

WPLYW CZYNNIKÓW GENETYCZNYCH I AGROTECHNICZNYCH NA WARTOŚĆ ODŻYWCZĄ NASION SOI

*Wioletta Biel*¹, *Dorota Gawęda*², *Ewelina Łysoń*¹, *Grzegorz Hury*³

¹Katedra Hodowli Trzody Chlewniej, Żywienia Zwierząt i Żywności
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Judyma 10, 71-460 Szczecin

²Katedra Herbolgii i Technik Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

³Katedra Agronomii, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin
e-mail: wioletta.biel@zut.edu.pl

Streszczenie. Celem pracy było określenie wpływu systemów rolniczych, rozmieszczenia roślin w łanie oraz genotypu soi na zawartość podstawowych składników odżywczych. Doświadczenie przeprowadzono w Gospodarstwie Doświadczalnym w Czesławicach należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Pierwszym czynnikiem był system uprawy (ekologiczny i konwencjonalny), drugim – odmiana soi ('Aldana' i 'Merlin'), trzecim – rozstawa rzędów (35 cm i 22,5 cm). W próbach nasion pochodzących ze zbioru z 2016 roku badano zawartości suchej masy, białka surowego, tłuszczu surowego, włókna surowego, popiołu surowego oraz BAW (związki bezazotowe wyciągowe). Zastosowane w doświadczeniu systemy uprawy oraz rozstawa rzędów nie różnicowały istotnie składu chemicznego nasion soi. Natomiast czynnik odmianowy wpłynął na ich skład chemiczny. Nasiona soi odmiany 'Aldana' zawierały istotnie więcej popiołu surowego oraz mniej tłuszczu surowego niż odmiany 'Merlin'. Na podstawie przeprowadzonych badań trudno jest jednoznacznie określić wpływ czynników agrotechnicznych na cechy jakościowe nasion. Decydujące znaczenie mają warunki meteorologiczne panujące w okresie wegetacyjnym danego rejonu uprawy oraz genotyp poszczególnych odmian.

Słowa kluczowe: *Glycine max* L., odmiana, składniki odżywcze, uprawa ekologiczna, uprawa konwencjonalna, rozstawa rzędów

WSTĘP

Do ważnych gospodarczo roślin uprawnych na świecie należy soja zwyczajna (*Glycine max* (L.) Merr.), której powierzchnia uprawy systematycznie rośnie. Duże możliwości wykorzystania soi sprawiają, że jest ona rośliną uniwersalną i bardzo cenną. Rosnące zapotrzebowanie na białko najwyższej jakości w związku

z popytem konsumenckim na produkty żywnościowe oparte na soi niemodyfikowanej genetycznie oraz postęp biologiczny wpływa na rozszerzenie i upowszechnienie soi oraz skłania wielu badaczy do hodowli odmian przystosowanych do naszych warunków klimatycznych i poszukiwania dla nich odpowiedniej agrotechniki (Jarecki i Bobrecka-Jamro 2016, Jarecki i Bobrecka-Jamro 2015a). Wieloletnie prace agrotechniczne oraz nowoczesność genetyczna spowodowały, że istnieje dziś możliwość uprawy soi na terenie całej Polski. W Polsce areał uprawy soi jest jednak nieduży, choć w ostatnich trzech latach wzrósł siedmiokrotnie – do 4 164 ha (GUS 2016).

Soję cechuje duża wartość odżywcza nasion, odporność na choroby i szkodniki oraz mniejsza skłonność do wylegania w porównaniu z innymi roślinami strączkowymi (Gawęda i in. 2016). Należy ona do istotnych źródeł białka, tłuszczu i składników mineralnych zarówno dla ludzi, jak i zwierząt. Jest najważniejszą rośliną paszową, która stanowi 58% całkowitej produkcji nasion oleistych na świecie i 69% udziału białka w diecie zwierząt gospodarskich. Soja stanowi najlepsze źródło białka i aminokwasów egzogennych, przy niskiej zawartości włókna surowego i substancji antyżywnościowych. Jest także doskonałym źródłem bioaktywnych peptydów mających niepowtarzalne korzyści zdrowotne, które są stosowane w zapobieganiu chorobom cywilizacyjnym, takich jak choroby układu krążenia, otyłość, zaburzenia funkcji immunologicznej i nowotworów (Borawska i in. 2014). Ostatnie badania wskazują, że dzięki wysokiej wartości odżywczej produkty sojowe mogą zmniejszać ryzyko wystąpienia nowotworów gruczołu krokowego, okrężnicy i raka sutka, osteoporozy i innych chorób zwyrodnieniowych oraz łagodzić objawy związane z menopauzą (El-Shemy 2011, Shin i Jeong 2015, Ghani i in. 2016).

