



UNIwersytet  
PRZYRODNICZY  
WE WROCLAWIU

WYDZIAŁ

PRZYRODNICZO-TECHNOLOGICZNY

INSTYTUT AGROEKOLOGII I PRODUKCJI ROŚLINNEJ

**mgr Marta Bednarczyk**

**Wpływ rozmieszczenia roślin w łanie na rozwój i plonowanie  
odmian soi (*Glycine max* (L.) Merrill)**

The impact of seed density on the yield and plant development of soybean cultivars  
(*Glycine max* (L.) Merrill)

**Praca doktorska  
wykonana pod kierunkiem  
Promotor: prof. dr hab. Andrzej Kotecki**

Wrocław 2020

*Pragnę złożyć serdeczne podziękowania  
Panu prof. dr hab. Andrzejowi Koteckiemu  
za nieocenioną pomoc udzieloną w trakcie przygotowywania tej pracy,  
cierpliwość i wyrozumiałość oraz motywację do krytycznego spojrzenia  
na problematykę badawczą.  
Życzliwość, wsparcie i zaufanie, którym mnie obdarzył będę zawsze pamiętać  
i będą dla mnie zawsze wzorem.  
Miałam w życiu ogromne szczęście, że mogłam realizować się zawodowo pod okiem  
tak wspaniałego specjalisty, jakim jest Pan Profesor.*

\*\*\*

*Panu Prof. dr hab. Edwardowi Gackowi Dyrektorowi COBORU  
składam podziękowania za udostępnienie wyników badań Porejestrowego  
Doświadczalnictwa Odmianowego na bazie których powstało to opracowanie.*

\*\*\*

*Dziękuję również tym wszystkim, których nie wymieniłam tu z imienia  
i nazwiska, a którzy byli mi życzliwi i pomocni.*

\*\*\*

*Pragnę też podziękować mojej Rodzinie:  
Rodzicom, Rodzeństwu oraz mojemu Mężowi, za cierpliwość i wytrwałość  
oraz wiarę w moje możliwości.  
W szczególności dziękuję mojej Mamie za pomoc w wyborze drogi zawodowej  
oraz nigdy niegasnącą wiarę we mnie, zrozumienie i wsparcie.*

*Niniejszą pracę dedykuję mojemu Mężowi Markowi,  
Synom Borysowi i Igorowi,  
Rodzicom i Rodzeństwu.*

## SPIS TREŚCI

### ABSTRACT

1. WSTĘP .....	11
2. PRZEGLĄD PIŚMIENICTWA .....	14
3. CEL I ZAKRES BADAŃ .....	30
4. METODYKA BADAŃ .....	32
5. WARUNKI PROWADZENIA BADAŃ .....	35
5.1. Warunki klimatyczne .....	35
5.2. Warunki glebowe .....	38
5.3. Warunki agrotechniczne .....	39
5.3.1. Sezon 2017 .....	40
5.3.2. Sezon 2018 .....	40
5.3.3. Sezon 2019 .....	41
5.4. Charakterystyka odmian .....	45
6. WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA .....	48
7. PODSUMOWANIE .....	110
8. PIŚMIENICTWO .....	112

---

The impact of seed density on the yield and plant development of soybean cultivars

(*Glycine max* (L.) Merrill)

## ABSTRACT

During the years 2017 – 2019 a research was conducted on the Głubczyce Plateau, concerning the reaction of soybean cultivars on seeding density. The aim of the research was to discover the reaction of soybean cultivars included in different groups of earliness (very early – Augusta; mid early – Abelina, Mavka, Merlin, SG Anser; and late – Aligator, Lissabon, Sultana) on the distribution of plants in a canopy, shaped by the number of seeds sown on 1 m<sup>2</sup>. In the working hypothesis it was assumed that the studied cultivars – because of their properties which determine, among other results, plant's height, the setting height of the first pod, and the number of branches on the plant – would show differentiated reaction to sowing density and that the latter would influence:

- the yield level of the seeds,
- the chemical composition of the seeds by the interaction of sowing rate with cultivars,
- the cost efficiency of crops, alongside with differentiating the cost of production of 1 tonne of seeds and 1 kilogram of protein.

Specific goals of the research were to determine the influence of the studied factors on:

1. The length of vegetative development and generative growth and the period of vegetation,
2. Shaping of morphological characteristics of soybeans,
3. Chemical composition of seeds,
4. Seeds productivity regarding important nutrients,
5. Cost-effectiveness of crops

The scope of research included:

- conducting field experiments,
- analysis of chemical composition,
- economic balance.

The experiments were conducted in three replications in the "split-plot" system with two variables, which were:

- I. number of seeds of full use value sown per 1 m<sup>2</sup>: 30, 45, and 60,
- II. soybean cultivars: Abelina, Aligator, Augusta, Lissabon, Mavka, Merlin, SG Anser, Sultana.

Size of plots: length – 11 m, width – 1,5 m, area for harvest – 15 m<sup>2</sup>.

Soybeans were sown in 21,4 cm row spacing and the distances between seeds in a row, depending on the number of seeds sown per 1 m<sup>2</sup> – 30, 45 and 60, were 15,8; 10,4 and 7,8 cm, respectively.

During vegetation the observation of the plants growth was conducted, and the density was determined for 2 linear metres of medium row before blooming time, after which the results were calculated into 1 m<sup>2</sup>.

Before harvest measurements were conducted in 10 of randomly selected plants from each plot. These measurements took the following factors into account:

- height of plants up to the top of main shoot,
- height of the setting of the first pod,
- number of branches of the first row per plant,
- number of pods per plant,
- number of seeds per plant,
- mass of seeds per plant,
- number of seeds per pod,
- mass of seeds per pod,
- mass of stems per plant,
- mass of stems per plant.

During harvest the following were specified:

- seed yield,
- mass of post-harvest residue – straw and stems,
- mass of 1000 seeds.

Seed yield and post-harvest residue were converted to a constant of 15% humidity.

Qualitative assessment of seeds and straw was conducted with the use of the following methods:

- dry mass – by a dry oven test at the temperature of 105 ± 2°C within the period of 5 hours,

- total nitrogen (total protein) – with a modified Kjeldahl method: total nitrogen was measured in seeds and then converted into total protein using the 6,25 coefficient,
- K and Ca with the flame photometry method,
- P and Mg with the colorimetric method.

In addition, the following were analyzed in the seeds:

- crude fat by the extraction in anhydrous ethyl ether in Soxhlet extractor for approximately 7-8 hours,
- crude fibre was analyzed in non-fat mass remaining after fat extraction in the apparatus with the use of the Henneberg-Stohmann method,
- crude ash by burning organic substance in plant sample in an electric stove for 3 hours at 600°C.

On the basis of chemical analyses the content of nitrogen-free extract, total protein yield and crude fat from seeds were calculated, as well as the accumulation of macronutrients in seeds and straw from 1 hectare.

Cost calculations were based on price lists:

- of agricultural services, drawn up on the basis of data collected from entities providing agricultural services within the territory of Poland,
- published on websites of Centres for Agricultural Consultancy.

As the criterion for estimating the cost-effectiveness of soybeans grown during the years 2017 – 2019, the income from one hectare was taken, which was calculated as the difference of production value (revenue from sales + subsidies) and the sums of direct and indirect costs. Benefits from growing soybean as a previous crop were not estimated.

In the accounting approach, the costs are the sum of investments necessary for the creation of product or service expressed in money [Ludwiczak 1989]. In the cost statements the direct and indirect costs as well as the sums of costs for the tested soybean cultivars in particular years with the different number of seeds sown per 1 m<sup>2</sup> were taken into account. Direct costs include these elements of costs which may be indisputably classified as the cost of manufacturing of a particular product [Ludwiczak 1989]. Direct costs at work include: mineral fertilisers, seeds, and costs of plant protection products.

Indirect costs are borne for a production department as a whole or for the whole farm and it is difficult to assess at which level they encumber the production of particular products [Ludwiczak 1989]. Indirect costs include: soil cultivation, seed sowing, spraying, combine harvesting, agricultural tax and 10% mark-up from the sum of direct costs of soil cultivation, as well as the remaining machines operation costs.

The value of production resulted from the achieved seed yield of soybeans and the price of their sale. Subsidies to 1 hectare took into account payments resulting from the functioning within the framework of common agricultural policy (single area payment, payment for grain legumes, for greening and subsidies to the certified C1 seed used). The factor which differentiated costs were the investments for seed.

The analysis of cost and financial effectiveness as a whole was omitted from the thesis, as it did not constitute the aim of the thesis. Also, no keys of cost division of the use of machines and devices in the crop and livestock production were used. During the performance of research, the comparability of different cultivars of crops was not affected as a result of different fortuitous events. The analysis did not include the costs of crops insurance. In the synthesis for the years 2017 – 2019 the sum of sale of 1 tonne of soybeans seeds was PLN 1 505 – the average amount obtained by Top Farms Głubczyce.

The research results were used in the variance analysis for orthogonal arrays with the 0,05 level of significance. In the analysis of variance a randomized split-block design with three replications was applied. Calculations were made using the AWA program.

The research on the **influence of the amount of seeds on the development and yielding of soybeans cultivars** conducted in 2017 – 2019 allows us to draw the following conclusions:

1. The shortest average vegetation time within the three-year research period was that of the Augusta variety – 124 days (118 – 132). Successively, the remaining cultivars showed the following vegetation times: Abelina – 133 (124 – 149), Lissabon and Mavka – 134 (125 – 148; 123 – 152), Merlin and Sultana – 135 (123 – 156; 127 – 149) Aligator and SG Anser – 136 (123 – 161; 125 – 157).
2. The period of vegetative development in all tested cultivars was little diversified and amounted to 46 – 48 days, however, the genetic factor had a significant



influence on generative growth which lasted from 76 to 90 days and determined the length of vegetation period.

3. The increase of the number of seeds sown per 1 m<sup>2</sup> from 30 to 60 increased the plant's height by 8% as well as the setting of first pod by 20% and resulted in the decrease of branches, pods on the plant, and seeds from the plant by 38%, 41% and 40%, respectively.
4. The genetic factor affected all tested morphological characteristics. The variety with the highest growth and the setting height of the first pod was Mavka, the ones with the greatest number of branches were Augusta and Lissabon, the variety with the most pods and seeds per plant was Merlin, and the highest number and mass of seeds per pod and the greatest mass of 1 000 seeds were observed in SG Anser.
5. The tested factors and their interaction influenced the mass of seeds, stems and stems from a plant and the total mass of the whole plant. Increasing the number of seeds sown per 1 m<sup>2</sup> from 30 to 60 lowered the mass of seeds, stems, stems and the whole plant by 39%, 39%, 28% and 37%, respectively. The greatest mass of seeds was obtained from the Lissabon variety, of stems and the whole plant from Sultana, and of stems from Mavka.
6. Increasing the number of seeds sown per 1 m<sup>2</sup> from 30 to 45 caused a statistically significant growth of yield. It also caused an increase in costs of soybeans cultivation per 1 hectare approximately by PLN 189,08, including investments in seeds by PLN 171,89, which at the sale price of 1 tonne of seeds amounting to PLN 1 505 covers the seed yield growth in the amount of 114 kg·ha<sup>-1</sup>. The average yield growth amounted to 210 kg·ha<sup>-1</sup>, which compensated for the increased investments for the cultivation with a surplus.
7. The highest seed yield was achieved from Abelina. The other cultivars turned lower yield successively Merlin – by 2%, Lissabon and Sultana – by 3%, Aligator – by 8%, SG Anser – by 9%, Mavka – by 11% and Augusta – by 27%.
8. The tested factors and their interaction influenced the chemical composition of seeds. Regarding the content of crude ash, the influence of genetic factor was proved, however the set of humidity and thermal conditions, which varied across the years, differentiated the content of all tested components.

