczowym czynnikiem jest wybór odpowiedniej odmiany, ponieważ długość wegetacji ma wpływ na plonowanie soi. Istotnym aspektem poza wysokością plonu i jego stabilnością jest okres osiągnięcia przez rośliny dojrz-

łości zniwnej, która decyduje o terminie zbioru. Według Koteckiego i Lewandowskiej [2020] w południowo-zachodniej Polsce w uprawie soi należy uzzględnić system uprawy tradycyjnej lub bezorkowej roli, siew od połowy drugiej dekady kwietnia, szczepienie nasion bakteriami brodawkowymi połączone z nawożeniem azotem w dawce 30 lub 60 kg N·ha⁻¹ oraz wysiew 60 nasion o pełnej wartości użytkowej na 1 m².

Aktualnie przyjęty dla soi system badań pozwala na testowanie ich również w doświadczeniach porejestrowych (PDO) zarówno z KR, jak i ze Wspólnotowego Katalogu Odmian Roślin Rolniczych (CCA). Wynika to z konieczności sprawdzenia odmian oferowanych na krajowym rynku nasiennym, głównie pod względem długości okresu wegetacji.

W 2023 roku w Krajowym rejestrze było 40 odmian, z których większość pochodziło z hodowli zagranicznych. Spośród zarejestrowanych odmian 9 zaklasyfikowano jako bardzo wczesne i wczesne, 23 średniowczesne i średniopóźne oraz 9 późnych i bardzo późnych. Ze względu na zainteresowanie odmianami wpisanymi do CCA, COBORU również uwzględniło w ocenie 23 wybrane odmiany (3 bardzo wczesne i wczesne, 10 średniowczesnych i średniopóźnych oraz 10 późnych i bardzo późnych). W 2024 listę tę poszerzono o 6 nowych odmian soi (Adessa – odmiana bardzo wczesna do wczesnej; Astramelix – odmiana średnio późna; Acapulca – odmiana wczesna; Ambella – odmiana bardzo wczesna do wczesnej; Antigua – odmiana bardzo wczesna do wczesnej; Astronomix – odmiana późna).

W Polsce poza zwiększającą się stopniowo ilością odmian zauważalny jest również wzrost plonu nasion. Według danych z FAOSTAT [2024], w Polsce plon soi w 2010 roku średnio wyniósł 11,3 dt·ha⁻¹, w 2010 roku 13,7 dt·ha⁻¹, w 2020 roku 20,7 dt·ha⁻¹, a w 2022 roku wyniósł średnio około 23,9 dt·ha⁻¹. Niska wydajność polskiej uprawy soi wynika głównie z mniejszych inwestycji w technologię uprawy, jak i bardziej niekorzystnych warunków klimatycznych w porównaniu do krajów takich jak, Brazylia czy Argentyna. Polska ma jednak potencjał do poprawy plonów poprzez wprowadzenie nowych technologii oraz selekcję odmian dostosowanych do warunków naszego kraju. Jak dotąd podstawową przyczyną braku rozwoju produkcji soi w Polsce był brak rynkowej struktury organizacyjnej i logistycznej z zakresie obrotu i wykorzystania nasion bobowatych [Czopek i Staniak 2020].

Na przestrzeni lat zauważalna jest również zmienność w powierzchni kwalifikacji plantacji nasiennych soi i ilości namnażanych odmian. W 2010 roku zakwalifikowano 12 plantacji soi o powierzchni 27,5 ha, w 2015 roku było odpowiednio 252 plantacji i 4073,5 ha, w 2020 roku 160 plantacji i 973 ha, a w 2023 roku 273 plantacje o łącznej powierzchni 1716 ha. Zróżnicowana była również ilość objętych kwalifikacją połową odmian soi. W 2010 roku namnażano materiał siewny tylko 4 odmian, spośród których największą powierzchnią charakteryzowała się odmiana Merlin (14,7 ha), w 2015 roku było to już 18 odmian (Mavka – 1048,9 ha), w 2020 roku były ich 33 (Abelina – 222,7 ha), a w 2023 roku kwalifikacją połową objęto już 35 odmian (Adelfia – 272,8 ha).

