

## STUDIA I RAPORTY IUNG-PIB

ZESZYT 61(15): 65-77

2020

**Katarzyna Czopek, Mariola Staniak**MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA POSTĘPU BIOLOGICZNEGO  
W UPRAWIE SOI W POLSCE\**Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy  
w Puławach*

**Słowa kluczowe:** soja zwyczajna, postęp biologiczny, odmiana, rośliny strączkowe, genetyczne modyfikacje

**Wprowadzenie**

Systematyczny wzrost liczby ludności niesie za sobą potrzebę zapewnienia wyżywienia coraz większej populacji. Szacuje się, że do roku 2050 Ziemię zamieszkiwać będzie 9 miliardów ludzi. Według Souza i in. (27), aby zapewnić bezpieczeństwo żywnościowe takiej populacji produkcja żywności powinna zwiększyć się o 70%. Do wytworzenia żywności, zarówno pochodzenia roślinnego jak i zwierzęcego, niezbędna jest produkcja roślinna. Zdaniem Świącickiego i in. (31) konieczne jest podwojenie produkcji zbóż, przy czym wzrost ten w 20% może pochodzić ze zwiększonej powierzchni uprawy, ale w 80% musi ją zapewnić intensyfikacja produkcji. Osiągnięcie wzrostu produkcji rolniczej na taką skalę jest bardzo trudne i wymaga wielu zmian, ale przede wszystkim większego wykorzystania postępu zarówno w hodowli, jak i w uprawie roślin. Wprowadzanie innowacji w różnych obszarach rolnictwa nie jest jednak pozbawione problemów, między innymi ze względu na zmieniający się klimat i związane z tym niekorzystne zjawiska pogodowe, takie jak: susze, ekstremalne temperatury, nawalne deszcze czy gradobicia. Trzeba także mieć na uwadze zwiększone wymagania środowiskowe, dotyczące minimalizowania negatywnego wpływu procesu produkcji na środowisko przyrodnicze, jak również wzrastające wymagania konsumentów dotyczące jakości żywności.

Obok zbóż, ważną rolę w żywieniu ludności oraz produkcji paszy dla zwierząt hodowlanych odgrywają rośliny strączkowe. Soja uważana jest za jeden z najbardziej

\* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.4 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

wartościowych gatunków spośród roślin strączkowych. Produkcja soi na świecie związana jest z jej szerokim wykorzystaniem na cele konsumpcyjne (głównie olej), paszowe (poekstrakcyjna śruta sojowa) oraz przemysłowe (kosmetyki, tworzywa sztuczne, farby i inne). Ponadto olej uzyskiwany z nasion tej rośliny stanowi jeden z podstawowych surowców do produkcji biodiesla. Według danych FAOSTAT (7), w ciągu ostatnich 30-lat światowa produkcja soi wzrosła ponad 3-krotnie i w 2017 roku przekroczyła 350 mln ton (rys. 1). Wśród krajów europejskich Polska stanowi jeden z największych rynków zbytu dla soi i jej przetworów, przy czym należy zaznaczyć, że konsumujemy głównie importowane produkty. Należy do nich śruta sojowa, której import zabezpiecza około 70% krajowych potrzeb na białko paszowe (13). Dlatego postęp w hodowli soi, objawiający się wzrostem liczby nowych odmian przystosowanych do uprawy w warunkach naszego kraju może przyczynić się do rozpowszechnienia uprawy tego gatunku w Polsce oraz wzrostu opłacalności produkcji zwierzęcej poprzez obniżenie kosztów produkcji (33). Jednocześnie, pozwoli to na większe uniezależnienie się naszego kraju od importowanej śruty sojowej oraz wykorzystanie odmian o lepszej jakości, ponieważ importowana soja jest niemal w 90% genetycznie modyfikowana.

### **Znaczenie postępu biologicznego**

Ważnym czynnikiem produkcji poprawiającym efektywność gospodarczą jest postęp biologiczny. Definiowany jest on jako całokształt zmian naturalnych bądź antropogenicznych w organizmach roślinnych i zwierzęcych, wpływających na cechy indywidualne tych organizmów. Z rolniczego punktu widzenia postęp biologiczny jest sumą zmian wpływających na wartość technologiczno-użytkową roślin i zwierząt gospodarskich (17). Poprzez tworzenie nowych odmian, bardziej plennych i o lepszych cechach jakościowych, można skutecznie wpływać na wielkość i jakość produkcji roślinnej. Nowe, ulepszone odmiany lepiej odpowiadają współczesnej praktyce rolniczej i wymaganiom rynku oraz są dostosowane do zmian środowiska naturalnego. Są też czynnikiem intensyfikującym produkcję rolniczą, która jest przyjazna środowisku i ma charakter ekologiczny. Zdaniem Oleksiaka i Arseniuka (20) hodowla nowych odmian jest także najtańszym sposobem zwiększenia i rozwoju produkcji rolnej.

Nowe odmiany roślin uprawnych powinny charakteryzować się szeregiem korzystnych cech użytkowych, takich jak: duża plenność, odporność na choroby, odporność na uprawę w warunkach stresów abiotycznych czy przydatność do przetwórstwa (33). Tempo wdrażania postępu biologicznego zależy od wielu czynników. Najważniejszym z nich jest znajomość genetycznych podstaw procesów i zjawisk związanych z ulepszaniem roślin uprawnych oraz wykorzystanie nowoczesnych metod i technologii z zakresu biologii i genetyki. Dzięki nowym technikom hodowlanym możliwe jest przyspieszenie postępu odmianowego, który pozwala na uzyskanie genotypów dostosowanych do konkretnych warunków środowiska (32).