9. The yield of total protein and crude fat was shaped by the tested factors. Increasing the number of seeds sown per 1 m<sup>2</sup> from 30 to 45 caused the increase in the yield of total protein and crude fat by 6% and 7%, respectively.
10. The greatest yield of total protein was achieved from the Abelina variety. The remaining cultivars turned lower yield successively: Merlin and Sultana – by 3%, Lissabon – by 5%, Aligator – by 8%, SG Anser – by 11%, Mavka – by 14% and Augusta – by 27%.
11. Economic balance taking into account the income from 1 hectare as the main criterion showed that in the very good soil conditions of the Głubczyce Plateau, for the Aligator, Mavka, Merlin, SG Anser and Sultana cultivars it is enough to sow 45 seeds per 1 m<sup>2</sup>, while for the Abelina, Augusta and Lissabon cultivars the number of 60 seeds should be used per 1 m<sup>2</sup>.
12. On average, for the sowed amounts, increasing the number of seeds sown per 1 m<sup>2</sup> from 30 to 45 resulted in the increase in income from 1 ha by 6,3%.
13. Across the cultivars, the highest average income was obtained from the Merlin variety. The other cultivars turned lower income successively: Sultana – by 0,5%; Abelina – by 1,1%; Lissabon – by 4,3%; Aligator – by 8,4%; SG Anser – by 19,9%; Mavka – by 24,7% and Augusta – by 53,7%.
14. With the average costs of cultivation of 1 ha of soybeans amounting to PLN 3 511,82 and the price of sale of 1 tonne of seeds equal to PLN 1 505, the break-even point, without subsidies, is obtained with the yield of 2,33 t·ha<sup>-1</sup>.

## 1. WSTĘP

Pomimo że soja uprawiana jest w 95 państwach świata, jednak globalna produkcja skoncentrowana jest w 7 krajach (USA, Brazylia, Argentyna, Chiny, Indie, Paragwaj i Kanada), które w 2018 roku produkowały 339,4 mln ton soi, co stanowiło 94% światowej produkcji. Zatem na pozostałe 88 krajów przypadło 21,6 mln ton nasion soi.

Pod względem areалу uprawy soja jest czwartą rośliną świata po pszenicy, kukurydzy i ryżu. W 2018 roku USDA (United States Department of Agriculture) szacuje powierzchnię uprawy soi na 125,8 mln ha. W latach 2011 – 2018 powierzchnia uprawy soi zwiększyła się o 22,2 mln ha, co oznacza średnioroczny wzrost powierzchni uprawy o 3,17 mln ha i wzrost powierzchni uprawy w porównaniu z 2011 rokiem o ponad 21%. Średnioroczny wzrost plonów z 1 ha wyniósł 47 kg. Tymczasem Ray i in. [2013], prognozowali, że w 2050 roku areal uprawy soi wyniesie około 91 mln ha, globalna produkcja 347 mln ton, przy średniej wydajności z 1 ha 3,8 t.

Unikalny skład chemiczny nasion związany z dużą zawartością białka i tłuszczu oraz małą włókna sprawia, że wykorzystanie soi jest wszechstronne. Wartość biologiczna białka soi jest bardzo wysoka, gdyż jest zbliżona do mięsa wołowego.

W 2017 roku udział soi w światowej produkcji tłuszczów roślinnych wynosił 29% (54,5 mln t), a śruty ponad 71% (223 mln t).

Uprawa soi jest zdominowana przez USA, Brazylię i Argentynę, na które przypada ponad 70% światowego areалу uprawy i ponad 80% światowej produkcji, co powoduje, że nakazem chwili polskiego rolnictwa jest dywersyfikacja źródeł białka ze śruty sojowej.

W 2017 roku Polska importowała 2,36 mln ton poekstrakcyjnej śruty sojowej (za prawie 4 mld zł) i około 385 tys. ton śruty słonecznikowej, a rodzime źródła białka pokrywały potrzeby paszowe w około 30%.

Ocieplanie się klimatu oraz postęp w hodowli soi w Europie Zachodniej umożliwiają uprawę tego gatunku w Polsce, jednak czynnikami ograniczającymi zainteresowanie rolników tą rośliną są następujące problemy:

- mała skala produkcji,
- niezorganizowany skup i przetwórstwo,
- brak twórczej hodowli,
- nieznamość wymagań agrotechnicznych nowych genotypów soi.

Soja jest doskonałym przedplonem dla pszenicy i kukurydzy. Mocno rozbudowany system korzeniowy działa strukturotwórczo na glebę. Ponadto, dzięki bakteriom brodawkowym wiąże z powietrza znaczące ilości azotu, a resztki poźniwe zawierają wiele makro- i mikrośladników o wysokiej wartości nawozowej dla roślin następczych.

Według amerykańskich badań powodzenie uprawy soi zależy od współdziałania warunków atmosferycznych, rodzaju gleby i genotypu [Haegle i Below 2013]. Wyniki produkcyjne i doświadczalne uzyskane na południu Polski w ostatnich latach świadczą o tym, że soja jest aktualnie na tym etapie rozwoju uprawy co kukurydza w połowie lat 90-tych XX wieku, a głównym czynnikiem ograniczającym wzrost areálu uprawy jest mały postęp hodowlany.

Uprawa soi może wpłynąć pozytywnie na strukturę zasiewów w Polsce, zwłaszcza że udział zbóż w niektórych częściach kraju przekracza 80%. Powierzchnia uprawy soi w Polsce systematycznie wzrasta i w 2019 roku areál jej uprawy przekroczył 19 tys. ha, która zlokalizowana głównie południowo-zachodniej i południowo-wschodniej części kraju. Kania i in. [2016] wykazali, że uprawa soi w zachodniej Polsce charakteryzowała się zdecydowanie wyższą dochodowością niż rzepak.

Wysokość plonu i cena jego zbytu to dwa główne czynniki wpływające na opłacalność produkcji roślinnej [Spurtacz i in. 2008; Czerwińska-Kayzer i Florek 2012]. Adamska i in. [2016] twierdzą, że poza wysokością plonu na opłacalność uprawy bobowatych wpływają jeszcze wysokości dopłat do produkcji roślin wysokobiałkowych oraz koszty zabiegów agrotechnicznych.

Uprawa soi, w porównaniu do zbóż i rzepaku, charakteryzuje się krótkim okresem zwrotu zainwestowanych środków finansowych. Przy uprawie i zbiorze wykorzystywany jest ten sam park maszynowy co przy uprawie zbóż. Nasiona po zbiorze w niektórych, szczególnie wilgotnych latach, mogą wymagać dosuszenia, jednak nie w takim stopniu jak ziarno kukurydzy. Jej uprawa dobrze wpisuje się w system organizacyjny gospodarstw, szczególnie w zmniejszenie natężenia prac polowych.

---

W celu zwiększenia uprawy bobowatych w Polsce rząd wprowadził Uchwałą Rady Ministrów nr 222/2015 z dnia 15 grudnia 2015 r., na lata 2016 – 2020, wieloletni program: „Zwiększenie wykorzystania krajowego białka paszowego dla produkcji wysokiej jakości produktów zwierzęcych w warunkach zrównoważonego rozwoju”, który obejmuje cztery obszary badawcze:

- genetyka i hodowla roślin,
- agrotechnika,
- żywienie zwierząt,
- ekonomia i organizacji rynku.

Głównym celem wieloletniego programu jest stworzenie możliwości zwiększania bezpieczeństwa białkowego kraju na cele paszowe i żywnościowe w warunkach zrównoważonego rozwoju.

## 2. PRZEGLĄD PIŚMIENICTWA

Naturalnym obszarem występowania soi (*Glycine max* (L.) Merr.) jest Daleki Wschód, z pierwotnym centrum pochodzenia zlokalizowanym na północnym wschodzie Chin w Mandżurii [Kim i in. 2010; Qiu i Chang 2010; Zhou i in 2016]. Udomowienie soi miało miejsce między XXX a XI wiekiem przed naszą erą w Mandżurii skąd przedostała się do Korei, a następnie na początku naszej ery do Japonii. W Ameryce Północnej pojawiła się w 1765 roku [Hymowitz 1970; Carter i in. 2004; Wilson 2008].

Należy podkreślić, iż podczas procesu udomowienia soi doszło do erozji genetycznej, co doprowadziło do zawężenia zmienności genetycznej [Gizlice i in. 1996; Guo i in. 2010; Tang i in. 2010; Zhou i in. 2016], które może skutkować większą podatnością na nowo pojawiające się choroby lub szkodniki i powodować obniżkę plonów [Wilcox i in. 2004; Hyten i in. 2006].

Początki uprawy soi w Polsce liczą ponad 140 lat, gdyż 1878 roku prof. Antoni Sempołowski w Wyższej Szkole Rolniczej im. Haliny w Żabikowie rozpoczął uprawę tego gatunku. Wysiano wówczas 19 chińskich odmian soi, pochodzących z kolekcji prof. Haberlanda z Austrii, które w warunkach Wielkopolski nie dojrzały.

Według Mackiewicza [1955] pierwsze odmiany soi dostosowane do warunków przyrodniczych Polski wyhodował, z genotypów pochodzących z Azji, w 1893 Owiński – Podolska Wczesna Czarna i Podolska Wczesna Brunatna, które poza Podolem nie dojrzały.

W USA uprawa soi skoncentrowana jest pomiędzy 43 a 45° szerokości geograficznej północnej, a Polska położona jest między 49 a 54° szerokości geograficznej północnej. Przesunięcie na północ uprawy soi od 4 do 11° wiąże się z pogorszeniem warunków klimatycznych.

Czynnikami ograniczającym zasięg uprawy soi są wymagania cieplne i jej reakcja na długość dnia. U odmian przeznaczonych do uprawy w wyższych szerokościach geograficznych wykazano, że długość dnia powyżej 16 godzin na początku kwitnienia powoduje opóźnienie występowania następnych faz rozwojowych i rośliny mogą nie dojrzeć przed nastaniem jesiennych przymrozków. Przy długim dniu i wysokiej temperaturze większość odmian soi reaguje tak, jak rośliny krótkiego dnia, a przy niskiej temperaturze i krótkim dniu, jak rośliny dnia długiego [Upadhyay i in. 1994; Wallace i Yan 1998].

Hartwig [1973] wykazał, że fotoperiodyzm ma większe znaczenie u soi, niż u innych roślin uprawnych. Odmiany wyselekcjonowane dla szerokości geograficznych południowych zazwyczaj mocniej reagują na krótsze dni, niż odmiany przystosowane do regionu północnego, dlatego genotypy pochodzące z południa kwitną zbyt późno na północy, podczas gdy północne formy kwitną zbyt wcześnie na południu [Heatherly i Elmore 2004; Zhang i in. 2007].

W rozwoju soi można wyróżnić dwa okresy krytyczne o zwiększonych wymaganiach w odniesieniu do temperatury. Pierwszy występuje od siewu do pełni wschodów, w którym zbyt niska temperatura przedłuża jego trwanie nawet do 45 dni [Szyrmer i Szczepańska 1982], a znaczna liczba nasion nie wschodzi. Dlatego późniejsze polepszenie się warunków termicznych nie wywiera już istotnego wpływu na plonowanie, gdyż czynnikiem ograniczającym jest niewłaściwa liczba roślin na 1 m<sup>2</sup>. Należy jednak zaznaczyć, że tolerancja soi na temperaturę w tym okresie jest bardzo duża. Nasiona mogą kiełkować w temperaturze od 5°C do 40°C, a korzenie soi mogą rosnąć jeszcze w temperaturze 2,2°C [Hinson i Hartwig 1982].

Pomimo znacznej tolerancji na niską temperaturę w początkowych fazach rozwojowych, nie zaleca się zbyt wczesnego siewu soi w klimacie umiarkowanym i chłodnym, gdyż rośliny zwalniają lub przerywają wegetację w temperaturze około 5°C i dojrzewają niemal w tym samym czasie co inne, wysiane w terminie późniejszym, w lepszych warunkach termicznych. W środkowej i południowej Polsce siewu soi dokonuje się na przełomie kwietnia i maja. Temperatura gleby na głębokości 5 cm wynosi wtedy 12 – 14°C [Kozłowski 1981; Szyrmer i Szczepańska 1982].

Drugim okresem krytycznym w rozwoju soi jest faza kwitnienia. W większości badań, wyższe temperatury w początkowym okresie rozwoju soi sprzyjały wcześniejszemu kwitnieniu, jednak w największym stopniu termin rozpoczęcia kwitnienia kształtował fotoperiodyzm zależny od genomu [Cooper 2003; Zhang i in. 2007].