PODSUMOWANIE

Uprawa soi w Polsce zyskuje popularność ze względu na stosunkowo niewielkie wymagania tej rośliny oraz jej dobre przystosowanie do warunków klimatycznych i glebowych w naszym kraju. Obecnie regiony najbardziej polecane do uprawy soi to obszary południowo-wschodnie, ale wzrost postępu biologicznego, a tym samym pojawianie się nowych odmian wskazuje, że w najbliższych latach uprawa ta może również zostać rozszerzona na pozostałe regiony naszego kraju. Dopracowywanie technologii uprawy soi, a także dobre jej przystosowanie do okresów suszy oraz jak dotąd ograniczona liczba patogenów sprawiają, że plonowanie soi staje się coraz

bardziej stabilne. Wpływa to na wzrost opłacalności produkcji, co z kolei skłoni producentów rolnych do uprawy tego gatunku, a tym samym daje możliwość zwiększenia produkcji rodzimego białka, co być może przyczyni się do uniezależnienia się od importowanej śrutu sojowej, a zwłaszcza soi genetycznie modyfikowanej.

PIŚMIENNICTWO

- Anwar F., Kamal G.M., Nadeemb F., Shabir G. 2016. Variations of quality characteristics among oils of different soybean varieties. *J. King Saud Univ. Sci.* 28: 332–338.
- ARMiR (Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa) – rejestr upraw. 2024. <https://rejestrupraw.arimr.gov.pl/#>, (data dostępu 15.05.2024).
- Boczar P., Sznajder M. 2011. Rozwój światowego rynku olejów roślinnych w latach 1961–2005. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.
- Carrera C.S., Dardanelli J.L. 2017. Water deficit modulates the relationship between temperature and unsaturated fatty acid profile in soybean seed oil. *Crop Sci.* 57: 3179–3189.
- Codex Alimentarius. 2001. *Fats, Oils and Related Products*.
- Czopek K., Staniak M. 2020. Możliwości wykorzystania postępu biologicznego w uprawie soi w Polsce. *Studia i raporty IUNG-PIB*, 61(15): 65–77.
- Douglas M.W., Parsons C.M., Hymowitz T. 1999. Nutritional evaluation of lectin-free soybeans for poultry. *Poult. Sci.* 78: 91–95.
- Dreoni I., Matthews Z., Schaafsma M. 2022. The impacts of soy production on multi-dimensional well-being and ecosystem services: A systematic review. *Journal of Cleaner Production* 335, 130182. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130182>.
- Eurostat. *Agriculture, Forestry and Fishery Statistics – 2020; Edition 2020*, Publications Office of the European Union: Luxembourg, ss. 234.
- FAOSTAT 2024. Available online: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> [dostęp: 15.05.2024].
- Filoda G., Mrówczyński M. (red.). 2016. *Metodyka Integrowanej ochrony i produkcji soi dla doradców*. Wyd. IOR – PIB Poznań. ss. 137.
- Gawęcki J. 1997. *Prawda o tłuszczach*. Wyd. Instytut Danone-Fundacja Promocji Zdrowego Żywienia, Warszawa.
- Gawęda D., Cierpiąła R., Harasim E., Haliniarz M. 2016. Effect of tillage systems on yield, weed infestation and seed quality elements of soybean. *Acta Agrophys.* 23(2): 175–187.
- Hartman G.L., West E.D., Herman T.K. 2011. Crops that feed the World 2. Soybean – worldwide production, use, and constraints caused by pathogens and pests. *Food Security* 3: 5–17. <https://doi.org/10.1007/s12571-010-0108-x>.
- Jańczak-Pieniążek M., Buczek J., Bobrecka-Jamro D., Szpunar-Krok E., Tobiasz-Salach R., Jarecki W. 2021. Morphophysiology, productivity and quality of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) cv. Merlin in response to row spacing and seeding systems. *Agronomy* 11, 403. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020403>.
- Jarecki W., Bobrecka-Jamro D. 2016. Reakcja roślin soi na szczepienie nasion nitraginą oraz nawożenie startowe azotem. *Nauka Przyroda Technologie* 10(1): #12. DOI: 10.17306/J.NPT.2016.1.12
- Jasińska Z., Kotecki A. 1993. *Rośliny strączkowe*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Jerzak M.A., Śmigłak-Krajewska M. 2020. Globalization of the market for vegetable protein feed and its impact on sustainable agricultural development and food security in EU Countries Illustrated by the example of Poland. *Sustainability* 12, 888. Doi: 10.3390/su12030888.
- Korsak-Adamowicz M., Starczewski J., Dopka D. 2007. Oddziaływanie niektórych zabiegów agrotechnicznych na brodawkowanie soi. *Fragm. Agron.* 24(3): 232–237.
- Kotecki A. (red.). 2020. *Uprawa roślin*. Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, T. 1. ss. 538.
- Kotecki A., Lewandowska S. 2020. *Studia nad uprawą soi zwyczajnej (Glycine max (L.) Merrill) w południowo-zachodniej Polsce*. Wyd. UP Wrocław, ss. 225.
- Kozyra J., Górski T. 2004. Wpływ zmian klimatu na uprawę roślin w Polsce. *Klimat – Środowisko – Człowiek*. Polski Klub Ekologiczny, 41–50.