Znacznym w ostatnich latach wzrost cen śruty sojowej, zmieniające się warunki klimatyczne, dobre wyniki plonowania soi u wieloletnich jej producentów, rozwój rolnictwa ekologicznego i krajowe zapotrzebowanie na białko roślinne spowodowały ponowny wzrost zainteresowania tym gatunkiem (zarówno hodowli oraz uprawy) w Polsce (Boros i Wawer 2016). Z uwagi na wysokie wartości odżywcze i korzystny wpływ na glebę ta roślina jest coraz chętniej uprawiana, zwłaszcza w południowych regionach kraju (Jaskulska i in. 2017).

Celem badań było określenie wpływu systemów rolniczych, rozmieszczenia roślin w łanie oraz genotypu soi na zawartość podstawowych składników odżywczych. W hipotezie badawczej założono, że zróżnicowanie systemu uprawy, czynnik genetyczny i rozstawy rzędowe modyfikują skład chemiczny badanych odmian.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły nasiona dwóch odmian soi wysiewanych w zróżnicowanym rozstawie rzędowym i dwóch systemach rolniczych. Eksperyment zlokalizowano w Gospodarstwie Doświadczalnym w Czesławicach należącym

do Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie (51°18'23"N, 22°1'62"E), na glebie płowej wytworzonej z lessu (kompleks pszenny dobry, II klasa bonitacyjna). Gleba wykazywała odczyn obojętny (pH w 1 mol KCl = 7,1), wysoką zasobność w fosfor (129,5 mg P·kg⁻¹gleby) i potas (177,6 mg K·kg⁻¹ gleby) oraz bardzo wysoką w magnez (68,6 mg mg·kg⁻¹ gleby). Zawartość próchnicy kształtowała się na poziomie 1,1%. Doświadczenie zostało założone w roku 2016, metodą split-plot w trzech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 21,6 m² (2,7 × 8 m). Przedplon soi stanowiła pszenica jara.

Badanymi czynnikami doświadczenia były: system rolniczy (ekologiczny i konwencjonalny), odmiana ('Aldana' i 'Merlin') oraz rozstawa rzędów (35 i 22,5 cm). W obu systemach gospodarowania po zbiorze przedplonu wykonano podorywkę, dwukrotne bronowanie oraz orkę przedzimową na głębokość 25 cm, wiosną zaś bronowanie, kultywatorowanie, bronowanie, siew i bronowanie posiewne. Soję wysiano 5 maja na głębokość 3 cm, w planowanej obsadzie 100 roślin na 1 m². W systemie konwencjonalnym zastosowano nawożenie mineralne (NPK), w dawkach: N – 50 kg·ha⁻¹, P – 40 kg·ha⁻¹ i K – 80 kg·ha⁻¹.

Na obiekcie konwencjonalnym nasiona soi przed wysiewem zaszczepiono bakteriami *Bradyrhizobium japonicum* (Nitragina) i zastosowano zaprawę nasienną Vitavax 200 FS (s.a. karboksyna, tiuram) w ilości 400 ml na 100 kg nasion z dodatkiem wody w proporcji 1:1. Bezpośrednio po siewie zastosowano mieszankę herbicydów Afalon Dyspersyjny 450 SC (s.a. linuron) + Dual Gold 960 EC (s.a. metolachlor-S) w ilości 1 l + 1.8 l·ha⁻¹.