Soja jest dobrze przystosowana do przetrzymywania dłuższych okresów bezopadowych, dzięki dobrze rozbudowanemu systemowi korzeniowemu sięgającemu do głębokości 2 m oraz owłosieniu, które zmniejsza transpirację, a także dzięki możliwości ustawienia liści równolegle do promieni słonecznych, co znacznie zmniejsza ich nagrzewanie i tym samym transpirację [Holmberg 1973; Szyrmer i Szczepańska 1982; Łykowski 1984; Griebisch i in. 2019]. W okresie wegetacji



występują jednak trzy okresy krytyczne o zwiększonym zapotrzebowaniu na wodę. Są to fazy: kiełkowania, kwitnienia i wypełniania strąków [Kocur 1972; Mota 1978; Hinson i Hartwig 1982].

Znalezienie genotypów dobrze znoszących niekorzystne warunki pogodowe jest niezbędne dla dalszego postępu w pracach hodowlanych [Szyrmer i Federowska 1975]. Hodowla powinna być ukierunkowana na zwiększenie wysokości i jakości plonu nasion, wysokości osadzenia dolnego strąka, odporności roślin na wyleganie, pękanie strąków i osypywanie się nasion w warunkach suszy.

W latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych ubiegłego wieku wprowadzono do uprawy odmiany soi: Bydgoska 057, Złotka Młochowska, Mazowiecka i Warszawska. Dembiński i in. [1962] wykazali, że nowe genotypy mogą być surowcem dla przemysłu olejarskiego.

W latach siedemdziesiątych XX wieku wyhodowano odmiany soi Ajma i Progres, które były lepiej dostosowane do warunków przyrodniczych Polski. Na szczególną uwagę zasługuje odmiana Progres [Szyrmer i Federowska 1975], która posiada wiele cech użytkowych zbliżonych do ideotypu tej rośliny określonego dla warunków przyrodniczych Polski. Odmianę Progres cechował najkrótszy, w porównaniu ze wszystkimi odmianami polskimi, okres wegetacji wynoszący około 120 dni, co w naszych warunkach klimatycznych ma podstawowe znaczenie, gdyż termin dojrzewania przypada dzięki temu na koniec sierpnia na południu kraju lub na pierwszą dekadę września w centralnej części Polski.

W 1992 roku do Krajowego Rejestru Odmian wpisano odmianę Aldana, która posiada najkrótszy okres wegetacji z dotychczas wyhodowanych w Polsce odmian i zaliczana jest do grupy odmian „000” oraz zawiera w nasionach około 35% białka i 20% tłuszczu.

Odmiana Augusta została wyhodowana w Katedrze Genetyki i Hodowli Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu i wpisana do Krajowego Rejestru Odmian w 2002 roku. Odmiana Augusta ma około 80 cm wysokości i mniejsze nasiona od odmiany Aldana.

W 2017 roku do Krajowego rejestru Odmian wpisano odmianę Erica wyhodowaną przez DANKO Hodowla Roślin. Erica zaliczana jest do grupy odmian wczesnych, charakteryzuje się zawartością białka w ilości 37 – 39% oraz średnią



zawartością tłuszczu. Plon nasion kształtuje się wyraźnie powyżej średniej dla odmian o podobnej wczesności.

W Polsce mogą być uprawiane nie tylko odmiany wpisane do Krajowego Rejestru, ale również wszystkie odmiany znajdujące się we Wspólnotowym Katalogu Odmian Roślin Rolniczych (CCA).

Najwcześniejsze odmiany Aldana i Augusta osiągały dojrzałość zniwną pod koniec sierpnia, a najpóźniejsze pod koniec września. W miarę wydłużania okresu wegetacji wzrastały plony, które średnio za trzy lata, w zależności od grupy wczesności, wahały się od 3,03 do 3,60 t·ha<sup>-1</sup> [COBORU 2019]. Różnica w długości okresu wegetacji między odmianami bardzo wczesnymi a bardzo późnymi wynosiła w latach 2017 – 2019 średnio 18 dni, co skutkowało przyrostem plonu z 1 ha na każdy dzień wydłużenia wegetacji o około 30 kg. Należy jednak zaznaczyć, że ryzyko osiągnięcia dojrzałości zniwnej przez odmiany późne i bardzo późne w Polsce północnej jest bardzo duże.

Zmiany globalne klimatu będą miały także wpływ na warunki występujące w Europie środkowej i w Polsce. Z jednej strony należy się spodziewać wzrostu temperatury o około 3 – 4°C z drugiej zaś tylko nieznacznego wzrostu opadów, co w konsekwencji wydłuży okres wegetacji w Polsce Zachodniej o 110 – 125 dni, a w Polsce Wschodniej o 50 – 60 dni [Kędziora 1999].

Na obszarze województwa opolskiego w latach 1981 – 2010 średnia roczna temperatura powietrza wynosiła od 8,0°C do 9,1°C. W XXI wieku wykazano wyraźny wzrost średniej miesięcznej temperatury powietrza: w kwietniu, czerwcu i lipcu, co spowodowało zmiany długości okresów termicznych, zwłaszcza lato, które obecnie rozpoczyna się znacznie wcześniej i coraz później się kończy. Na Opolszczyźnie okres wegetacji w latach 1980 – 2010 wyniósł średnio 228 dni, a w dekadzie 2001 – 2010 wydłużył się średnio o 7 dni w porównaniu z okresem 1981 – 1990 [Skowera i in. 2016].

Pomimo ocieplania klimatu prace hodowlane w Europie i w Polsce, powinny prowadzić do wytworzenia odmian o krótkim okresie wegetacji [Kamp i in. 2010], o zwiększonej produktywności, zmienionym fenotypie i wyżej osadzonym pierwszym strąku [Thompson i Nelson 1998; Mikel i in. 2010; Kusano i in. 2015].

Soja charakteryzuje się szerokim zakresem zmienności cech morfologicznych i fizjologicznych, które są modyfikowane przez warunki siedliska [Jaranowski i in.

1984]. Bezpośrednie wprowadzenie do uprawy w Polsce genotypów soi z innych krajów jest niemożliwe [Nawracała i Konieczny 1997], gdyż odmiany przeniesione w nasze warunki klimatyczne zmieniają przebieg faz rozwojowych [Jaranowski i in. 1983], w tym szczególnie związanych z kwitnieniem i zawiązywaniem strąków.

W rozwoju nasion soi wykazano, różnice między odmianami, w długości okresu ich wypełniania, który trwa od rozpoczęcia wykształcania do żółknięcia strąków (SFP) oraz w tempie wzrostu nasion (SGR) podczas gromadzenia przez nasiona suchej masy w czasie liniowej fazy wzrostu [Guffy i in. 1991].

Wielu autorów wykazało dodatnią korelację między czasem trwania SFP a plonem nasion [Gay i in. 1980; Smith i Nelson 1986; Munier-Jolain i in. 1998]. Szybkość wzrostu nasion jest dodatnio skorelowana z masą 1000 nasion, ale rzadko z plonem, z powodu odwrotnej korelacji między liczbą nasion z rośliny i wielkością nasion [Egli 1999; Mondal i in. 2011]. Gęstość roślin silnie wpływa na wielkość powierzchni liści, która przechwytuje światło [Wells 1991; Singer 2001].

Soja odznacza się dużą plastycznością fenotypową [Heiffig i in. 2006; Akond i in. 2013; Balbinot Junior i in. 2015] i dlatego optymalne rozmieszczenie roślin soi w łanie może być beznakładowym czynnikiem zwiększającym plon nasion [Board i Kahlon 2013].

Właściwe rozmieszczenie roślin w łanie minimalizuje konkurencję wewnątrzgatunkową i prowadzi do maksymalizacji wykorzystania zasobów środowiska [Walker i in. 2010; Bellaloui i in. 2015].

Liczba rozgałęzień i liści na roślinie soi jest cechą genotypową, która ze względu na plastyczność fenotypową podlega adaptacji do warunków związanych z rozmieszczeniem roślin [De Bruin i Pedersen 2008; Board i Kahlon 2013; Suhre i in. 2014]. Reakcja soi na rozmieszczenie roślin w łanie jest niezależna od typu wzrostu, który może być zdeterminowany, tradycyjny i półzdeterminowany [Tian i in. 2010; Soares i in. 2015].

El-Zeadani i in. [2014] wykazali, że przy wysiewie na 1 m<sup>2</sup> od 20 do 50 nasion potencjał plonowania wyznacza liczba roślin na 1 m<sup>2</sup> i liczba nasion z rośliny. Chen i Wiatrak [2011] stwierdzili, że wzrost liczby wysianych nasion na 1 m<sup>2</sup> do 27 zwiększa wysokość roślin podczas rozwoju wegetatywnego soi, co z kolei może spowodować wzrost plonu. Sichilima i in. [2018] natomiast wykazali różnice odmianowe w reakcji

na wzrost gęstości siewu, który spowodował między innymi zmniejszenie na roślinie liczby rozgałęzień, strąków i nasion.

Plon nasion, a także jego jakość, podlegają istotnym wahaniom pod wpływem warunków środowiskowych i agrotechnicznych [Clawson i in. 2006; Rahman i in. 2011; Worku i Astatkie 2011]. Z tych ostatnich największy wpływ na plon wywiera termin i gęstość siewu oraz nawożenie i pielęgnacja [Pyzik 1982; Jasińska i in. 1987; Pyzik i in. 1987; Bobrecka-Jamro i in. 1995]. Szyrmer i Federowska [1978] uważają, iż pojedyncza roślina soi powinna wykształcić od 3 do 5 pędów z równo osadzonymi strąkami, a wysokość pierwszego, dolnego strąka powinna być na poziomie 10 – 14 cm powyżej szyjki korzeniowej.

Termin siewu kształtuje pokrój rośliny, cechy użytkowe, plon, masę 1000 nasion, zawartość oleju, białka oraz izoflawonów [Mackiewicz 1954 b; Osier i Cartter 1954; Freeman i Philips 1959; Green i in. 1965; Mackiewicz 1965; Freiria i in. 2016].

Poglądy dotyczące optymalnego terminu siewu soi w Polsce są rozbieżne [Mackiewicz 1954 b; Wojtysiak i Jasińska 1959 a, 1959 b; Woynarowska 1972], jednak większość autorów za optymalny termin siewu uważa trzecią dekadę kwietnia oraz pierwszą dekadę maja i wskazuje na ujemny wpływ na plon siewów późnych i zbyt wczesnych w glebę nieogrzaną o temperaturze poniżej 8°C [Mackiewicz 1954 b; Lityński 1967; Woynarowska 1972].

Akumulacja biomasy przez rośliny i strategia jej alokacji decyduje o rozwoju roślin od nasienia do nasienia [Parvez i in. 2004; Weiner i in. 2009]. Wzrost i rozwój generatywny roślin kształtuje rozkład przestrzenny roślin w łanie [Malek i in. 2012].

Architektura łanu – rozkład przestrzenny roślin w łanie jest jednym z ważniejszych czynników mających wpływ na plon, który kształtuje się przez odpowiednie rozmieszczenie roślin. Egli [1988] badał reakcje soi na wzrost zagęszczenia roślin na 1 m<sup>2</sup> od 0,6 do 24 i wykazał, że w warunkach niskiej obsady, gdy brak jest konkurencji między roślinami, plon jest proporcjonalny do zagęszczenia. Wzrost obsady powoduje nasilenie konkurencji i obniżenie tempa przyrostu plonu. Najwyższe plony uzyskuje się w warunkach, gdy zagęszczenie roślin jest większe niż wymagane do maksymalnego przechwytywania 95% światła słonecznego w fazie kwitnienia.

Zróżnicowane zagęszczenie roślin ma wpływ na wzrost i plony [Robinson i Wilcox 1998; Taj i in. 2003; Wajid i in. 2004]. Rośliny rosnące w dużym zagęszczeniu

konkurują o przestrzeń życiową, co powoduje, że są wyższe, słabo się rozgałęziają, zawiązują na roślinie mniej strąków i nasion w porównaniu z małym zagęszczeniem [Mondal i in. 2012]. Wpływ zagęszczenia roślin jest widoczny w uprawach, gdzie masa nasion z rośliny obniżała się liniowo wraz ze wzrostem zagęszczenia. Obniżkę plonu nasion przypisywano głównie zmniejszeniem liczby nasion z rośliny i w strąku, a nie masie 1000 nasion [Malek i in. 2012; Mondal i in. 2012].