- Kumagai E., Sameshima R. 2014. Genotypic differences in soybean yield responses to increasing temperature in a cool climate are related to maturity group. *Agricultural and Forest Meteorology* 198/199: 265–272.
- Kunert K.J., Vorster B.J., Fenta B.A., Kibido T., Dionisio G., Foyer C.H. 2016. Drought stress responses in soybean roots and nodules. *Front. Plant Sci.* 7, 1015. Doi: 10.3389/fpls.2016.01015
- Lakshmeesha T.R., Sateesh M.K., Vedashree S., Mohammad S.S. 2013. Antifungal activity of some medicinal plants on Soybean seed-borne *Macrophomina phaseolina*. *Journal of Applied Pharmaceutical Science* 3(02): 84–087.
- Lichtenstein A. 1998. Soy protein, isoflavones and cardiovascular disease risk. *The Journal of Nutrition* 128: 158–159.
- Lorenc-Kozik A.M., Pisulewska E. 2003. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem i mikroelementami na plonowanie wybranych odmian soi. *Rośliny Oleiste* 24: 131–142.
- Mackiewicz Z. 1965. *Uprawa soi*. PWRiL Warszawa, ss.70.
- Martyniuk S. 2012. Naukowe i praktyczne aspekty symbiozy roślin strączkowych z bakteriami brodawkowymi. *Polish Journal of Agronomy* 9: 17–22.
- Miladinovic J., Hrustic M., Vidic M. 2011. Soybean. IFVCNS, Novi Sad, Serbia, ss. 511.
- Mitchell J.H., Collins A.R. 1999. Effects of a soy milk supplement on plasma cholesterol levels and oxidative DNA damage in men – a pilot study. *Eur. J. Nutr.* 38: 143–148.
- Obendorf R.L., Kosina S.M. 2011. Soluble Carbohydrates in Soybean. In: *Soybean – Biochemistry, Chemistry and Physiology*, Tzi-Bun Ng (red.). InTechOpen, 11, 201–228.
- Panasiewicz K., Faligowska A., Szymańska G., Ratajczak K., Sulewska H. 2023. Optimizing the amount of nitrogen and seed inoculation to improve the quality and yield of soybean grown in the Southeastern Baltic Region. *Agriculture* 13, 798. <https://doi.org/10.3390/agriculture13040798>.
- Prusiński J. 2020. Cultivation, origin and use of grain legume cultivars in Poland. *Polish Journal of Agronomy* 41: 20–28.
- Prusiński J., Baturó-Cieśniewska A., Borowska M. 2020. Response of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) to mineral nitrogen fertilization and *Bradyrhizobium japonicum* seed inoculation. *Agronomy* 10, 1300. Doi:10.3390/agronomy10091300.
- Report from the Commission to the Council and the European Parliament on the development of plant proteins in the European Union, 2018. COM (2018) 757 final: 1–21.
- Silva R.F.B., Millington J.D.A., Viña A., Dou Y., Moran E., Batistella M., Lapola D.M., Liu J. 2023. Balancing food production with climate change mitigation and biodiversity conservation in the Brazilian Amazon. *Science of the Total Environment* 23, 904, 16668. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.166681
- Soumare A., Diedhiou AG, Thuita M, Hafidi M, Ouhdouch Y, Gopalakrishnan S, Kouisni L. 2020. Exploiting biological nitrogen fixation: A route towards a sustainable agriculture. *Plants (Basel)* 11, 9(8), 1011. Doi: 10.3390/plants9081011.