W systemie ekologicznym nasiona soi przed siewem zaszczepiono bakteriami *Bradyrhizobium japonicum* (Nitragina) i dwukrotnie zastosowano nawóz organiczny Bio-algeen S90, który jest naturalnym wyciągiem z glonów morskich i wodorostów (jednorazowa dawka – 2,0 ml w 1,0 l wody) – w momencie siewu nasion oraz rozwoju pędów bocznych.

W uprawie ekologicznej mechaniczna regulacja zachwaszczenia polegała na bronowaniu zasiewów 3-4 dni po siewie i dwukrotnie po wschodach soi (w fazie pierwszego i trzeciego liścia właściwego) oraz 2-krotnych uprawach międzyrzędowych na poletkach z rozstawą rzędów 35 cm. W uprawie konwencjonalnej zabiegi mechaniczne polegały jedynie na bronowaniu zasiewów 3-4 dni po wysiewie nasion.

Charakterystykę warunków pogodowych przedstawiono w tabeli 1. Za normę przyjęto średnią z lat 1963-2010 według Stacji Meteorologicznej w Czesławicach. Temperatura powietrza w lipcu pokrywała się z temperaturą wielolecia, a w pozostałych miesiącach okresu wegetacyjnego w badanym roku była nieznacznie większa od temperatur przeciętnych. Średnia temperatura powietrza w 2016 r. w okresie V-IX wynosiła 16,7°C.

Tabela 1. Średnie miesięczne temperatury (°C) i opady (mm) w 2016 w porównaniu z wieloleciem (1963-2010), wg Stacji Meteorologicznej w Czesławicach

Table 1. Mean monthly temperature (°C) and rainfalls (mm) in 2016 compared with long-term data (1963-2010), according the Czesławice Meteorological Station

Cecha / Item	Miesiąc / Month					Średnio V-IX Mean V-IX
	V	VI	VII	VIII	IX	
	Opady / Rainfall (mm)					
Wielolecie / Long-term data	63,5	72,7	80,0	69,5	59,5	345,2*
2016	37,0	51,6	193,3	38,1	16,8	336,8*
Odchylenie od normy / Deviation from standard	26,5	21,1	-113	31,4	42,7	8,4
	Temperatura / Temperature (°C)					
Wielolecie / Long-term data	13,6	16,5	18,3	17,7	13,1	15,8
2016	13,8	18,0	18,7	17,7	15,1	16,7
Odchylenie od normy / Deviation from standard	-0,2	-1,5	-0,4	0	-2	-0,9

* – suma w okresie V-IX / sum in the V-IX period

Natomiast rozkład opadów mniej odpowiadał wymaganiom soi. Suma opadów wynosiła 336,8 mm w 2016 r. Opady z wyjątkiem lipca były znacznie niższe od przeciętnych. Warto podkreślić, że niedobór opadów zaznaczył się w maju, w okresie wschodów i początkowego wzrostu roślin (58% normy z wielolecia). Bardzo duże opady w lipcu (193,3 mm), w okresie kwitnienia i zawiązywania strąków, zdecydowały, że suma za okres wegetacji soi była tylko o 8,4 mm mniejsza od średniej wieloletniej.

Do analizy chemicznej użyto nasion soi zmielonych w młynku laboratoryjnym Knifetec 1095 (Foss Tecator). Podstawowy skład chemiczny oznaczono zgodnie z metodą AOAC (2012). Aby oznaczyć suchą masę próby nasion, suszone były one w piecu w temperaturze 105°C do uzyskania stałej masy. W wysuszonej śrucie oznaczono białko ogółem, włókno surowe, tłuszcz surowy, popiół surowy, związki bezazotowe wyciągowe (BAW). Białko ogółem ($N \times 6,25$) określono metodą Kjeldahla przy użyciu mineralizatora Büchi Scrubber B414 i zestawu destylacyjnego Büchi 324. Włókno surowe oznaczono za pomocą aparatu Ankom 220 Fiber Analyzer (Ankom Technology Co., Fairport, NY). Tłuszcz surowy oznaczono metodą Soxhleta z udziałem eteru dietylowego jako rozpuszczalnika. Popiół surowy określony poprzez spalenie w piecu muflowym przez 8 godzin w temperaturze 580°C. Zawartość BAW obliczono z różnicy według schematu:

BAW = sucha masa – (białko ogółem + włókno surowe + tłuszcz surowy + popiół surowy).