Wzrost zagęszczenia roślin zmniejszał masę rośliny i nasion z rośliny [Ball i in. 2000; Gan i in. 2002]. Obniżka masy 1 rośliny i masy nasion z rośliny wiąże się z nadmiernie rozwiniętą powierzchnią liści, małym przyrostem suchej masy przypadającej na jednostkę powierzchni liścia i silnym wpływem zagęszczenia na szybkie tempo starzenia się liści [Malek i in. 2012]. Wpływ masy 1000 nasion na kształtowanie plonu nasion soi nie jest jednoznaczny [Egli 1999].

Wyniki badań nad gęstością siewu soi wskazują na potrzebę optymalnego zagęszczenia roślin na jednostce powierzchni, przy zachowaniu odpowiedniej rozstawy rzędów, dostosowanej do właściwości odmian i warunków uprawy [Pyzik 1982]. W przeszłości wielu autorów zalecało stosowanie siewu gniazdowego 60 x 60 cm, 45 x 45 cm po 6-10 nasion w gnieździe lub rzędowego i punktowego 50 x 20 cm, 40 x 20 cm, 35 x 10 – 15 cm, 70 x 10 cm przy wysiewie na 1 m<sup>2</sup> od 10 do 29 nasion [Bielików 1954; Mackiewicz 1955; Nowak 1958; Lehman i Lambert 1960; Johnson i Harris 1967; Dougherty 1969; Christov i Stoimenov 1971; Kolarik i Strida 1974; Babic 1975; Egli 1975; Crookston 1976].

W Polsce do 1935 roku stosowano siew gniazdowy i w szerokie rzędy [Dzikowski 1937; Szyrmer 1968; Lityński 1973; Bobrecka-Jamro 1980]. W badaniach prowadzonych w latach 1936 – 1937 oraz po II wojnie światowej [Mackiewicz 1954 a, 1958; Wojtysiak i Jasińska 1959 a] stosowano siew zagęszczony w rozstawie 50 x 10 cm, 40 x 10 cm, 30 x 10 cm, 25 x 10 cm, co odpowiada liczbie wysianych nasion na 1 m<sup>2</sup> od 10 do 40. Wykazano, że zwiększanie szerokości rozstawy rzędów w warunkach Polski wpływa na obniżkę plonu nasion.

Natomiast z badań Kozaka i in. [2008 a, 2008 b, 2008 c] wynika, iż zarówno wegetatywny, jak i generatywny rozwój roślin, a także plonowanie zależały przede wszystkim od warunków pogodowych, mniej zaś od odmiany, czy gęstości siewu. Oprócz plonu gęstość siewu determinuje także zawartość izoflawonów w nasionach [Al-Tawaha i Seguin 2006].

W warunkach przyrodniczych Polski zalecana gęstość siewu wynosi 60 – 100 nasion na 1 m<sup>2</sup> i jest zależna przede wszystkim od interakcji genotypowo–środowiskowej [Bobrecka-Jamro i in. 1993, 1995; Jasińska i in. 1987; Kołpak 1994]. Według Kołpaka [1996] optymalne rozmieszczenie roślin wpływa korzystnie na efektywność fotosyntezy, wilgotność i temperaturę gleby oraz plon.

W porównaniu z innymi gatunkami roślin uprawnych (ryż, bawełna, sorgo) zdecydowanie wyższe plony soi otrzymuje się przy niższej obsadzie roślin [Jost i Cothorn 2000; Balcom i in. 2010; Mahmood i Honermeier 2012].

Prace nad optymalizacją obsady odmian soi były przedmiotem badań w USA przez cały XX wiek. Badano reakcje odmian na termin siewu, wyleganie i gospodarke wodną. Fizjologiczne aspekty wzrostu soi, takie jak względna szybkość wzrostu, stosunek powierzchni liści, stosunek powierzchni właściwej liści i pędów do korzeni, które są odpowiedzią genotypów soi na gęstość siewu, są słabo poznane zwłaszcza w odniesieniu do plonów. Przy podwojeniu liczby wysianych nasion negatywna reakcja roślin soi wynikała ze wzrostu stosunku powierzchni liści (LAR) i powierzchni właściwej liści (SLA). Wykazano indywidualną reakcje odmian na wzrost ilości wysiewu [Gan i in. 2002].

Badania amerykańskie wykazały, że zwiększanie liczby roślin na 1 m<sup>2</sup> powyżej 39 nie powoduje wzrostu plonu w takim stopniu, który rekompensowałby dodatkowy koszt zakupu materiału siewnego. Według różnych autorów [Wiggans 1939; Weber i in. 1966; Beuerlein 1988; Elmore 1991, 1998] optymalna obsada roślin soi na 1 m<sup>2</sup> wynosi od 25 do 35. W innych badaniach De Bruin i Pedersen [2008] wykazali, że wczesny termin siewu wykonany na przełomie kwietnia i maja wpływa istotnie na wzrost plonu i wynik finansowy uzyskiwany z 1 ha, aczkolwiek nie zaobserwowano istotnej różnicy wzrostu plonu i wyniku finansowego zwiększając gęstość siewu na 1 m<sup>2</sup> z 18 do 56 nasion.

Indeks LAI, który zależał od rozstawy rzędów i wysokości roślin, kształtował gromadzenie suchej masy soi. Szeroka rozstawa rzędów i wysokie rośliny sprzyjały szybszemu osiągnięciu dużego LAI. Gromadzenie suchej masy było funkcją LAI tylko do ściśle określonej wartości tego wskaźnika. Najwyższy plon nasion uzyskano przy rozstawie 25 cm i wysiewie na 1 m<sup>2</sup> 26 nasion. Zwiększenie na 1 m<sup>2</sup> liczby wysianych nasion do 52 powodowało, w porównaniu z wysiewem 26 nasion na 1 m<sup>2</sup> wzrost wysokości roślin i zmniejszenie liczby rozgałęzień, strąków i nasion z rośliny,

w konsekwencji obniżkę plonów nasion z powodu wzrostu konkurencji roślin o przestrzeń życiową [Weber i in. 1966]. Rozmieszczenie roślin soi w łanie ma wpływ na gospodarkę wodną gleby. Wsiew  $3,09 \times 10^5 \times \text{ha}^{-1}$  nasion soi w rozstawie 18, 27, 36, 45 i 54 cm powodował, że odległości między nasionami w rzędzie wynosiły odpowiednio 18, 12, 9, 7,2 i 6 cm. Najwyższe plony uzyskano przy mniejszych rozstawach, gdy rozmieszczenie nasion było oparte na kwadracie 18 x 18 cm lub układzie zbliżonym do kwadratu 27 x 12 cm. W porównaniu z siewem w kwadrat, siew w układzie 54 x 6 cm powodował obniżkę plonu nasion o 2,5%. Wykazano ujemną korelację pomiędzy rozstawą rzędów a plonem nasion i zapasem wody w glebie [Zhou i in. 2010].

W północnych rejonach USA wysiewano na 1 m<sup>2</sup> 32, 37, 42 i 47 nasion soi w rozstawie 19, 38 i 76 cm, co sprawiło, że odległości między nasionami wynosiły od 2,8 do 16,4 cm. Takie rozmieszczenie roślin (nasion) w rzędzie powodowało wzrost konkurencji o przestrzeń życiową. W porównaniu z rozstawą 19 cm jej zwiększenie do 76 cm powodowało obniżkę suchej masy z 1 m<sup>2</sup> o 17%, indeksu LAI o 13%, liczby strąków i nasion z 1 m<sup>2</sup> odpowiednio o 14 i 9% oraz plonu nasion z 1 ha o 15%. Wzrost liczby wysianych na 1 m<sup>2</sup> nasion z 32 do 37 powodował zwiększenie suchej masy z 1 m<sup>2</sup> o 8%, indeksu LAI o 2%, liczby strąków i nasion z 1 m<sup>2</sup> o 5%. W odniesieniu do wysokości plonu nie wykazano interakcji pomiędzy rozstawą rzędów a liczbą wysianych na 1 m<sup>2</sup> nasion. Najwyższe plony uzyskano przy wysiewie na 1 m<sup>2</sup> 42 nasion [Cox i Cherney 2011].

W północnych szerokościach USA soję wysiewa się w szerokim zakresie rozstawy rzędów, jednak w stanach Górnego Środkowego Zachodu w ciągu ostatnich 5 lat obserwuje się tendencje do zwiększania rozstawy rzędów powyżej 50 cm, co prowadzi do wzrostu konkurencji między roślinami w rzędzie. Soja wysiewana w rozstawie 19 cm w porównaniu z 76 cm, wytwarzała od 6 do 10% więcej rozgałęzień, miała od 0,8 do 10% wyższe plony. Zwiększenie liczby wysianych nasion na 1 m<sup>2</sup> z 25 do 50 powodowało wzrost plonu nasion od 3 do 7%. Odmiany późniejsze plonowały wyżej od odmian wcześniejszych. Jednak z powodu wysokiego kosztu zakupu materiału siewnego, ekonomicznie uzasadniona ilość wysiewu jest zwykle niższa od ilości wysiewu, przy której uzyskiwano najwyższe plony [Schutte i Nleya 2018].

Badania na środkowym zachodzie Stanów Zjednoczonych wykazują, że soja uprawiana w wąskich rzędach poniżej 50 cm plonuje wyżej niż w rozstawie 50 – 76 cm



[Lambert i Lowenberg-DeBoer 2003; De Bruin i Pedersen 2008; Cox i in. 2012]. Cox i Cherney [2011] wykazali, że soja uprawiana w rozstawie 19 cm plonuje o 7% i wyżej w porównaniu z rozstawą 38 cm i aż o 17% niż przy 76 cm.

Uprawa soi w wąskich rzędach pozwala zmniejszyć konkurencje między roślinami soi o światło, gdyż rozmieszczenie roślin w łanie zbliżone jest do kwadratu [Shibles i Weber 1965; Westgate 1999].

W środkowych i południowych Stanach Zjednoczonych, wyniki badań nie potwierdzają wzrostu plonów soi uprawianej w wąskiej rozstawie w porównaniu z szeroką [Lee i in. 2008]. Thompson i in. [2015] wykazali, że reakcja soi na uprawę w wąskich bądź szerokich rzędach zależy od przebiegu pogody podczas wegetacji.

Wzrost plonów soi uprawianej w wąskich rzędach w północnych Stanach Zjednoczonych związany jest z krótszym okresem wegetacji, gdyż soja ma ograniczony czas na osiągnięcie maksymalnego przechwytywania promieniowania przed kwitnieniem. Wąskie rzędy zwiększają zatem przechwytywanie promieniowania, co powoduje szybsze zwanie rzędów i ogranicza zachwaszczenie [Burnside i Colville 1964; Dougherty 1969; Howe i Oliver 1987; Andrade i in. 2002]. Wraz z wyższym wskaźnikiem przechwytywania światła odnotowano mniejszą ewapotranspirację z gleby soi uprawianej w wąskich rzędach ze względu na szybsze zwanie rzędów, a jednocześnie następował wzrost zużycia wody [Alessi i Power 1965]. Dlatego, w warunkach stresu związanego z suszą, soja uprawiana w wąskich rzędach może szybciej zubażać wodę w glebie przez zwiększony wzrost wegetatywny. Powoduje to zwiększenie deficytu wody w glebie w kolejnych fazach rozwojowych i wyjaśnia brak różnic w plonowaniu soi uprawianej w wąskiej i szerokiej rozstawie [Reicosky i in. 1982; De Bruin i Pedersen 2008].

Niektóre badania donoszą o interakcji między rozstawą rzędów a ilością wysiewu w kształtowaniu plonu nasion, który przy wyższej ilości wysiewu i uprawie w wąskich rzędach w porównaniu do rzędów szerokich wzrastał [Weber i in. 1966; Oplinger i Philbrook 1992; Cox i Cherney 2011; Cox i in. 2012].

Cox i in. [2012] odnotowali większy dochód w wysokości 30 ha<sup>-1</sup> \$ USD przy wysiewie na 1 m<sup>2</sup> 42 nasion w rozstawie 19 cm, w porównaniu z wysiewem w rozstawie 76 cm i wysiewie na 1m<sup>2</sup> 32 nasion.