Stosowane nowoczesne metody biotechnologiczne wymagają zaangażowania dużych środków finansowych, dlatego hodowla nowych odmian jest procesem długotrwałym i kosztochłonnym (31). Sposobem na zwrot zainwestowanych środków jest sprzedaż kwalifikowanego materiału siewnego, bądź licencji na rozmnażanie nowo powstałych odmian. Dlatego też, bardzo istotnym elementem związanym z postępowaniem biologicznym jest nasiennictwo, które umożliwi przenoszenie efektów hodowli do praktyki, poprzez reprodukcję i obrót materiałem siewnym. Wykorzystanie postępu biologicznego w praktyce rolniczej jest więc uwarunkowane stosowaniem kwalifikowanego materiału siewnego o wysokiej jakości i zdrowotności. Efekty produkcyjne, jakie wnoszą nowe odmiany, zależą także od postępu technologicznego, warunków siedliskowych i wiedzy rolnika. Nowe, intensywne odmiany nie ujawnią bowiem swoich możliwości przy niskim poziomie agrotechniki. Szacuje się, że potencjał plonotwórczy nowych odmian jest wykorzystywany w praktyce rolniczej w około 50-60%, o czym świadczą, m.in. różnice w plonach pomiędzy wynikami doświadczeń odmianowych COBORU, a plonami przedstawianymi przez GUS (31).

### **Postęp biologiczny w hodowli roślin strączkowych**

Z punktu widzenia potrzeb żywieniowych zwierząt gospodarskich, bardzo ważną grupą są pastewne rośliny bobowate, zwłaszcza grubonasienne (strączkowe). Dostarczają one paszy o dużej zawartości białka, tłuszczu bogatego w nienasycone kwasy tłuszczowe, składników mineralnych, błonnika i witamin. Ponieważ głównym kierunkiem uprawy roślin strączkowych jest konsumpcja lub żywienie zwierząt, postęp hodowlany w tej grupie roślin dąży, przede wszystkim do poprawy plenności oraz wskaźników jakości plonu, takich jak zwiększenie zawartości białka w nasionach, poprawa jego składu aminokwasowego, czy zmniejszenie bądź całkowite wyeliminowanie substancji antyżywniowych, zmniejszających strawność paszy (25, 30). Zdaniem Gacka (9) w procesie hodowli roślin strączkowych ważne jest również doskonalenie elementów struktury plonu, skrócenie okresu wegetacji, ograniczenie podatności roślin na wyleganie oraz poprawa odporności na choroby i szkodniki. W hodowli roślin strączkowych postęp biologiczny wynika, przede wszystkim ze zastosowania krzyżowania (około 75% współcześnie zarejestrowanych odmian), ale może być także wynikiem mutacji indukowanych poprzez moczenie nasion w roztworach N-nitrozoN-metylo mocznika (NMU) lub N-nitrozoN-etylomocznika (NEU), traktowania nasion szybkimi neutronami (około 8%) oraz selekcji (prawie 17%); (18, 29).

W ciągu ostatnich 10 lat zanotowano duży postęp w hodowli krajowych gatunków roślin strączkowych. Szczególne osiągnięcia widoczne są u łubinu wąskolistnego oraz grochu siewnego, u których większość odmian obecnych w krajowym rejestrze zostało zarejestrowanych w tym właśnie okresie (odpowiednio 80 i 70%), podobnie jak połowa odmian łubinu żółtego i bobiku (tab. 1). Od lat nie rejestruje się natomiast nowych odmian łubinu białego i wyki. Postęp w hodowli tej grupy roślin w głównej

mierze należy przypisać krajowej hodowli. Spośród 31 odmian łąbinu wąskolistnego znajdujących się obecnie w krajowym rejestrze, 29 odmian jest polskiej hodowli. Podobnie jest w przypadku grochu (23 odmiany spośród 27) i bobiku (8 odmian spośród 14). W przypadku łąbinu żółtego i białego oraz wyk wszystkie odmiany wpisane na listę są krajowej hodowli (15).

Tabela 1

Liczba odmian gatunków roślin strączkowych wpisanych do krajowego rejestru

Gatunek	do 2008		2009-2014		2015		2016		2017		2018		2019	
	k*	z**	k	z	k	z	k	z	k	z	k	z	k	z
Bobik	5	2	-	-	-	-	2	-	-	2	-	2	1	-
Groch siewny	8	-	7	1	1	-	1	-	2	2	1	-	3	1
Łubin wąskolistny	6	-	9	-	3	-	4	-	3	-	2	1	3	-
Łubin żółty	5	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-
Łubin biały	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wyka siewna	4	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Wyka kosmata	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\*k – odmiany krajowe, \*\*z – odmiany zagraniczne

Źródło: Lista odmian..., 2019 (15)