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie przy pomocy analizy wariancji 3-czynnikowej, zgodnie z układem doświadczalnym z trzykrotną liczbą powtórzeń. Półprzedziały ufności wyliczono przy zastosowaniu testu Tukeya na poziomie istotności $p = 0,05$. Ze względu na brak interakcji pomiędzy czynnikami w pracy przedstawiono efekty główne dla badanych czynników. Obliczenia wykonano w programie Statistica 12.

WYNIKI I DYSKUSJA

Nasiona soi są bogate w białko, którego średnia zawartość wynosić może od 35 do 48%, jak również w tłuszcz 14,4-22%. Stanowią one ważne źródło pokarmu zarówno dla ludzi, jak i zwierząt (Rao i in. 2002, Li i in. 2012). Te dwa składniki determinują dualizm obecnego wykorzystania nasion soi, produkcji oleju sojowego oraz śruty poekstrakcyjnej sojowej (Boczar 2016).

Tabela 2. Zawartość podstawowych składników pokarmowych ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) w nasionach soi w zależności od odmiany

Table 2. The content of basic nutrients ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ d.m.) in soybean seeds depending on the variety

Cecha / Item	Odmiana / Cultivar		Średnia / Mean $\text{NIR}_{0,05}$ / $\text{LSD}_{0,05}$	
	'Aldana'	'Merlin'		
Sucha masa ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ nasion) / Dry matter	931,49	932,58	932,03	n.s.
Białko ogółem / Crude protein	376,48	373,98	375,95	n.s.
Tłuszcz surowy / Crude fat	213,53	228,31	220,92	1,261
Włókno surowe / Crude fibre	92,44	98,36	95,40	n.s.
Popiół surowy / Crude ash	56,98	51,61	54,29	0,287
BAW / NFE	265,03	249,44	257,23	n.s.

$\text{NIR}_{0,05}$ – najmniejsza istotna różnica / $\text{LSD}_{0,05}$ – least significant difference; n.s. nieistotne statystycznie / not significant; BAW = 100 – (woda + białko ogółem + tłuszcz surowy + włókno surowe + popiół ogółem) / Nitrogen free extract = 100 – (water + crude protein + crude fat + crude fibre + crude ash)

Czynnik odmianowy (tab. 2) w prezentowanych badaniach miał istotny wpływ tylko na zawartość tłuszczu surowego i popiołu surowego. Nie wykazano statystycznie istotnych różnic w zawartości badanych składników odżywczych w nasionach soi w zależności od systemu rolniczego (tab. 3). Również testowana rozstawa rzędów (35 cm i 22,5 cm) nie miała wpływu na poziom analizowanych składników (tab. 4). Prawdopodobnie jest to wynikiem dość niskich, jak dla soi, średniodobowych temperatur połączonych z obfitymi opadami deszczu, jakie wystąpiły w lipcu, okresie intensywnego napełniania się nasion składnikami zapasowymi (tab. 1).

Tabela 3. Wpływ systemu uprawy na zawartość podstawowych składników odżywczych ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) w nasionach soi

Table 3. Effect of cultivation system on the content of basic nutrients ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ d.m.) in soybean seeds

Cecha / Item	System uprawy / Cultivation system		$\text{NIR}_{0,05}$ / $\text{LSD}_{0,05}$
	Konwencjonalny Conventional	Ekologiczny Organic	
Sucha masa ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ nasion) Dry matter ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ seeds)	931,98	932,09	n.s.
Białko ogółem / Crude protein	377,04	371,63	n.s.
Tłuszcz surowy / Crude fat	220,21	221,63	n.s.
Włókno surowe / Crude fibre	95,21	95,59	n.s.
Popiół surowy / Crude ash	54,79	53,80	n.s.
BAW / NFE	253,15	261,31	n.s.