W południowym Ontario najwyższe plony uzyskano przy rozstawie rzędów 18 i 35 cm wysiewając na 1 m<sup>2</sup> 59 nasion [Ablett i in. 1984]. Inne badania, które nie

wykazały interakcji między rozstawą rzędów a ilością wysiewu [Beuerelein 1988; Ablett i in. 1991; Kratochvil i in. 2004]. Ricks i in. [2013] podają, że optymalna ilość wysiewu soi na 1 m<sup>2</sup> w Południowej Dakocie wynosi od 36 do 38 nasion.

Carpenter i Board [1997] wykazali, że w warunkach wąskiej rozstawy rośliny soi silniej się rozgałęziają, co nie miało wpływu na wzrost plonów nasion.

Cox i Cherney [2011] stwierdzili, że soja przy małym zagęszczeniu roślin i szerokiej rozstawie > 38 cm kompensująco kształtuje liczbę strąków i nasion z rośliny. Odkryli również, że rośliny soi kompensują w większym stopniu mniejsze ilości wysiewu niż szersze rozstawy rzędów, co oznacza, że rozstawa rzędów miała większy wpływ na plon nasion niż ilość wysiewu.

Taylor i in. [1982] podkreślają, iż soja uprawiana przy rozstawie 25 cm, w porównaniu ze 100 cm, plonuje o 17% wyżej. Rośliny uprawiane w rozstawie 25 cm mają wyższą masę nasion i strąków, w porównaniu z rozstawą 50 cm [Akond i in. 2013]. Beatty i in. [1982] wykazali w stanie Arkansas 15% wzrost plonu nasion soi uprawianej w rozstawie 18 lub 48 cm w porównaniu z rozstawą 96 cm.

Według USDA-NASS [2019] w 2018 roku w Stanach Zjednoczonych 11% soi uprawia się w rzędach o szerokości mniejszej niż 25 cm, 43% rozstawie 25 – 47 cm, 10% w odległości między rzędami 47 – 72 cm, natomiast 30% uprawiano w rzędach o szerokości 72 – 88 cm, a 6% w rzędach o szerokości większej niż 88 cm.

Wąska rozstawa rzędów i wzrost liczby wysianych na 1 m<sup>2</sup> nasion zwiększa zagrożenie porażenia soi przez *Sclerotinia sclerotiorum* [Pennypacker i Risius 1999]. W ostatnich latach w Brazylii coraz częściej stosuje się siew krzyżowy, który polega na dwukrotnym siewie, prowadzącym do krzyżowania rzędów siewu. Lima i in. [2012] wykazali dla genotypu o niezdeteminowanym typie wzrostu plonu nasion przy siewie krzyżowym, w porównaniu z tradycyjnym sposobem siewu o 8,6%.

Natomiast Procopio i in. [2013] oraz Balbinot Junior i in. [2015] nie wykazali wpływu sposobu siewu na plon nasion odmian soi o zdeterminowanym i niezdeteminowanym typie wzrostu.

Souza i in. [2016] wykazali przy siewie krzyżowym, w porównaniu z tradycyjnym przy rozstawie rzędów 50 cm wzrost plonu nasion soi o 8%, natomiast nie stwierdził istotnych statystycznie różnic w plonie pomiędzy gęstościami siewu, które wynosiły 24,5, 35 i 45,5 nasion na 1 m<sup>2</sup>.



Badania w Bangladeszu wykazały, że najwyższe plony nasion soi uzyskano przy siewie w kwadrat wysiewając na 1 m<sup>2</sup> od 80 do 100 nasion [Rahman i in. 2011]. Natomiast w Chinach optymalna obsada roślin na 1 m<sup>2</sup> wynosi od 27 do 34 [Lv i in. 2019].

Rośliny bobowate wpływają korzystnie na właściwości biologiczne i fizykochemiczne gleby. Współżyjąc z bakteriami przyswajającymi wolny azot z powietrza [Kulig 2009; Szukała 2012] wykorzystują go do budowy swojego organizmu, wzbogacając tym samym glebę w ten składnik [Prusiński in. 2008], co ma niewątpliwie znaczenie ekologiczne jak i ekonomiczne [Ishizuka 1992; Martyniuk 2012]. Co więcej, resztki poźniwe roślin bobowatych wzbogacają glebę w substancje organiczną, makroskładniki i próchnicę [Jasińska i Kotecki 1997]. Soja przerywa zbyt częstą uprawę zbóż po sobie, co przekłada się na beznakładowy wzrost plonów roślin następczych nawet o 5 – 15% [Dzienia i in. 1989; Dubis i Budzyński 1998].

Wydajność upraw soi wiąże się z włączeniem w cykl technologii rolniczych metod chemicznych i biologicznych. W takim systemie uprawy zastosowanie nawozów mineralnych powinno być podporządkowane aktywności biologicznej siedliska, głównie ze względu na ekonomikę produkcji i drugi z analizowanych parametrów – jakość środowiska [Adesemoye i Kloepper 2009]. Rośliny soi korzystają zarówno z azotu mineralnego jak i atmosferycznego, dzięki zdolności symbiozy z bakteriami *Bradyrhizobiaceae*.

Soja szczepiona wysokoaktywnymi szczepami bakterii *Bradyrhizobium japonicum* może w optymalnych warunkach związać od 50 do 100 kg·ha<sup>-1</sup> N [Strzelec 1989]. Dzięki temu można ograniczyć lub wyeliminować nawożenie azotem [Jarecki i Bobrecka-Jamro 2015], co ma duże znaczenie dla ochrony środowiska przyrodniczego. Liczebność, masa i przeżywalność brodawek, tworzących się w wyniku symbiozy, zależy od wielu czynników w tym od stanu fizycznego gleby, nawożenia azotem i zaprawiania nasion fungicydami, które mogą kształtować symbiozę z brodawkami [Strzelec i Martyniuk 1993]. Dzięki symbiozie zapotrzebowanie soi na azot może być pokryte od 30% do 60% i w takiej sytuacji wystarczające jest uzupełniające nawożenie azotem mineralnym w dawce 30 kg N·ha<sup>-1</sup> przed siewem, co może wpływać znacząco na wzrost plonu nasion oraz zawartości białka surowego w nasionach [Lorenc-Kozik i Pisulewska 2003].

Zaprawianie nasion [Cox i in. 2008], które jest pierwszym zabiegiem ochronnym oraz podstawowym i najtańszym sposobem zwalczania ewentualnych patogenów występujących w glebie, często przenoszonych wraz z nasionami, decyduje o „powodzeniu” uprawy soi. Krótco przed wysiewem zaleca się zaprawianie nasion szczepionką zawierającą bakterie brodawkowe [Filoda i Mrówczyński 2016]. W nowoczesnych technologiach zaprawiania nasiona soi poddawane są procesowi otoczkowania bakteriami brodawkowymi – *Bradyrhizobium japonicum* [Ham i in. 1971; Jordan 1984; Furseth i in. 2011, 2012] wraz z klejem, który pełni funkcję środka konserwującego i chroniącego bakterie przed światłem. Zastosowana technologia umożliwia inokulację materiału siewnego bakteriami już na 6 – 8 tygodni przed siewem. Wspomniana metoda jest dla rolnika dużym ułatwieniem i jednocześnie alternatywą wobec pracochłonnego i często mało skutecznego samodzielnego procesu szczepienia nasion. Dzięki starannej technice inokulacji materiału siewnego przeprowadzanej przez firmy nasienne, osiąga się zwiększoną obsadę roślin [Bradley i in. 2001] oraz wyższe plony z 1 ha do około 700 kg [Ham i in. 1971; Nelson i in. 1978; Schulz i Thelen 2008; Gaspar i in. 2014; Marburger i in. 2016].

Do siewu należy używać nasion o dużej wartości użytkowej. Spełnienie tego wymogu jest jednym z podstawowych warunków uzyskania dobrych, wyrównanych wschodów, mniejszego zachwaszczenia uprawy, silnych i zdrowych roślin, dających wysoki plon.

Początkowy rozwój soi jest powolny, dlatego jest ona wrażliwa na zachwaszczenie, które powoduje znaczne straty w plonie i obniża jego jakość, co wymaga jak najszybszej regulacji liczby chwastów [Rose i in. 1984; Bussan i in. 1997; Kushwah i Vyas 2005; Channappagoudar i Biradar 2007; Vollmann i in. 2010; Place i in. 2011; Meena i in. 2012; Habimana i in. 2013; Datta i in. 2017; Jha i in. 2017] w celu osiągnięcia ekonomicznie opłacalnego plonu [Knezevic i in. 2003; Hock i in. 2005; Zimdahl 2013]. Występowanie chwastów w początkowych fazach rozwoju roślin może powodować obniżkę plonu od 8 do 55% [Van Acker i in. 1993 a, b; Billore i in. 1999], stąd ich niszczenie i eliminacja konkurencji w pierwszych czterech tygodniach od wschodów soi decyduje o wysokości plonu roślin.

Anaele i Bishnoi [1992], uzyskali o 30% wyższe plony nasion soi w uprawie konwencjonalnej w porównaniu z siewem bezpośrednim. W uprawie konwencjonalnej nie wykazano różnic w plonowaniu soi między obiektami, na których zachwaszczenie

regulowano herbicydami lub mechanicznie, a w porównaniu z kontrolą plony były o 24% wyższe. Plony nasion soi uprawianej w rozstawie 45 cm były wyższe niż przy 60 i 90 cm odpowiednio 22 i 38%. Bez względu na sposoby uprawy i ograniczania liczby chwastów zachwaszczenie było zawsze mniejsze w rozstawie 45 cm. W siewie bezpośrednim, w porównaniu z konwencjonalną uprawą, wykazano na głębokości gleby 0 – 15 cm wyższą wilgotność, zawartość materii organicznej i całkowitego azotu.

W uprawie soi ważnym elementem agrotechniki jest wybór do uprawy pola o małej presji chwastów, a siew w rozstawie 15 cm ogranicza ich występowanie. W przypadku chwastów wieloletnich należy prowadzić odpowiednie zmianowanie roślin na danym stanowisku [Filoda i Mrówczyński 2016]. We wczesnym okresie rozwoju soja rośnie wolno i jest bardzo wrażliwa na zachwaszczenie, prowadzące do znacznej zniżki plonu [Mackiewicz 1958; Burnside 1979; Szyrmer 1979]. Zniżki plonu nasion w zależności od dominujących gatunków chwastów mogą sięgać nawet do kilkudziesięciu procent [Wax i Stoller 1985; Jędruszczak 1996], dlatego niszczenie chwastów i eliminacja konkurencji w pierwszych czterech tygodniach od wschodów soi decyduje o wysokości plonu nasion. Pielęgnacja mechaniczna jest pracochłonna i kosztowna. Z tego też powodu do regulacji zachwaszczenia stosuje się herbicydy, zwłaszcza, że soję często wysiewa się w węższe rzędy, aby zwiększyć wysokość osadzenia pierwszego strąka [Burnside 1980].

Z powodu powolnego rozwoju soi najbardziej wrażliwym okresem są pierwsze 3 – 4 tygodnie po wschodach. Korzystnie na ograniczenie zachwaszczenia wpływa stosowanie opielaczy w międzyrzędziach oraz bronowanie soi w fazie pierwszych trójlistków do okresu w którym rośliny osiągną około 15 cm wysokości. Jednakże nie ulega wątpliwości iż pielęgnacja mechaniczna jest pracochłonna i kosztowna, ponadto w fazie liścieni i pierwszych listków zarodkowych gatunek ten jest bardzo wrażliwy na uszkodzenia mechaniczne.

Jak wykazały badania wykonane w USA, już zachwaszczenie 10 – 20 roślinami na powierzchni 10 m<sup>2</sup> powoduje znaczne straty w plonie. Wpływ zachwaszczenia poniżej 10 roślin na powierzchni 10 m<sup>2</sup> na plon soi jest trudny do przewidzenia, gdyż jest uzależniony od gatunku chwastu, kondycji roślin soi oraz od warunków atmosferycznych. Zdecydowanie plantacje soi powinny być wolne od chwastów. Przy silnym zachwaszczeniu rośliny soi wykazują objawy niedoboru składników pokarmowych, są bladozielone, kruche, a plon nasion jest niski i gorszej jakości.