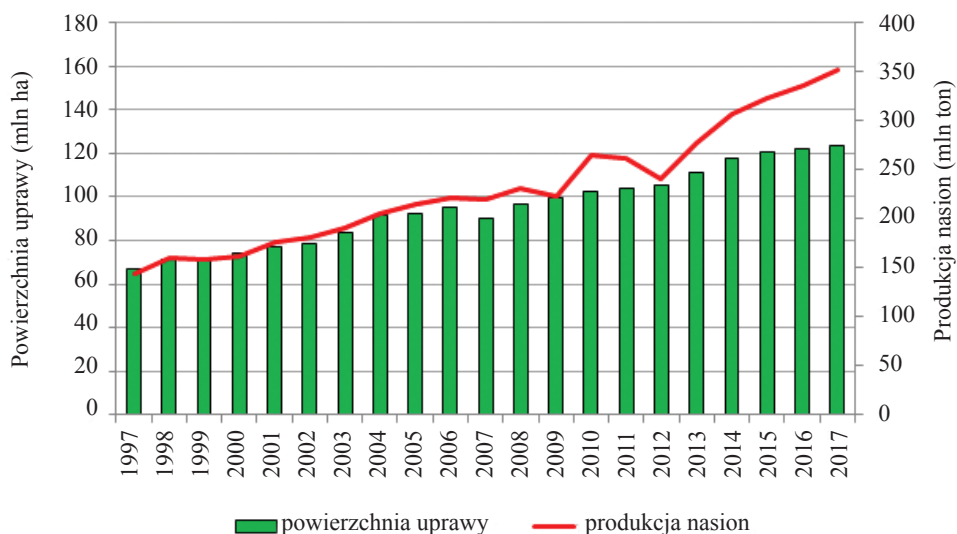
Jak podaje Gacek (9), postęp w hodowli roślin strączkowych związany jest, przede wszystkim ze zwiększeniem plonu nasion, polepszeniem stabilności plonowania, podwyższeniem zawartości białka i zmniejszeniem ilości alkaloidów. W przypadku bobiku, wieloletnie prace hodowlane doprowadziły także do poprawy innych cech rolniczo-użytkowych, takich jak: wcześniejsze dojrzewanie krótkołodowych roślin (typ samokończący) oraz odporność na choroby (askochytoza i czekoladowa plamistość). Dzięki hodowli uzyskano genotypy grochu siewnego różniące się wysokością, ulistnieniem pędów (typy wąsolistne i o zwykłym ulistnieniu), wielkością plonów, zawartością białka, tempem wzrostu oraz odpornością na choroby i wyleganie. Postęp w hodowli łąbinu wąskolistnego związany jest z poprawą poziomu plonowania, redukcją ilości alkaloidów (odmiany niskoalkaloidowe) oraz zwiększeniem odporności na fuzaryjne wędnięcie roślin. Z kolei nowe odmiany łąbinu żółtego są wczesne i termoneutralne, a więc mało wrażliwe na opóźnienie terminu siewu. Charakteryzują się również wysoką plennością i zwiększoną wiernością plonowania, niską zawartością alkaloidów, odpornością na wyleganie, choroby wirusowe i fuzaryjne. Odmiany samokończące i niektóre tradycyjne są też w znacznym stopniu tolerancyjne na antraknozę.

W Polsce powierzchnia zasiewów roślin strączkowych na przestrzeni ostatnich trzydziestu lat ulegała dużym zmianom. Największą powierzchnię uprawy odnotowano w roku 1989, kiedy wynosiła łącznie ponad 380 tys. ha, co było związane z planem gospodarczym państwa dążącym do zapewnienia samowystarczalności kraju w surowce wysokobiałkowych komponentów do produkcji pasz treściwych, w których

nasiona roślin strączkowych miały być głównym źródłem białka. W latach 90. XX wieku nastąpiło załamanie produkcji, ale w ostatnich latach obserwuje się powolną odbudowę areалу upraw tej grupy roślin. W roku 2010 powierzchnia uprawy roślin strączkowych ogółem wynosiła już 172 tys. ha, a w 2015 r. wzrosła do 407 tys. ha. Wzrost ten dotyczy przede wszystkim odmian pastewnych, które obecnie stanowią ponad 80% powierzchni uprawy roślin strączkowych. Z kolei w roku 2016 i 2017 areal ten zmniejszył się odpowiednio do 321 i 272 tys. ha, co w dużej mierze spowodowane było niekorzystnymi warunkami pogodowymi (zwłaszcza wilgotnościowymi) występującymi w ostatnich latach. W badaniach Grabowskiej i Banaszkiewicz (10), temperatura powietrza i opady atmosferyczne wyjaśniały zmienność plonowania grochu siewnego nawet w 80%.