Objaśnienia jak pod tabelą 2 / Explanatory notes as in table 2

W ocenie wartości odżywczej surowców roślinnych ważnym parametrem jest zawartość białka. Stwierdzono w nasionach badanych odmian soi zawartość białka występującą średnio na poziomie $375,95 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. (tab. 2), co potwierdza dane przedstawiane przez Mateos-Aparicio i in. (2008). Warto podkreślić, że czynniki agrotechniczne nie miały istotnego wpływu na poziom białka w badanych nasionach. Redondo-Cuenca i in. (2006) stwierdzili zawartość białka od $404 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ w nasionach soi z uprawy konwencjonalnej do $418 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ z uprawy ekologicznej. Różnice, podobnie jak w badaniach własnych, nie były istotne. Jak podaje Szwejkowska (2005), zawartość białka w nasionach strączkowych zależy nie tylko od właściwości genetycznych odmiany, ale również od warunków klimatycznych panujących podczas okresu wegetacyjnego oraz od czynników agrotechnicznych, w tym szczególnie od nawożenia azotem. Michalek i Borowski (2006) wykazali, że okresowa susza wpływa na zwiększenie zawartości procentowej białka w nasionach soi, przy istotnym zróżnicowaniu omawianego składnika pomiędzy odmianami. Jarecki i Bobrecka-Jamaro (2015a) stwierdzili, że zastosowana dawka azotu ($25 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) istotnie wpływa na zwiększenie zawartości białka ogółem w nasionach w porównaniu z obiektem kontrolnym. Liczne badania wykazały, że białko sojowe jest istotnym elementem w profilaktyce chorób sercowo-naczyniowych. Stwierdzono, że włączenie białka sojowego do diety o niskim nasyceniu i niskiej zawartości cholesterolu może zmniejszyć ryzyko wystąpienia choroby wieńcowej (FDA 1999, Henkel 2000).

Tabela 4. Wpływ rozstawy rzędów na zawartość podstawowych składników odżywczych ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) nasion soi

Table 4. Effect of row spacing on the content of basic nutrients ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ d.m.) of soybean seeds

Cecha / Item	Rozstaw rzędów / Row spacing (cm)		NIR _{0,05} / LSD _{0,05}
	35	22,5	
Sucha masa / Dry matter	931,86	932,20	n.s.
Białko ogółem / Crude protein	371,63	372,71	n.s.
Tłuszcz surowy / Crude fat	221,33	220,51	n.s.
Włókno surowe / Crude fibre	94,93	95,88	n.s.
Popiół surowy / Crude ash	54,34	54,25	n.s.
BAW / NFE	257,10	257,36	n.s.

Objaśnienia jak pod tabelą 2 / Explanatory notes as in table 2

Zdaniem Batista i in. (2015), oprócz zawartości białka ważną cechą ilościową z punktu widzenia hodowlanego jest także zawartość tłuszczu w nasionach soi. Czynniki genetyczne miały istotny wpływ na zawartość lipidów w nasionach soi. Nasiona soi odmiany ‘Merlin’ zawierały o $14,75 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. więcej tłuszczu niż odmiany ‘Aldana’. Średnia zawartość tłuszczu w prezentowanych badaniach w nasionach soi wyniosła $220,9\%$ (tab. 2), co potwierdza wyniki uzyskane przez Batista i in. (2015). Jest to większa wartość niż podawana przez Moecke i in. (2016) jako minimum dotyczące potencjalnego wykorzystania soi jako surowca do produkcji biopaliw. Karr-Lilienthal i in. (2005), Karr-Lilienthal i in. (2006) oraz

Pasternakiewicz i Dżugan (2009) podają, że w suchej masie nasiona soi zawierają od 18 do 21% tłuszczu surowego. Nascimento i in. (2010) stwierdzili współczynnik zmienności (CV) wynoszący 6,9% dla zawartości tłuszczu dla badanych 15 odmian soi. Uważa się (Jasińska i Kotecki 2003, Hołubowicz-Kliza 2007), że w warunkach niższych od optymalnych dla rozwoju soi temperatur i dużej wilgotności powietrza może wzrastać zawartość tłuszczu w nasionach. Wyniki prezentowane przez Pisulewską i in. (1999) nie potwierdzają jednak tej tendencji. Autorzy ci stwierdzili, że najwyższą zawartością tłuszczu charakteryzują się nasiona soi w roku najcieplejszym, o najmniejszej sumie opadów w okresie wegetacji, a najniższą w roku, w którym suma opadów była najwyższa, a średnia temperatura powietrza najniższa.