- Soystats. International: World Soybean Production (soystats.com). 2022. The American Soybean Association. Available online: <http://soystats.com/international-world-soybean-production/> (accessed on 12 February 2023).
- Stein H.H., Berger L.L., Drackley J.K., Fahey G.C., Jr., Hernot D.C., Parsons C.M. 2008. Nutritional properties and feeding values of soybeans and their coproducts. In: *Soybeans, Chemistry, Production, Processing, and Utilization*. Johnson L.A., White P.J., Galloway R. (eds.), AOCS Press, Urbana IL, 613–660.
- Szpunar-Krok E., Wondolowska-Grabowska A. 2022. Quality evaluation indices for soybean oil in relation to cultivar, application of N fertiliser and seed inoculation with *Bradyrhizobium japonicum*. *Foods* 11(5), 762. <https://doi.org/10.3390/foods11050762>.
- Szpunar-Krok E., Wondolowska-Grabowska A., Bobrecka-Jamro D., Jańczak-Pieniążek M., Kotecki A., Kozak M. 2021. Effect of nitrogen fertilisation and inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* on the fatty acid profile of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) seeds. *Agronomy* 11, 941. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050941>.
- Szwejkowski Z., Dragańska E., Suchecki S. 2008. Prognoza wpływu spodziewanego globalnego ocieplenia w roku 2050 na plonowanie roślin uprawnych w Polsce północno-wschodniej. *Acta Agrophys.* 12(3): 791–800.
- Tyczewska A., Gracz J., Twardowski T., Małycka A. 2014. Soja przyszłością polskiego rolnictwa. *Nauka* 4: 121–138.
- Żmudzka E. 2009. Współczesne zmiany klimatu Polski. *Acta Agrophys.* 13(2): 555–568.

M. KŁOSOWICZ, K. PANASIEWICZ, A. KOLANOŚ

PERSPECTIVES OF SOYBEAN CULTIVATION IN POLAND**Summary**

The cultivation of soybeans in Poland is gaining popularity due to the relatively low requirements of this plant and its good adaptation to the climatic and soil conditions in our country. At present, the regions most recommended for soybean cultivation are the southeastern areas, but the increase in biological progress, and thus the emergence of new varieties, indicates that in the coming years this crop may also be extended to other regions of our country. The refinement of soybean cultivation technology, as well as its good adaptation to periods of drought and the limited number of pathogens so far, make soybean yields increasingly stable. This has an impact on increasing the profitability of production, which in turn will encourage agricultural producers to cultivate this species, and thus offers the opportunity to increase the production of indigenous protein, which will perhaps contribute to independence from imported soybean meal, especially genetically modified soybeans.

Key words: *Glycine max*, breeding, agrotechnology, variety, economic importance

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print* – 22.07.2024

Do cytowania – *For citation*:

Kłosowicz M., Panasiewicz K., Kolanoś A. 2024. Perspektywy uprawy soi w Polsce. *Fragm. Agron.* 41(2): 1–8.