### **Rola soi we współczesnym świecie**

Spośród roślin strączkowych, soja jest najważniejszym na świecie gatunkiem, a powierzchnia jej uprawy systematycznie rośnie, od 29,5 mln ha w 1970 r., przez 74,3 mln ha w 2000 r. do ponad 123 mln ha w 2017 r. (7); (rys. 1). Obecnie zajmuje ósme miejsce na świecie spośród gatunków żywiących ludzkość (24). Biorąc pod uwagę kierunki wykorzystania, soja zaliczana jest do grupy roślin oleistych, choć z botanicznego punktu widzenia należy do roślin bobowatych grubonasiennych (strączkowych); (3). Nasiona soi charakteryzują się unikalnym składem chemicznym, na który składa się, przede wszystkim, duża zawartość białka (33-45%) oraz tłuszczu (18-22%), bogatego w nienasycone kwasy tłuszczowe. Ze względu na dużą wartość biologiczną białka, soja jest uważana na najważniejszą roślinę białkową na świecie. Może być stosowana zamiennie z białkiem pochodzącym z mięsa, ponieważ dostarcza wszystkich niezbędnych aminokwasów. Jest przy tym zdrowsza, bo zawiera mniej tłuszczów nasyconych (33). Śruta sojowa, powstała po ekstrakcji oleju jest najważniejszym źródłem białka stosowanym w żywieniu zwierząt hodowlanych. Głównym powodem jej wysokiej popularności jest unikatowa kompozycja aminokwasów, która uzupełnia skład aminokwasowy pasz zbożowych. Jest to szczególnie ważne w przypadku skarmiania drobiu i trzody chlewnej, gdzie czynnikiem limitującym wzrost i rozwój zwierząt jest niedobór lizyny w niektórych mieszankach paszowych. Białko soi zawiera również względnie dużo argininy, co ma duże znaczenie w przypadku żywienia drobiu oraz tryptofanu, który jest ważny z punktu widzenia paszowego świń (28). Nasiona soi dostarczają również witamin zwłaszcza z grupy B oraz składników mineralnych.



Rys. 1. Światowa produkcja soi w latach 1997-2016

Źródło: FAOSTAT, 2019 (7)

### Postęp biologiczny w hodowli soi w Polsce

W Polsce pierwsze próby aklimatyzacji soi przeprowadzone zostały przez A. Sempołowskiego w 1878 r., w Żabikowie koło Poznania. Próby te były jednak nieudane, bo żadna z 19 wysianych wówczas chińskich odmian soi nie dojrzała w warunkach Polski. Do prac aklimatyzacyjnych tego gatunku powrócono w okresie międzywojennym na Uniwersytecie Poznańskim, gdzie w latach 1928-1938 uzyskano 14 odmian. Najlepsza odmiana w tym okresie plonowała na poziomie  $1,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Prace badawcze nad soją prowadzono w tym okresie także w Państwowym Instytucie Naukowym Gospodarstwa Wiejskiego w Puławach (obecnie Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa-Państwowy Instytut Badawczy w Puławach), ale plony także nie były satysfakcjonujące ( $1,2-1,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Przełomowym momentem było wyhodowanie w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie odmiany Progres, która była stosunkowo plenna, a jej okres wegetacji wynosił 120-130 dni, dzięki czemu z łatwością dojrzywała. Kolejne polskie odmiany, które można było uznać za wystarczająco dostosowane do warunków klimatycznych Polski (dojrzywały na początku września), charakteryzujące się dobrym potencjałem plonowania, wyhodowano w Katedrze Genetyki i Hodowli Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego (UP) w Poznaniu oraz w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin (IHAR) w Radzikowie. Były to następujące odmiany: Polan (hodowli IHAR), wpisana do Krajowego rejestru (KR) w 1986 r., Nawiko (UP) – KR 1991 r., Aldana (IHAR) – KR 1992 r., Jutro (IHAR) – KR 1995 r., Gaj (UP) – KR 1997 r. i Augusta (UP) – KR 2002 r. (19). Odmiany krajowej hodowli w latach 2001-2010

w doświadczeniach COBORU plonowały średnio na poziomie 2,5-3,2 t·ha<sup>-1</sup>, co jak na soję uprawianą w naszym klimacie było bardzo dobrym wynikiem. W warunkach produkcyjnych południowo-wschodniej Polski plony soi były niższe od uzyskiwanych w doświadczeniach COBORU i wahały się od 1,5 do 2,5 t·ha<sup>-1</sup>, w zależności od regionu i warunków klimatycznych w danym roku. Pomimo istotnego postępu w hodowli odmian soi przystosowanych do uprawy w warunkach Polski, gwarantujących dobry poziom plonowania, opracowanych technologii i instrukcji uprawowych nie znalazło to przełożenia na rozszerzenie uprawy tego gatunku. Główną przyczyną był brak rynkowej struktury organizacyjnej i logistycznej w zakresie obrotu i wykorzystania nasion roślin strączkowych, w tym również soi. W związku z brakiem zainteresowania uprawą soi w Polsce, przez kilkanaście lat nie wpisano do KR żadnej nowej odmiany, a hodowla twórcza prowadzona była tylko w Poznaniu (8).

Zainteresowanie uprawą soi w Europie jest duże, dlatego prace hodowlane są od lat prowadzone w różnych ośrodkach naukowych. Dzięki temu Lista odmian zaczęła się rozszerzać w ostatnich latach o odmiany zagraniczne. W roku 2015 do krajowego rejestru wpisano dwie nowe odmiany Aligator i Madlen, a w następnym – odmianę Abelina. W kolejnych latach liczba nowych odmian wyraźnie się zwiększyła. W 2017 r. zostało wpisanych do KR 6 odmian soi (w tym jedna polska): GL Melanie, Maja, Paradis, Petrina, Sculptor, Erica, w 2018 r. – 5 odmian: Coraline, ES Comandor, Viola, Regina, Oressa i w 2019 r. – 5 odmian: Aurelina, Adessa, Es Favour, Antigua i Annushka. Obecnie w Krajowym Rejestrze znajdują się 22 odmiany soi, przy czym 73% z nich zostało wpisanych w ciągu ostatnich trzech lat, co świadczy o dużym postępie w hodowli tego gatunku (15). Trzeba jednak wspomnieć, że tylko 3 odmiany pochodzą z krajowej hodowli (Aldana, Augusta, Erica), zaś pozostałe to odmiany zagraniczne (tab. 2). Wskazuje to na konieczność intensyfikacji prac w krajowych punktach hodowli roślin dla bardziej dynamicznego postępu biologicznego. Pomocne powinno być zastosowanie nowoczesnych metod i technologii (31).