Częścią włókna całkowitego jest włókno surowe, będące składnikiem roślin niehydrolizowanym przez kwas siarkowy i zasadę sodową. W badanych próbach stwierdzono zawartość włókna surowego z rozstępem 92,44-98,36 g·kg⁻¹ s.m. Uzyskane wyniki były wyższe średnio o ponad 50% niż prezentowane w badaniach Jareckiego i Bobreckiej-Jamro (2015b). Jak podaje Kozak i in. (2008), zawartość tego składnika w nasionach soi jest determinowana przez warunki pogodowe. Silnie wilgotny i jednocześnie ciepły przebieg pogody w okresie od zawiązywania strąków do dojrzałości pełnej soi powoduje istotny wzrost zawartości włókna surowego, a także lipidów w nasionach.

Soja jest dobrym źródłem składników mineralnych. Średnia zawartość związków mineralnych oznaczonych w postaci popiołu w badanym materiale wyniosła 54,29 g·kg⁻¹ s.m. Spośród badanych czynników istotny wpływ na zawartość popiołu surowego miała odmiana. W nasionach odmiany 'Aldana' stwierdzono o ponad 10% więcej tego składnika (tab. 2).

Poziom związków bezazotowych wyciągowych w badanych próbach wahał się w granicach 249,44-265,03 g·kg⁻¹ s.m. Zawartość tej frakcji wyliczono na podstawie oznaczonego podstawowego składu chemicznego. Należą do nich cukry łatwo hydrolizujące, jak: cukry proste, dwucukry, wielocukry (skrobia) i lotne kwasy tłuszczowe. Jak podają Redondo-Cuenca i in. (2008), węglowodany ogółem stanowią do 350 g suchej masy nasion soi, z czego ponad połowę stanowią polisacharydy strukturalne.

Kozak i in. (2008) wykazali, że skład chemiczny nasion soi w największym stopniu zależy od warunków klimatycznych, a w dalszej kolejności zależał od czynnika odmianowego i liczby wysianych nasion na 1 m².

WNIOSKI

Przedstawione badania wskazują, że warunki pogodowe w dużym stopniu modyfikują zawartości składników odżywczych w nasionach soi i poprzez to niwelują wpływ czynników agrotechnicznych. Wartość nasion soi uprawianej ekologicznie nie odbiega od wartości nasion uzyskanych z uprawy konwencjonalnej, a nawet niekiedy je przewyższa.

1. Zastosowane w badaniach systemy uprawy (konwencjonalny i ekologiczny) oraz rozstawa rzędów (35 i 22,5 cm) nie różnicowały istotnie składu chemicznego nasion soi.

2. Czynniki odmianowy wpłynął na skład chemiczny nasion soi. Nasiona odmiany 'Aldana' zawierały istotnie więcej popiołu surowego oraz mniej tłuszczu surowego niż odmiany 'Merlin'.