Dlatego opłacalność uprawy soi jest uzależniona od skutecznej regulacji zachwaszczenia. W zależności od regionu, typu gleby, aktualnego przebiegu warunków pogodowych, a zwłaszcza stanu fitosanitarnego plantacji, zasiewom soi zagraża wiele gatunków chwastów [Gibson i in. 2008]. Do najbardziej szkodliwych należą: komosa biała (*Chenopodium album* (L.) Brenan), rdest powojowaty (*Fallopia convolvulus* (L.) Löve), szarłat szorstki (*Amaranthus retroflexus* (L.) Townsend) oraz chwastnica jednostronna (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv). Z gatunków chwastów wieloletnich na plantacji soi mogą występować przede wszystkim: ostrożeń polny (*Cirsium arvense* (L.) Scopoli) i perz właściwy (*Elymus repens* (L.) Gould). W krajach o rozwiniętej produkcji soi na plantacjach powszechnie stosowane są herbicydy z różnymi substancjami aktywnymi (np. linuron, metolachlor, metrybuzyna, chlomazon).

W Polsce aktualnie do zwalczania chwastów jednoliściennych (perz) stosuje się zarejestrowany środek Fusilade Forte, zaś dwuliściennych Boxer. Niezależnie od stosowania środków chemicznych duże znaczenie ma profilaktyka i zabiegi mechaniczne [Pester i in. 1999; Ulloa i in. 2010 a, b, 2012; Smita i in. 2014]. Co więcej długotrwałe stosowanie herbicydów może z czasem spowodować pojawienie się „super chwastów”, całkowicie odpornych na działanie substancji czynnych zawartych w środkach chwastobójczych. Warto podkreślić, iż zarówno profilaktyka, jak i zabiegi mechaniczne nie chronią całkowicie soi przed chwastami, a jedynie zmniejszają ich liczebność. Działania zapobiegawcze polegają na wyborze pola o relatywnie niskim potencjalnym zachwaszczeniu oraz na stosowaniu wysokiej jakości materiału siewnego, który zapewni szybkie, równomierne wschody i wcześniejsze zakrywanie międzyrzędzi, co w efekcie może przyczynić się do zmniejszenia zachwaszczenia. W niektórych sytuacjach, zwłaszcza gdy występują głęboko korzeniące się chwasty wieloletnie, odpowiednie zmianowanie może być pomocne w ograniczaniu zachwaszczenia. Mechaniczne zwalczanie chwastów na plantacjach soi obejmuje zabiegi agrotechniczne, stosowane podczas przygotowania stanowiska do siewu, oraz bezpośrednio ich zwalczanie po wschodach. Często stosowane płytkie spulchnianie gleby przed siewem, może skutecznie wspomagać odchwaszczanie. Jednakże częste spulchnianie gleby za pomocą narzędzi mechanicznych może w efekcie w niektórych rejonach doprowadzić do erozji gleb. Wszystkie te metody są skuteczne w zależności od stopnia zachwaszczenia i pomagają zminimalizować obniżkę plonów [Jabran i in. 2015]. Istotnym elementem ograniczania zachwaszczenia w kolejnych sezonach

wegetacyjnych jest wykonywanie zespołu uprawek późniowych, niszczących siewki chwastów i system korzeniowy gatunków wieloletnich. Ponadto, soja w późniejszym okresie wegetacji tworzy dużą masę liści, która może dość dobrze zakrywać powierzchnię gleby, co ogranicza rozrastanie się chwastów.

Czynniki ekonomiczne, takie jak koszty sprzętu, często odgrywają podstawową rolę w przechodzeniu z systemu uprawy w szerokie na wąskie rzędy, pomimo, że wyniki badań wykazują, iż uprawa wąskorzędowa prowadzi do zwiększenia plonu i jego stabilności [Cooper 1977; Taylor 1980; Bullock i in. 1998; Janovicek i in. 2006; De Bruin i Pedersen 2008].

Z badań Dobka i Dobek [2008] wynika, że produkcja soi w Polsce może być opłacalna, a wskaźniki efektywności ekonomicznej i energetycznej produkcji soi wynoszą odpowiednio 2,7 i 2,1. Wieloletnie badania prowadzone w woj. kujawsko-pomorskim wskazują na opłacalność i wysoki dochód uprawy soi w Polsce, który średnio wyniósł 1493,2 zł·ha<sup>-1</sup> [Dobek 2006].

Według Boczara [2016] średnie koszty produkcji jednej tony nasion soi w latach 2012 – 2014 wynosiły: 120 – 160 euro w Argentynie, Brazylii 220 – 240, Stanach Zjednoczonych 250 – 370. Wykonane obliczenia dla Polski wykazały, że całkowite koszty produkcji kształtowały się na poziomie 900 euro·ha<sup>-1</sup>, w tym koszty bezpośrednie i operacyjne wyniosły po 360 euro·ha<sup>-1</sup>, a koszty ziemi, które są równoważne wartości aktualnego czynszu dzierżawnego płaconego za grunt rolny, wynoszą 140 euro·ha<sup>-1</sup>. Średni koszt produkcji 1 tony nasion soi przy założonym plonie 2,8 t·ha<sup>-1</sup> wyniósł 324 euro.

Kania i in. [2016] wykazali, że dochodowość uprawy soi związana jest ściśle z warunkami pogodowymi występującymi podczas wegetacji i w latach o korzystnym przebiegu pogody jest zdecydowanie wyższa niż rzepaku ozimego. Wysokość plonu i cena jego zbytu to dwa główne czynniki wpływające na opłacalność produkcji roślinnej [Spurtacz i in. 2008; Książak i Bojarszczuk 2010; Czerwińska-Kayzer i Florek 2012]. Adamska i in. [2016] twierdzą, że poza wysokością plonu na opłacalność uprawy bobowatych ma wpływ jeszcze wysokość dopłat do produkcji roślin wysokobiałkowych oraz koszty zabiegów agrotechnicznych.

### 3. CEL I ZAKRES BADAŃ

Zawrotną karierę w drugiej połowie XX i na początku XXI wieku soja zawdzięcza unikalnemu składowi chemicznemu. Nasiona soi zawierają w  $g \cdot kg^{-1}$ : białka ogółem od 330 do 450, tłuszczu surowego od 180 do 240, włókna surowego od 55 do 80 i lecytyny od 15 do 25, a ponadto od 427 do 2743  $\mu g \cdot g^{-1}$  nasion izoflawonów – związków biologicznie czynnych. Należy zaznaczyć, że wartość biologiczna białka soi jest zbliżona do białka mięsa wołowego.

Areał uprawy soi w Polsce systematycznie wzrasta, a korzystne warunki klimatyczne występujące na Opolszczyźnie i nizinnej części Dolnego Śląska w sposób naturalny rekomendują te tereny do uprawy. Korzystne warunki klimatyczne do uprawy soi występują również w południowo-wschodniej Polsce.

Celem badań było poznanie reakcji odmian soi zaliczanych do różnych grup wczesności – (bardzo wczesna – Augusta; średnio wczesna – Abelina, Mavka, Merlin, SG Anser i późna – Aligator, Lissabon, Sultana) na rozmieszczenie roślin w łanie, kształtowane liczbą wysianych na 1  $m^2$  nasion. W hipotezie roboczej zakładano, że badane odmiany, z powodu swoich właściwości, które determinują między innymi wysokość roślin i osadzenia I. go. strąka oraz liczbę rozgałęzień na roślinie wykażą zróżnicowaną reakcję soi na gęstość siewu co będzie miało wpływ na:

- wysokość plonów nasion,
- kształtowanie składu chemicznego nasion przez współdziałanie ilości wysiewu z odmianami,
- efektywność ekonomiczną uprawy i różnicują koszt produkcji 1 t nasion i 1 kg białka.

Szczegółowymi celami badań było określenie wpływu badanych czynników na:

1. długość okresu rozwoju wegetatywnego i generatywnego oraz okresu wegetacji,
2. kształtowanie cech morfologicznych soi i struktury plonu,
3. skład chemiczny nasion,
4. wydajność z nasion ważniejszych składników pokarmowych,
5. opłacalność uprawy.

Zakres badań obejmował:

- prowadzenie doświadczeń polowych,
- analizy składu chemicznego,
- rachunek ekonomiczny.



#### 4. METODYKA BADAŃ

W latach 2017 – 2019 w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian (SDOO) w Głubczycach prowadzono badania polowe nad reakcją odmian soi na rozmieszczenie roślin w łanie. Doświadczenia zakładano w trzech powtórzeniach, w układzie „split-plot” na dwa czynniki zmienne, którymi w kolejności były:

- I. liczba wysianych na 1 m<sup>2</sup> nasion o pełnej wartości użytkowej: 30, 45 i 60,
- II. odmiany soi: Abelina, Aligator, Augusta, Lissabon, Mavka, Merlin, SG Anser, Sultana.

Wielkość poletek: długość – 11 m, szerokość – 1,5 m, powierzchnia do zbioru 15 m<sup>2</sup>.

Soję siano w rozstawie rzędów 21,4 cm, a odległości między nasionami w rzędzie, w zależności od liczby wysianych nasion na 1 m<sup>2</sup> – 30, 45 i 60, wynosiły odpowiednio 15,8, 10,4 i 7,8 cm.

Podczas wegetacji prowadzono obserwacje rozwoju roślin oraz określono, przed kwitnieniem, zagęszczenie na 2 m.b. środkowego rzędu, a następnie wyniki przeliczono na 1 m<sup>2</sup>.

Przed zbiorem na 10 losowo wybranych roślinach z każdego poletka wykonano pomiary następujących cech morfologicznych:

- wysokość roślin do wierzchołka pędu głównego,
- wysokość osadzenia I. strąka,
- liczba rozgałęzień I. rzędu na roślinie,
- liczba strąków z 1 rośliny,
- liczba nasion z 1 rośliny,
- masa nasion z 1 rośliny,
- liczba nasion w 1 strąku,
- masa nasion z 1 strąka,
- masa strączyń z 1 rośliny,
- masa łodyg z 1 rośliny.

Po zbiorze określono:

- plon nasion,
- masę resztek pozbiorowych – słoma i strączyń,
- masę 1000 nasion.

Plon nasion i resztek pozbiorowych sprowadzono do stałej 15% wilgotności.



**Ocenę jakościową nasion i słomy przeprowadzono następującymi metodami:**

- sucha masa – metodą suszarkowo-wagową w temperaturze  $105 \pm 2^\circ\text{C}$  w czasie 5 h,
- azot ogólny (białko ogółem) – zmodyfikowaną metodą Kjeldahla, w nasionach oznaczono azot ogólny, a następnie przeliczono na białko ogółem stosując współczynnik 6,25,
- K i Ca metodą fotometrii płomieniowej,
- P i Mg metodą kolorymetryczną.

Ponadto w nasionach oznaczono:

- tłuszcz surowy poprzez ekstrakcje bezwodnym eterem etylowym w aparacie Soxhleta przez około 7 – 8 godzin,
- włókno surowe oznaczano w beztłuszczowej masie pozostałej po ekstrakcji tłuszczu w aparacie metodą Henneberga – Stohmanna,
- popiół surowy poprzez spalanie, przez 3 h substancji organicznej w próbce roślinnej w piecu elektrycznym w temp.  $600^\circ\text{C}$ .

Na podstawie analiz chemicznych wyliczono zawartość bezazotowych związków wyciągowych, wydajność białka ogółem i tłuszczu surowego z nasion oraz nagromadzenie makroskładników w nasionach i słomie z 1 ha.

Kalkulacje kosztów oparto na cennikach:

- usług rolniczych, sporządzonym na podstawie bazy danych zgromadzonych z podmiotów świadczących usługi rolnicze na terenie Polski,
- zamieszczonych na stronach Ośrodków Doradztwa Rolniczego.

Jako kryterium określenia efektywności ekonomicznej soi, uprawianej w latach 2017 – 2019, przyjęto dochód z jednego hektara, który obliczono jako różnicę wartości produkcji (przychody ze sprzedaży + dopłaty) oraz sumy kosztów bezpośrednich i pośrednich. Nie waloryzowano korzyści wynikających z uprawy soi jako przedplonu dla rośliny następczej.