Wprowadzenie soi do szerszej uprawy na terenie Polski napotyka wiele trudności związanych głównie z warunkami klimatycznymi i jej ujemną reakcją na długość dnia. Wysokość uzyskiwanych plonów oraz procentowa zawartość składników pokarmowych w nasionach soi uzależniona jest od wielu czynników, w szczególności od warunków pogodowych w okresie wegetacji, doboru odmian i stosowanej agrotechniki, przy czym tylko niektóre z nich mogą być modyfikowane w celu uzyskania wyższego plonu (26, 23, 14, 2).

Tabela 2

Lista odmian znajdujących się w krajowym rejestrze oraz ich charakterystyka pod względem wybranych cech na podstawie ogólnokrajowych wyników PDO

Odmiana	Rok rejestracji	Plon nasion 2018 (% wz.= 37,3 dt z ha)	Zawartość białka ogólnego (% s.m.)	Zawartość tłuszczu surowego (% s.m.)	Wysokość osadzenia najniższych strąków (cm)	Wyleganie przed zbiorem (skala 9°)	Liczba dni od siewu do dojrzałości technicznej	Masa 1000 nasion (g)
Aldana	1992	*	37,7	23,5	9,1	8,0	118	199
Augusta	2002	78	37,1	22,4	10,2	6,7	116	150
Mavka	2013	92	35,9	23,9	12,5	7,3	124	201
Aligator	2015	101	36,3	24,2	11,6	8,4	127	207
Madlen		80	37,4	20,9	10,9	6,4	126	182
Abelina	2016	101	36,7	24,3	12,0	7,6	124	184
GL Melanie	2017	103	37,9	23,0	12,1	8,2	129	195
Petrina		100	35,8	23,9	11,1	7,6	131	186
Sculptor		96	37,7	22,8	11,5	7,2	123	210
Erica		88	37,8	22,9	9,8	7,9	118	193
Maja		80	39,3	23,4	12,8	6,5	125	196
Paradis		84**	38,2	23,8	10,4	8,2	125	208
Coraline	2018	107	37,1	23,8	11,7	7,5	135	180
ES Comandor		106	38,2	22,5	11,2	7,9	129	202
Viola		103	37,9	23,0	10,3	7,7	129	174
Regina		102	39,1	22,6	10,9	8,0	129	210
Oressa		91**	36,6	22,8	10,8	7,9	118	158
Aurelina	2019	105	39,2	22,9	11,1	8,6	128	208
Adessa		101	36,8	24,2	9,2	8,5	117	191
ES Favor		98	37,8	22,7	11,1	8,5	127	199
Antigua		98	36,7	23,5	10,2	8,7	120	210
Annushka		*	*	*	*	*	*	*

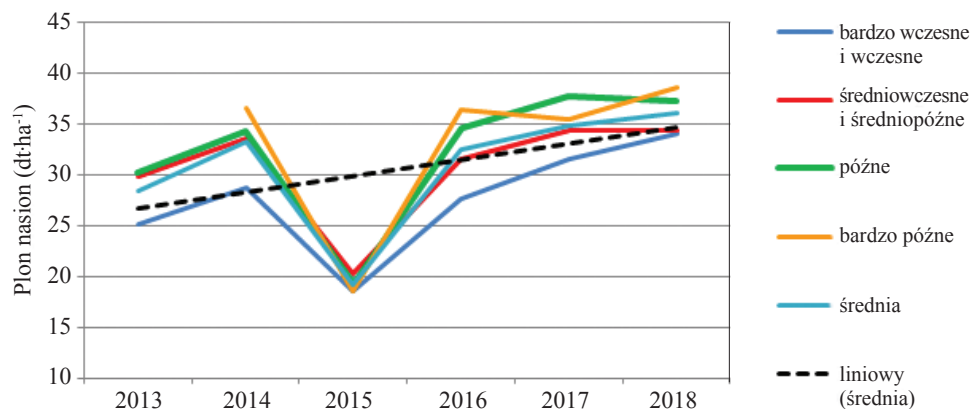
\*brak danych

\*\*plon nasion 2017(wz.=34,4)

Źródło: COBORU, 2019 (4)

W Polsce obserwowany jest powolny, ale systematyczny wzrost poziomu plonowania soi (rys. 2), co świadczy o coraz lepszym wykorzystaniu jej potencjału plonotwórczego. Bardzo ważny jest odpowiedni dobór odmian do warunków regionu

i gospodarstwa. Długość okresu wegetacyjnego w Polsce jest bowiem zróżnicowana pomiędzy częścią północną i północno-wschodnią a południową i południowo-zachodnią, a różnica ta może wynosić 30-40 dni. Dlatego odmiany wczesne można uprawiać w niemal wszystkich regionach kraju z wyjątkiem terenów podgórskich i północnych, natomiast odmiany późne zalecane są do uprawy jedynie w południowej i południowo-zachodniej części kraju.