PIŚMIENNICTWO

- AOAC, 2012. Official methods of analysis of AOAC International. 19th ed. Gaithersburg.
- Batista R.O., Hamawaki R.L., Sousa L.B., Nogueira A.P.O., Hamawaki O.T., 2015. Adaptability and stability of soybean genotypes in off-season cultivation. *Genet. Mol. Res.*, 14(3), 9633-9645.
- Boczar P., 2016. Znaczenie gospodarcze soi oraz możliwości rozwoju jej produkcji w Polsce. *ZN SGGW PRŚ*, 16(3), 35-48.
- Borawska J., Darewicz M., Iwaniak A., Minkiewicz P., 2014. Biologicznie aktywne peptydy pochodzące z białek żywności jako czynniki prewencji wybranych chorób dietozależnych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, XLVII, 2, 230-236.
- Boros L., Wawer A., 2016. Kolejny etap upowszechniania i rozszerzania uprawy soi w warunkach Polski. *Rośliny strączkowe i motylkowate drobnonasienne*, 3, 47-52.
- El-Shemy H.A., 2011. Soybean and health. In *Tech Web*, Croatia.
- Food and Drug Administration (FDA), 1999. FDA approves new health claim for soy protein and coronary heart disease. FDA Talk Paper in www.fda.gov.
- Gawęda D., Cierpiąta R., Harasim E., Haliniarz M., 2016. Effect of tillage systems on yield, weed infestation and seed quality elements of soybean. *Acta Agroph.*, 23(2), 175-187.
- Ghani M., Kulkarni K.P., Song J.T., Shannon J.G., Lee J.D., 2016. Soybean Sprouts: A Review of Nutrient Composition, Health Benefits and Genetic Variation. *Plant Breed. Biotech.*, 4(4), 398-412.
- GUS, 2016. Produkcja upraw rolnych i ogrodniczych lata 2005-2015. dostęp czerwiec 2016, <http://stat.gov.pl/>
- Henkel J., 2000. Soy: Health claims for soy protein, questions about other components. FDA Consumer in www.cfsan.fda.gov.
- Hołubowicz-Kliza G. 2007. Uprawa soi. Seria: Instrukcja upowszechnieniowa. Wyd. IUNG Puławy. s., 29.
- Jarecki W., Bobrecka-Jamro D., 2015a. Effect of fertilization with nitrogen and seed inoculation with nitragina on seed quality of soya bean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Acta Sci. Pol. Agricultura*, 14(3), 51-59.
- Jarecki W., Bobrecka-Jamro D., 2015b. Wpływ nawożenia dolistnego na plon i skład chemiczny nasion soi (*Glycine max* (L.) Merrill). *Fragm. Agron.*, 32(4), 22-31.
- Jarecki W., Bobrecka-Jamro D., 2016. Reakcja roślin soi na szczepienie nasion nitraginą oraz nawożenie startowe azotem. *NPT.*, 10(1), 1-2.
- Jasińska Z., Kotecki A., 2003. Szczegółowa uprawa roślin, (Red. Z. Jasińskiej i A. Koteckiego), T. II, Wrocław.
- Jaskulska M., Kozłowski J., Kozłowska M., 2017. Evaluation of soybean cultivars [*Glycine max* (L.) Merr.] susceptibility to damage caused by *Arion vulgaris* Moquin Tandon, *Arion rufus* (Linnaeus) and *Deroceras reticulatum* (O.F. Müller). *Prog. Plant Prot.* doi: 10.14199/ppp-2017-010.
- Karr-Lilienthal L.K., Bauer L.L., Utterback, P.L., Zinn K.E., Frazier R.L., Parsons C.M., Fahey G.C., 2006. Chemical composition and nutritional quality of soybean seed meals prepared by extruder/expeller processing for use in poultry diet. *J. Agric. Food Chem.*, 54, 8108-8114.
- Karr-Lilienthal L.K., Kadzere C.T., Grieshop C.M., Fahey G.C. Jr., 2005. Chemical and nutritional properties of soybean seed carbohydrates as related to nonruminants: A review. *Livest. Prod. Sci.*, 97, 1-12.