Kosztami w ujęciu rachunkowym nazywamy wyrażoną w pieniądzu sumę nakładów niezbędną do wytworzenia produktu lub usługi [Ludwiczak 1989]. W zestawieniach kosztów uwzględniono koszty bezpośrednie i pośrednie oraz sumy kosztów dla badanych odmian soi w poszczególnych latach przy różnej liczbie wysianych na  $1\text{ m}^2$  nasion. Do kosztów bezpośrednich zaliczamy te składniki kosztów, które można bezspornie zaliczyć do kosztów produktu danego artykułu [Ludwiczak

1989]. Do kosztów bezpośrednich w pracy zaliczono: nawozy mineralne, materiał siewny oraz koszty ochrony roślin.

Koszty pośrednie ponoszone są dla któregoś działu produkcyjnego jako całości lub dla całości gospodarstwa i trudno jest ocenić w jakim stopniu obciążają one produkcję poszczególnych artykułów [Ludwiczak 1989]. Do kosztów pośrednich zaliczono: uprawę roli, siew nasion, opryski, zbiór nasion kombajnem oraz podatek rolny i 10% narzut od sumy kosztów bezpośrednich uprawy roli i pozostałych kosztów eksploatacji maszyn.

Wartość produkcji wynikała z uzyskanego plonu nasion soi oraz jej ceny sprzedaży. Dopłaty do 1 ha uwzględniały płatności wynikające z funkcjonowania w ramach wspólnej polityki rolnej (jednolita płatność obszarowa, płatność do roślin strączkowych, do zazieleniania oraz dopłaty do zużytego materiału siewnego w stopniu kwalifikowanym C1). Czynnikiem, który różnicował koszty były nakłady na materiał siewny.

W pracy pominięto analizę efektywności ekonomiczno-finansowej gospodarstwa jako całości, gdyż nie stanowiła ona celu pracy. Nie zastosowano również jakichkolwiek kluczy podziałowych kosztów wykorzystania maszyn i urządzeń w produkcji roślinnej i zwierzęcej. Podczas wykonywania badań nie została naruszona porównywalność różnych wariantów uprawy na skutek różnych zdarzeń losowych. W analizie nie uwzględniono kosztów ubezpieczenia upraw. W syntezie za lata 2017 – 2019 kwota sprzedaży 1 t nasion soi wyniosła 1 505 zł – średnia kwota uzyskana przez Top Farms Głubczyce.

Wyniki badań poddano analizie wariancji dla układów ortogonalnych przy poziomie istotności 0,05. W analizie wariancji zastosowano układ losowanych podbloków w trzech powtórzeniach. Do obliczeń wykorzystano program AWA [Bartkowiak 1978].

## 5. WARUNKI PROWADZENIA BADAŃ

### 5.1. Warunki klimatyczne

W 2017 roku układ warunków wilgotnościowo-termicznych był korzystny dla rozwoju soi. W maju, czerwcu i sierpniu średnie miesięczne temperatury powietrza były wyższe od średnich wieloletnich odpowiednio o 0,7; 1,0 i 1,1°C (tab. 1). Siew z powodu niesprzyjających warunków atmosferycznych występujących w kwietniu i na początku maja został opóźniony. Miesiąc kwiecień był wyjątkowo mokry, z sumą opadów ponad trzykrotnie większą w stosunku do wielolecia (124,5mm), oraz temperaturą o 2°C niższą z opadami śniegu zalegającymi na polach przez kilka dni, co spowodowało, że siew soi miał miejsce pod koniec I dekady maja. W okresie wschodów, które wystąpiły 11 – 12 dni po siewie, warunki wilgotnościowo-termiczne były korzystne. Wysokie temperatury powietrza podczas rozwoju wegetatywnego skróciły ten okres i w zależności od odmiany wynosił on od 45 do 47 dni. Podczas wegetacji w okresie od maja do sierpnia występowały niedobory wody. Sumy opadów lokowały się poniżej średniej i wynosiły odpowiednio 63, 40, 69 i 72% średniej wieloletniej (tab. 1). Jednak w kluczowych momentach – podczas kwitnienia soi warunki wilgotnościowe i termiczne były zbliżone do optymalnych. W okresie wykształcania strąków (druga połowa lipca) i dojrzewania (sierpień, wrzesień) układ warunków wilgotnościowo-termicznych był bardzo korzystny, a rośliny osiągnęły dojrzałość pełną w pierwszej połowie września. Przy omłocie nasiona miały, w zależności od odmiany, wilgotność od 11,1 do 14%.

Tabela 1

Średnie dekadowe i miesięczne temperatury powietrza (°C) oraz sumy opadów (mm) w 2017 roku – SDOO Głubczyce

Miesiąc \ Dekada	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
<b>Temperatura</b>							
I	5,7	10,7	10,0	16,6	18,7	22,6	14,8
II	5,1	6,0	14,8	17,0	18,8	19,9	12,7
III	7,9	5,6	17,3	20,8	20,0	17,7	12,0
Średnie miesięczne	6,3	7,4	14,1	18,1	19,2	20,0	13,6
Średnie wieloletnie za lata 2007–2016	3,2	9,1	13,4	17,1	19,9	18,9	13,7
<b>Opady</b>							
I	17,6	16,4	11,5	18,9	11,3	11,0	40,4
II	8,5	37,0	18,4	12,2	24,2	28,6	49,1
III	20,7	71,1	24,3	5,3	36,3	16,2	33,7
Sumy miesięczne	46,8	124,5	54,2	36,4	71,8	55,8	123,2
Średnie wieloletnie za lata 2007–2016	37,6	41,5	86,7	91,3	103,7	77,1	66,9

W 2018 roku układ warunków wilgotnościowo-termicznych był korzystny dla rozwoju soi tylko w początkowym okresie (tab. 2). Siewy wykonano w III dekadzie kwietnia. W okresie kwiecień – wrzesień we wszystkich miesiącach średnie miesięczne temperatury powietrza były wyższe od średnich wieloletnich odpowiednio o 4,4; 3,0; 1,3; 0,5; 1,7; 1,7°C (tab. 2), a sumy opadów we wszystkich miesiącach wegetacji soi niższe w porównaniu ze średnią wieloletnią, od 20 do 80%. W okresie wschodów warunki wilgotnościowo-termiczne były korzystne, a długość okresu od siewu do wschodów kształtował czynnik odmianowy. Wysokie temperatury powietrza podczas rozwoju wegetatywnego skróciły ten okres do 40 – 43 dni. Podczas kwitnienia soi warunki termiczne były zbliżone do optymalnych, jednak warunki wilgotnościowe były poniżej średniej dla wielolecia w czerwcu i lipcu odpowiednio o 20 i 30%. W okresie wykształcania strąków, w sierpniu, opady były około 44% poniżej średniej wieloletniej, co przy temperaturach wyższych od średniej wieloletniej o 1,7°C pogłębiało deficyt wilgoci, pomimo, że soja oszczędnie gospodaruje wodą. Wysoka temperatura w połączeniu z niedoborem opadów, podczas całego okresu wegetacji, skróciły znacząco wegetację soi. Należy zaznaczyć, że w porównaniu z wielolecie w okresie kwiecień – wrzesień średnia temperatura była wyższa o 2,1°C, a suma opadów niższa o 186,8 mm. Rośliny osiągnęły dojrzałość w III dekadzie sierpnia. Przy omłocie nasiona miały, w zależności od odmiany, wilgotność od 9,3 do 13,6%.

Tabela 2

Średnie dekadowe i miesięczne temperatury powietrza (°C) oraz sumy opadów (mm)  
w 2018 roku – SDOO Głubczyce

Miesiąc \ Dekada	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
<b>Temperatura</b>							
I	-2,4	10,1	15,8	20,1	18,5	23,7	18,1
II	1,4	14,1	14,8	19,5	19,2	20,9	17,6
III	3,4	15,4	18,5	15,5	22,5	18,6	11,5
Średnie miesięczne	0,9	13,2	16,4	18,4	20,1	21,0	15,7
Średnie wieloletnie za lata 2008–2017	3,8	8,8	13,4	17,1	19,6	19,3	14,0
<b>Opady</b>							
I	1,7	0,2	17,7	21,8	0,1	16,4	20,8
II	14,5	5,2	25,4	5,7	69,7	1,5	15,2
III	4,0	4,9	0,0	42,6	10,9	19,6	10,9
Sumy miesięczne	20,2	10,3	43,1	70,1	80,7	37,5	46,9
Średnie wieloletnie za lata 2008–2017	35,9	52,4	91,4	88,1	114,8	67,0	61,7

Podobnie jak w dwóch pierwszych latach badań, układ warunków wilgotnościowo-termicznych w 2019 roku był korzystny dla uprawy soi. Doświadczenie zasiano w III dekadzie kwietnia. Wyższe temperatury od średniej wieloletniej notowano w czerwcu i sierpniu odpowiednio o 4,1; 0,6°C (tab. 3). Szczególnie ciepły był czerwiec, co przy dużym deficycie wody (suma opadów była na poziomie 15% średniej z wielolecia) znacznie przyspieszyło rozwój wegetatywny, gdyż – z powodu chłodnego maja – średnia miesięczna temperatura powietrza była o 1,9°C niższa od średniej z wielolecia, wschody trwały ponad 20 dni. Niekorzystne warunki termiczne w okresie wschodów spowodowały, że były one nierównomierne. W okresie lipiec – wrzesień, w momencie wykształcania strąków i dojrzewania roślin układ warunków wilgotnościowo-termicznych zbliżony był do średniej wieloletniej. Intensywne opady wystąpiły w sierpniu i wrześniu, suma opadów była o 34% wyższa w stosunku do średniej wieloletniej powodując przedłużenie dojrzewania. W sumie w okresie kwiecień – wrzesień średnie temperatury były wyższe od średniej z wielolecia o 0,4°C, a suma opadów o 13% niższa. Rośliny osiągnęły dojrzałość w III dekadzie września. Przy omłocie nasiona miały, w zależności od odmiany, wilgotność od 11,9 do 16,7%.

Tabela 3

Średnie dekadowe i miesięczne temperatury powietrza (°C) oraz sumy opadów (mm) w 2019 roku – SDOO Głubczyce

Miesiąc \ Dekada	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
<b>Temperatura</b>							
I	6,6	9,1	9,8	19,5	18,3	20,0	16,0
II	5,8	7,1	10,7	22,7	17,8	19,7	13,5
III	6,8	11,9	14,6	21,6	21,7	20,7	13,2
Średnie miesięczne	6,4	9,3	11,7	21,2	19,3	20,1	14,3
Średnie wieloletnie za lata 2009–2018	3,6	9,3	13,6	17,1	19,7	19,5	14,3
<b>Opady</b>							
I	6,9	0,0	10,1	3,0	9,9	39,8	59,3
II	9,5	7,2	35,4	11,0	33,7	47,9	3,4
III	4,9	23,4	52,8	0,1	48,3	5,9	3,7
Sumy miesięczne	21,3	30,6	98,3	14,1	91,9	93,6	66,4
Średnie wieloletnie za lata 2009–2018	35,4	48,7	85,8	91,6	110,9	60,2	57,6

W latach 2017 – 2019 warunki termiczne były bardzo korzystne dla soi, gdyż podczas wegetacji średnie temperatury powietrza w okresie maj – wrzesień, w porównaniu z wieloleciem były wyższe odpowiednio o 0,4, 1,6 i 0,5°C. Zero fizjologiczne dla soi wynosi 6°C. Suma efektywnych temperatur, od maja do września, wynosiła w kolejnych latach badań odpowiednio: 1685, 1888 i 1737°C. Natomiast warunki wilgotnościowe były najkorzystniejsze w pierwszym roku, gdyż były zbliżone do średniej wieloletniej.

## 5.2. Warunki glebowe

SDOO Głubczyce jest Oddziałem Terenowym Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU). Zajmuje się prowadzeniem doświadczeń rejestrowych, porejestrowych, OWT oraz prowadzi szereg doświadczeń agrotechnicznych zleczanych przez firmy zewnętrzne. Ponadto, jako wiodąca Stacja w województwie opolskim, koordynuje wojewódzki program Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO).

Badania polowe prowadzono na glebie brunatnej właściwej, klasy bonitacyjnej II o składzie granulometrycznym pyłu ilastego ( $\varnothing$  w mm:  $>2=0,5\%$ ;  $2-0,05=12\%$ ;  $0,05-0,002=70\%$ ;  $<0,02=50\%$ ;  $<0,002=18\%$ ) i odczynie obojętnym (pH 6,7 – 6,9).