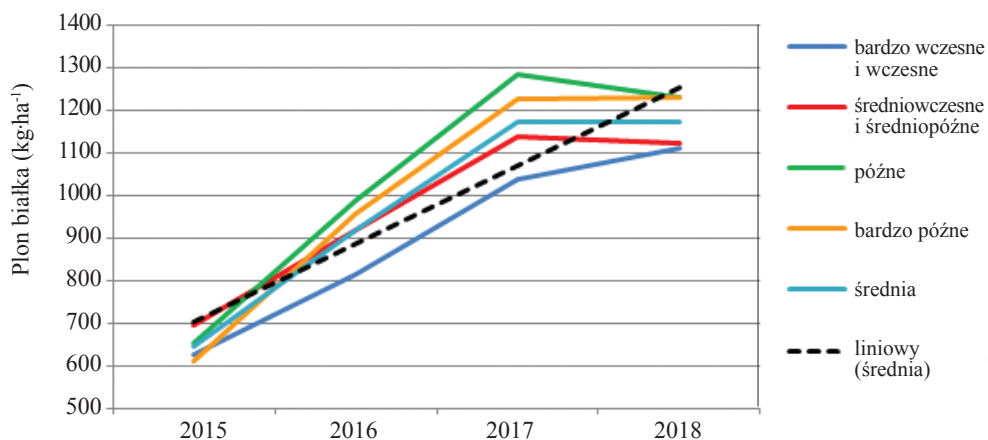


Rys. 2. Plon nasion soi w zależności od grupy wczesności odmian w latach 2013-2018

Źródło: COBORU, 2019 (4)

Również plon białka uzyskiwany z nasion soi uprawianej w Polsce wykazuje tendencję wzrostową (rys. 3), co jest niezwykle ważne przy wykorzystywaniu nasion na cele paszowe. Świadczy to również o tym, że postęp w hodowli soi zmierza w dobrym kierunku. Aby jednak zwiększyć obszar uprawy tego nowego gatunku w Polsce, musi być spełnionych kilka warunków, spośród których do najważniejszych trzeba zaliczyć: dostępność odmian dostosowanych do uprawy w naszych warunkach klimatycznych, opanowanie agrotechniki przez rolników oraz możliwość sprzedaży nasion. Aktualnie w Polsce pojawiło się kilka czynników sprzyjających uprawie soi. Najważniejszymi są: poszerzenie oferty odmianowej, zwiększenie produkcji i dostępności kwalifikowanego materiału siewnego, dopłaty do uprawy roślin strączkowych oraz do materiału siewnego. Bardzo istotnym czynnikiem jest pojawienie się na szerszą skalę podmiotów gospodarczych skupujących nasiona soi od rolników (24). Najlepszym dowodem obrazującym postęp biologiczny w hodowli tego gatunku w Polsce jest powierzchnia kwalifikowanych plantacji nasiennych. W 2009 r. do kwalifikacji polowej zgłoszono tylko 2 ha trzech polskich odmian soi. W latach 2010 i 2011 nastąpiło zwiększenie powierzchni plantacji, jako skutek wprowadzenia odmiany Merlin (odpowiednio 28 i 48 ha), a w 2012 roku – odmiany Annushka (455 ha). W 2013 r. powierzchnia plantacji nasiennych soi wynosiła blisko 600 ha, natomiast wyraźny wzrost do 2 tys. ha odnotowano w 2014 r. Rok później powierzchnia ta

była już 2-krotnie większa, ale w 2016 i 2017 spadła do około 1,7 tys. ha. W 2018 r. zanotowano jedynie 141 plantacji, które zajmowały powierzchnię niewiele ponad 1,2 tys. ha, jednak wysiano na nich aż 35 odmian soi (PIORiN 2019).



Rys. 3. Plon białka soi w zależności od grupy wczesności odmian w latach 2015-2018

Źródło: COBORU, 2019 (4)

### Genetyczne modyfikacje soi

W hodowli roślin stosowane są także metody inżynierii genetycznej, które przyspieszają proces hodowli. Powoduje to zmianę, bądź nabycie nowych cech fizjologicznych, które są pożądane. Genetyczne modyfikacje roślin prowadzone są na świecie od ponad 30 lat. Powierzchnia uprawy roślin genetycznie modyfikowanych (GMO) rośnie od 1996 roku i w 2017 r. osiągnęła areal 189,8 mln ha. Liderem są Stany Zjednoczone (75 mln ha), ale duże powierzchnie zajmuje uprawa tych roślin także w Brazylii (50,2 mln ha), Argentynie (23,6 mln ha), Kanadzie (13,1 mln ha) oraz w Indiach (11,4 mln ha). W Unii Europejskiej tylko dwa państwa uprawiają kukurydzę GMO odporną na szkodniki, na łącznej powierzchni ponad 130 tys. ha (ISAAA Brief 53-2017).