- Kozak M., Malarz W., Kotecki A., Černý I., Serafin-Andrzejewska M., 2008. Wpływ zróżnicowanej ilości wysiewu i biostymulatora Asahi SL na skład chemiczny nasion i resztek pozbiornych soi uprawnej. *Rośl. Oleiste*, 29, 217-230.
- Li Y.S., Du M., Zhang Q.Y., Wang G.H., Hashemi M., Liu X.B., 2012. Greater differences exist in seed protein, oil, total soluble sugar and sucrose content of vegetable soybean genotypes [*Glycine max* (L.) Merrill] in Northeast China. *Aust. J. Crop Sci.*, 6, 1681-1686.
- Mateos-Aparicio I., Redondo-Cuenca A., Villanueva-Suárez M.J., Zapata-Revilla M.A., 2008. Soybean, a promising health source. *Nutr. Hosp.*, 23(4), 305-312.
- Michałek S., Borowski E., 2006. Plonowanie oraz zawartość tłuszczu, kwasów tłuszczowych i białka w nasionach krajowych odmian soi w warunkach suszy. *Acta Agroph.*, 8(2), 459-471.
- Moecke E.H.S., Feller R., Santos H.A.D., Machado M.D.M., Cubas A.L.V., Dutra A.R.D.A., Santos L.L.V., 2016. Biodiesel production from waste cooking oil for use as fuel in artisanal fishing boats: integrating environmental, economic and social aspects. *J. Clean. Prod.*, 135(1), 679-688.
- Nascimento M., Finoto E.L., Sediya T., Cruz C.D., 2010. Adaptability and stability of soybean in terms of oil and protein content. *Crop Breed. Appl. Biotechnol.*, 10, 48-54.
- Pasternakiewicz A., Dżugan M., 2009. Ocena zawartości podstawowych makroskładników w nasionach soi. *Zesz. Nauk. Pol.-Wsch. PTIE O/Rzeszów. PTG O/Rzeszów*, 1, 217-222.
- Pisulewska E., Lorenc-Kozik A., Borowiec F., 1999. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na plon, zawartość oraz skład kwasów tłuszczowych w nasionach dwóch odmian soi. *Rośl. Oleiste*, 2, 511-520.
- Rao M., Bhagsari A., Mohamed A., 2002. Fresh green seed yield and seed nutritional traits of vegetable soybean genotypes. *Crop Sci.*, 42, 1950-1958.
- Redondo-Cuenca A., Villanueva-Suárez M.J., Mateos-Aparicio I., 2008. Soybean seeds and its by-product okara as sources of dietary fibre. Measurement by AOAC and Englyst methods. *Food Chem.*, 108(3), 1099-1105.
- Shin D., Jeong D.J., 2015. Korean traditional fermented soybean products: Jang. *J. Ethn. Foods*, 2, 2-7.
- Szwejkowska B., 2005. Wpływ intensywności uprawy grochu siewnego na zawartość i plon białka. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 4(1), 153-161.

THE EFFECT OF VARIETY AND AGROTECHNICAL FACTORS ON NUTRITIVE VALUE OF SOYBEAN SEEDS

*Wioletta Biel*¹, *Dorota Gawęda*², *Ewelina Lysoń*¹, *Grzegorz Hury*³

¹Department of Pig Breeding, Animal Nutrition and Food
West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Judyma 10, 71-460 Szczecin, Poland

²Department of Herbology and Plant Cultivation Techniques
University of Life Sciences in Lublin, Akademicka 13, 20-950 Lublin, Poland

³Department of Agronomy, West Pomeranian University of Technology in Szczecin
Papieża Pawła VI 3, 71-434 Szczecin, Poland
e-mail: wioletta.biel@zut.edu.pl

Abstract. The objective of the study was to determine the effect of cultivation system, plant arrangement and soybean genotype on the content of nutrients. The experiment was conducted in Czesławice near Lublin. The first factor was the system of cultivation (ecological and conventional),

the second one – soybean variety ('Aldana' and 'Merlin'), third – spacing of rows (35 and 22.5 cm). In samples of seed from 2016 harvest, the content of dry matter, crude protein, crude fat, crude fibre, crude ash and NFE (nitrogen free extract) was studied. Experimental systems (conventional and ecological) and row spacing (35 and 22.5 cm) did not significantly differentiate the chemical composition of soybean seeds. The varietal factor influenced the chemical composition of soybean seeds. The 'Aldana' soybean seeds contained significantly more crude ash and less crude fat than the 'Merlin' variety. Based on the study it is difficult to clearly identify the influence of agrotechnical factors on seed quality. It seems that the meteorological conditions prevailing during the growing season of a particular region of cultivation and the genotype of particular varieties appear to be decisive.

Key words: *Glycine max* L., cultivar, organic crops, conventional crops, nutrients, row spacing