W odniesieniu do gatunków, zdecydowanie najczęściej uprawia się genetycznie modyfikowanej soi – 94,1 mln ha, co stanowi aż 50% arealu upraw GMO. Kolejne miejsca zajmują: kukurydza – 59,7 mln ha (31%), bawełna – 24,1 mln ha (13%) i rzepak – 10,2 mln ha (5%) (FAOSTAT 2019). Porównując te liczby z całkowitą powierzchnią uprawy tych gatunków na świecie, łatwo policzyć, że odmiany GMO stanowią 80% upraw bawełny, 77% - soi, 32% - kukurydzy i 30% - rzepaku. Wśród różnych modyfikacji genetycznych, najczęściej wykorzystywana w praktyce jest tolerancja roślin na działanie herbicydu zwalczającego jedno- i dwuliścienne chwasty (tzw. rośliny *Roundap ready*) oraz nabycie przez rośliny właściwości uniemożliwiających żerowanie larw szkodników (32). W przypadku soi modyfikacje

genetyczne dotyczą wprowadzenia odporności na herbicyd, którego substancją czynną jest glifosat. Wykorzystano w niej gen uzyskany z bakterii *Bacillus thuringensis* niezbędny do produkcji enzymu uodparniającego na działanie glifosatu. Inną modyfikacją wpływającą na zwiększone wykorzystanie soi i wytwarzanych z niej produktów jest obniżenie ilości inhibitorów trypsyny i lektyn w nasionach (1, 5, 11) oraz zwiększenie zawartości białka (6). Ponadto, uzyskano odmiany o niskiej zawartości oligosacharydów (21) i zredukowanej ilości fitynianów, co ułatwia zwierzętom przyswajanie fosforu. Obecnie szacuje się, że około 79% soi dostępnej na rynku to odmiany GMO, głównie z cechami odporności na herbicydy lub szkodniki (33). Uprawy GMO nie uzyskały jednak poparcia opinii publicznej wielu krajów rozwiniętych, a badania sondażowe wykazały, że około 70% Europejczyków i Japończyków wolałoby konsumować żywność wyprodukowaną bez użycia GMO (16).

### Podsumowanie

Obecnie, jak i w najbliższej przyszłości śruta sojowa stanowić będzie podstawę produkcji pasz białkowych zwierzęcych, jednak ze względu na konieczność jej importu i wzrastające ceny istnieje konieczność poszukiwania alternatywnych źródeł wysokiej jakości białka paszowego. Rozwiązaniem problemów klimatycznych może być wykorzystanie nowych technik hodowlanych i stworzenie odmian niewrażliwych na warunki klimatu umiarkowanego panującego w Europie. Nowe odmiany można uzyskiwać metodami standardowymi, bardzo czasochłonnymi, bądź też z wykorzystaniem nowoczesnych metod biotechnologicznych i technik biologii molekularnej. Ich praktyczne wykorzystanie w polskim rolnictwie jest jednak niewielkie, o czym świadczy chociażby liczba odmian znajdujących się obecnie w rejestrze, pochodzących z krajowej hodowli. Dlatego perspektywy tworzenia i wykorzystania postępu biologicznego w naszym kraju wymagają pilnych rozwiązań systemowych w zakresie organizacji i finansowania badań.

### Literatura

1. Batal A.B., Parsons C.M.: Utilization of different soy products as affected by age in chicks, *Poult. Sci.* 2003, **82**: 454-462.
2. Biel W., Gawęda D., Łysóń E., Hurry G.: Wpływ czynników genetycznych i agrotechnicznych na wartość odżywczą nasion soi. *Acta Agroph.*, 2017, **24(3)**: 395-404.
3. Boczar P.: Znaczenie gospodarcze soi oraz możliwości rozwoju jej produkcji w Polsce. *ZN SGGW PRŚ*, 2016, **16(3)**: 35-48.
4. COBORU, <http://www.coboru.pl/DR/porownanieodmian.aspx>, 2019 (data dostępu 18.09.2019 r.).
5. Douglas M.W., Parsons C.M., Hymowitz T.: Nutritional evaluation of lectin-free soybeans for poultry. *Poult. Sci.*, 1999, **78**: 91-95.
6. Edwards III H.M., Douglas M.W., Parsons C.M., Baker D.H.: Protein and energy evaluation of soybean meals processed from genetically modified high-protein soybeans. *Poult. Sci.*, 2000, **79**: 525-527.
7. FAOSTAT, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, 2019 (data dostępu 19.10.2019 r.).

8. Filoda G., Mrówczyński M. (red.) *Metodyka integrowanej ochrony i produkcji soi dla doradców*. IOR Poznań, 2016, ss. 137.
9. Gacek E.S.: Postęp biologiczny w hodowli roślin strączkowych. W: *Rośliny strączkowe w rolnictwie integrowanym*, A. Kotecki (red.), Wrocław, 2012: 9-19.
10. Grabowska K., Banaszkiewicz B.: Wpływ temperatury powietrza i opadów atmosferycznych na plonowanie grochu siewnego w środkowej Polsce. *Acta Agroph.*, 2009, **13(1)**: 113-120.
11. Han Y., Parsons C.M., Hymowitz T.: Nutritional evaluation of soybeans varying in trypsin inhibitor content. *Poult. Sci.*, 1991, **70**: 896-906.
12. ISAAA Brief 53-2017. [www.isaaa.org/resources/publications/briefs/53/default.asp](http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/53/default.asp), 2017 (data dostępu 29.10.2019 r.).
13. Jerzak M.A., Czerwińska-Kayzer D., Florek J., Śmiglak-Krajewska M.: Determinanty produkcji roślin strączkowych jako alternatywnego źródła białka – w ramach nowego obszaru polityki rolnej w Polsce. *Rocz. Nauk Rol., ser. G.*, 2012, **99(1)**: 113-120.
14. Kołodziej J., Pisulewska E.: Wpływ czynników meteorologicznych na plon nasion i tłuszczu oraz zawartość tłuszczu w nasionach dwóch odmian soi. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops.*, 2000, **XXI (3)**: 759-776.
15. Lista odmian roślin rolniczych wpisanych do krajowego rejestru w Polsce. [http://www.coboru.pl/Publikacje\\_COBORU/Listy\\_odmian\\_lo\\_rolnicze\\_2019.pdf](http://www.coboru.pl/Publikacje_COBORU/Listy_odmian_lo_rolnicze_2019.pdf).
16. Małyska A., Twardowski T.: Social and legal determinants for the marketing of GM products in Poland. *New Biotech.*, 2012, **29(3)**: 249-254.
17. Mańkowski D., Laudański Z., Flaszka M.: Propozycja metody oceny postępu biologicznego i technologicznego w uprawie roślin na przykładzie pszenicy ozimej. *Biuletyn IHAR.*, 2012, **263**: 91-104.
18. Martyniak J.: Geneza polskich odmian roślin strączkowych. *Hod. Ros.*, 2000, **1**: 49-54.
19. Nawracała J.: Wstęp. W: *Metodyka integrowanej ochrony i produkcji soi*. G. Filoda, M. Mrówczyński (red.), Poznań, 2016: 7-9.
20. Oleksiak T., Arseniuk E.: Postęp w hodowli roślin uprawnych. *Pam. Puł.*, 2002, **130**: 509-521.
21. Parsons C.M., Zhang Y., Araba M.: Nutritional evaluation of soybean meals varying in oligosaccharide content. *Poult. Sci.*, 2000, **79**: 1127-1131.
22. PIORIN, <https://piorin.gov.pl/nasiennictwo/ocena-materialu-siewnego>, 2019.
23. Pisulewska E., Kulig B., Ziółek W., Antoniewicz A.: Wartość pokarmowa nasion dwóch odmian soi w zależności od sezonu wegetacyjnego i terminu zbioru. *Acta Agr. et Silv. Ser. Agraria*, 1997, **XXXV**: 107-119.
24. Praczyk T., Bubniewicz P., Filoda G., Gwiazdowski R., Kurasiak-Popowska D., Luboiński A., Markowicz M., Nawracała J., Oblicki M.: Soja na świecie i w Polsce. W: *Instrukcja uprawy soi*. T. Praczyk (red.), IOR-PIB, Poznań, 2017: 4-6.
25. Prusiński J.: Postęp biologiczny w hodowli i uprawie grochu siewnego i bobiku. *Fragm. Agron.*, 2007, **4**: 113-119.
26. Pyzik J.: Wpływ warunków przyrodniczych i czynników agrotechnicznych na plon i skład chemiczny nasion oraz niektóre cechy morfologiczne nowych form soi. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rozprawy*, 1982, **87**: 3-80.
27. Souza G.M., Catuchi T.A., Bertolli S.C., Soratto R.P.: Soybean under water deficit: Physiological and Yield Responses, In: *A Proteomics Approach to Study Soybean and Its Symbiont *Bradyrhizobium japonicum* – A Review*, Subramanian, Donald L. Smith (Eds.), InTech, Croatia, Rijeka, 2013.
28. Stein H.H., Berger L.L., Drackley J.K., Fahey G.C., Jr., Hernot D.C., Parsons C.M.: Nutritional properties and feeding values of soybeans and their coproducts. In: *Soybeans, Chemistry, Production, Processing, and Utilization*. L.A. Johnson, P.J. White, R. Galloway (Eds.), AOCS Press, Urbana IL., 2008: 613-660.
29. Święcicki W.: Breeding methods for forage and grain lupins. *Proc. 3<sup>rd</sup> Int. Lupin Conf.*, La Rochelle, 1984: 192-205.

- 
30. Święcicki W.: Wybrane zagadnienia genetyki i hodowli łubinu. Mat. Konf. Łubin w gospodarce i życiu człowieka. Poznań, 1993: 23-39.
  31. Święcicki W.K., Surma M., Koziara W., Skrzypczak G., Szukała J., Bartkowiak-Broda I., Zimny J., Banaszak Z., Marciniak K.: Nowoczesne technologie w produkcji roślinnej – przyjazne dla człowieka i środowiska. Pol. J. Agron., 2011, **7**: 102-112
  32. Świtoński M, Malepszy S.: Postęp biologiczny w rolnictwie w erze genomiki i modyfikacji genetycznych. Nauka, 2012, **1**: 25-35.
  33. Tyczewska A., Gracz J., Twardowski T., Małyska A.: Soja przyszłością polskiego rolnictwa? Nauka, 2014, **4**: 121-138.
- 

Adres do korespondencji:

*mgr inż. Katarzyna Czopek*  
*Zakład Uprawy Roślin Pastewnych*  
*IUNG-PIB*  
*ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*  
*tel. 81 47 86 798*  
*e-mail: kczopek@iung.pulawy.pl*

---

AUTOR	ORCID
Katarzyna Czopek	0000-0002-7711-6998
Mariola Staniak	0000-0003-1962-9469