Gleby Płaskowyżu Głubczyckiego utworzone z utworów lessowych są wyrównane pod względem składu mechanicznego. Zawierają one małą ilość frakcji piaszczystych, powyżej 40% frakcji pyłowych z przewagą pyłu drobnego oraz około 50% (lub nieco więcej) części spławialnych. Stosunki wodno-powietrzne uwarunkowane są profilowym rozmieszczeniem porów o średnicy  $8,5\mu$  [Kowaliński i Bogda 1966], które odpowiadają pF 2,54. Woda wypełniająca te pory odpowiada tzw. połowej pojemności wodnej (PPW), która wynosi 24,5 – 35,6% objętościowych [Licznar 1976], co oznacza, że  $1\text{ m}^3$  gleby może związać od 245 do  $356\text{ dm}^3$  wody dostępnej dla roślin.

We wszystkich latach badań doświadczenia lokalizowano na glebie brunatnej właściwej, utworzonej z utworów lessowych, klasy bonitacyjnej II na kompleksie 1 – psennym bardzo dobrym o odczynie pH w 1M KCl obojętnym.

Zasobność gleby w makroskładniki (tab. 4) była następująca:

- rok 2017: fosfor i potas – bardzo wysoka, magnez – wysoka;
- rok 2018: fosfor – bardzo wysoka, potas – średnia, magnez – wysoka;
- rok 2019: fosfor – bardzo wysoka, potas – wysoka, magnez – bardzo wysoka.

Tabela 4

Zasobność gleby w makroskładniki ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) oraz pH gleby w latach 2017 – 2019  
SDOO Głubczyce

Lata	P	K	Mg	pH w 1 M KCl
2017	340	322	109	6,7
2018	214	188	122	6,7
2019	364	260	194	6,9

### 5.3. Warunki agrotechniczne

W latach 2017 – 2019 soję uprawiano w stanowisku po pszenicy ozimej. Po zbiorze pszenicy zastosowano agregat ścierniskowy, a w ostatnim roku badań na ścierni wysiano nawozy wapniowe. Bezpośrednio przed orką zimową wysiano nawozy potasowe w dawce  $116\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\text{ K}_2\text{O}$  (tab. 5). Orkę wykonywano na głębokość 25 cm. Przed siewem wysiano nawozy fosforowo-azotowe stosując w  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ : 69  $\text{P}_2\text{O}_5$  i 27 N, a następnie wykonano uprawę przedsiewną za pomocą agregatu uprawowego Wicher. Siew wykonywano na przełomie kwietnia i maja siewnikiem poletkowym SPZ 1,5 m, w rozstawie 21,4 cm, zgodnie ze schematem doświadczenia, uwzględniając wartość



użytkową nasion (tab. 6). Po siewie zachwaszczenie regulowano za pomocą herbicydu Proman 500 SC. Wtórne zachwaszczenie ograniczano za pomocą preparatu Corum 502,4 SL + Dash HC, a chwasty jednoliścienne herbicydem Fusilade Forte 150 EC. Gąsienice ruszałki osetnik (*Vanessa cardui* L., syn. *Cynthia cardui*, L), która pojawiła się w 2019 roku zwalczano za pomocą preparatu Mospilan 20 SP. Przed pąkowaniem stosowano dolistne nawożenie Zn i Mo. Zbiór poszczególnych odmian przeprowadzono po osiągnięciu dojrzałości pełnej kombajnem poletkowym Wintersteiger Elite.

### 5.3.1. Sezon 2017

Siew wykonano 8 maja, a bezpośrednio przed siewem nasiona zaprawiono preparatem HiStick<sup>®</sup> Soy BASF (tab. 6). Zachwaszczenie ograniczano stosując przedwschodowo (10.05.2017) herbicyd Proman 500SC w dawce  $2,7 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , a wtórne zachwaszczenie regulowano preparatami Fusilade Forte 150EC w dawce  $0,9 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  (21.06.2017), oraz preparatem Corum 502,4SL stosowanym (21.06 i 26.06.2017) w dawkach dzielonych po  $0,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Według zaleceń agrotechnicznych dla programu PDO zastosowano nawożenie dolistne (28.06.2017) stosując ADOB<sup>®</sup> 2.0 Mo w dawce  $0,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  i ADOB<sup>®</sup> 2.0 Zn IDHA w dawce  $0,7 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  rozpuszczone w  $300 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  wody.

### 5.3.2. Sezon 2018

Siew wykonano 26 kwietnia, a bezpośrednio przed siewem nasiona zaprawiono preparatem HiStick<sup>®</sup> Soy BASF (tab. 6). Zachwaszczenie ograniczano stosując przedwschodowo (01.05.2018) herbicyd Proman 500SC w dawce  $2,7 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , a wtórne zachwaszczenie regulowano preparatami Fusilade Forte 150EC w dawce  $0,9 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  (08.06.2018), oraz preparatem Corum 502,4SL stosowanym (11.06.2018) w dawce  $0,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Według zaleceń agrotechnicznych dla programu PDO zastosowano nawożenie dolistne (08.06.2018) stosując ADOB<sup>®</sup> 2.0 Mo w dawce  $0,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  i ADOB<sup>®</sup> 2.0 Zn IDHA w dawce  $0,7 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  rozpuszczone w  $300 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  wody.



### 5.3.3. Sezon 2019

Siew wykonano 26 kwietnia, a bezpośrednio przed siewem nasiona zaprawiono preparatem HiStick<sup>®</sup> Soy BASF (tab. 6). Zachwaszczenie ograniczono stosując przedwschodowo (01.05.2019) herbicyd Proman 500SC w dawce  $2,7 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , a wtórne zachwaszczenie regulowano preparatami Fusilade Forte 150EC w dawce  $0,9 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  (11.06.2019) oraz preparatem Corum 502,4SL stosowanym (06.06 i 18.06.2019) w dawkach dzielonych po  $0,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Według zaleceń agrotechnicznych dla programu PDO zastosowano nawożenie dolistne (05.06.2019) stosując ADOB<sup>®</sup> 2.0 Mo w dawce  $0,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  i ADOB<sup>®</sup> 2.0 Zn IDHA w dawce  $0,7 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  rozpuszczone w  $300 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  wody.

W roku 2019 wystąpiły w dużym nasileniu gąsienice motyla rusałka osternik (*Vanessa cardui* L., syn. *Cythia cardui*, L.), które zwalczano (18.06.2019) przy pomocy preparatu Mospilan 20 SP w dawce  $0,15 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Tabela 5

## Agrotechnika soi uprawnej w latach 2017 – 2019 – SDOO Głubczyce

Przedplon	Pszenica ozima		
Zbiór pszenicy ozimej	03.08.2016	03.08.2017	24.07.2018
Uprawa roli			
Agregat ścierniskowy – talerzowanie	12.09.2016	16.08.2017	07.08.2018
Orka	07.11.2016	16.11.2017	11.11.2018
Agregat uprawowy (1 x kompaktor)	24.04.2017	17.04.2018	15.04.2019
Nawożenie przedsiewne i siew			
Korn Kali 40% – 290 kg·ha <sup>-1</sup>	25.10.2016	04.09.2017	07.11.2018
Fosforan amonu NP 18-46 – 150 kg·ha <sup>-1</sup>	23.04.2017	16.04.2018	15.04.2019
Nawóz wapniowo-węglanowy 50% – 2,3 t·ha <sup>-1</sup>	-	-	25.10.2018
ADOB® 2.0 Mo– 0,1 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	28.06.2017	07.06.2018	05.06.2019
ADOB® 2.0 Zn IDHA – 0,7 kg·ha <sup>-1</sup>	28.06.2017	07.06.2018	05.06.2019
Zaprawianie HiStick® Soy BASF	08.05.2017	26.04.2018	26.04.2019
Siew–	08.05.2017	26.04.2018	26.04.2019
Regulacja zachwaszczenia			
Proman 500 SC – 2,7 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	10.05.2017	01.05.2018	01.05.2019
Fusilade Forte 150 EC – 0,9 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	21.06.2017	08.06.2018	11.06.2019
Corum 502,4 SL – 0,6 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> + Dash HC – 0,5 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	21.06.2017	11.06.2018	06.06.2019
Corum 502,4 SL – 0,6 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> + adiuwant organiczny 0,5 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	26.06.2017	-	18.06.2019
Ograniczanie szkodników			
Mospilan 20 SP – 0,15 kg·ha <sup>-1</sup>	-	-	18.06. 2019
Zbiór	09.09.2017 <sup>*)</sup> 14.09.2017 <sup>**)</sup>	23.08.2018 <sup>*)</sup> 03.09.2018 <sup>**)</sup>	12.09.2019 <sup>*)</sup> 04.10.2019 <sup>**)</sup>

Zbiór: 09.09.2017<sup>\*)</sup> Augusta i Mavka; <sup>\*\*)</sup> pozostałe odmiany; 23.08.2018<sup>\*)</sup> Augusta;  
<sup>\*\*)</sup> pozostałe odmiany; 12.09.2019<sup>\*)</sup> Augusta; <sup>\*\*)</sup> pozostałe odmiany

Tabela 6

Charakterystyka materiału siewnego odmian soi w latach 2017 – 2018 – SDOO Głubczyce

Odmiana	Czystość (%)	Zdolność kiełkowania (%)	Wartość użytkowa (%)	Masa 1000 nasion (g)	Wysiew kg·ha <sup>-1</sup>			Hodowca	Wczesność dojrzewania
					liczba wysianych nasion na 1 m <sup>2</sup>				
					30	45	60		
2017									
Abelina	100	93	93	159	51	77	103	Saatbau – Austria	średnio wczesna
Aligator	100	90	90	210	70	105	140	Euralis – Francja	późna
Augusta	100	85	85	160	56	85	113	UP w Poznaniu	bardzo wczesna
Lissabon	100	90	90	155	52	78	103	Saatzucht – Austria	późna
Mavka	100	88	88	199	68	102	136	AgroYoumis – Polska	średnio wczesna
Merlin	100	92	92	169	55	83	110	Saatbau – Austria	średnio wczesna
SG Anser	100	92	92	182	59	89	119	Saatbau – Austria	średnio wczesna
Sultana	100	82	82	236	86	130	173	RAGT Semences	późna
2018									
Abelina	100	95	95	197,4	62	93	125	Saatbau – Austria	średnio wczesna
Aligator	100	90	90	255,1	85	128	170	Euralis – Francja	późna
Augusta	100	82	82	158,8	58	87	116	UP w Poznaniu	bardzo wczesna
Lissabon	100	85	85	236,3	83	125	167	Saatzucht – Austria	późna
Mavka	100	90	90	208,1	69	104	139	AgroYoumis – Polska	średnio wczesna
Merlin	100	93	93	165,8	53	80	107	Saatbau – Austria	średnio wczesna
SG Anser	100	90	90	200,8	67	100	134	Saatbau – Austria	średnio wczesna
Sultana	100	90	90	208,5	69	104	139	RAGT Semences	Późna

Tabela 6 a

## Charakterystyka materiału siewnego odmian soi w 2019 roku – SDOO Głubczyce

Odmiana	Czystość (%)	Zdolność kiełkowania (%)	Wartość użytkowa (%)	Masa 1000 nasion (g)	Wysiew kg·ha <sup>-1</sup>			Hodowca	Wczesność dojrzewania
					liczba wysianych nasion na 1 m <sup>2</sup>				
					30	45	60		
Abelina	100	88	88	198,3	68	101	135	Saatbau Polska sp. z o.o.	średnio wczesna
Aligator	100	91	91	197,0	65	97	130	Euralis Nasiona sp.z o.o.	późna
Augusta	100	93	93	164,0	53	79	106	UP Poznań	bardzo wczesna
Lissabon	100	90	90	176,3	59	88	117	Saatbau Polska sp. z o.o.	późna
Mavka	100	95	95	173,0	55	82	109	Naukowo Badawcze Centrum Rozwoju Soi „AgeSoya”	średnio wczesna
Merlin	100	90	90	161,5	54	81	108	Saatbau Polska sp. z o.o.	średnio wczesna
SG Anser	100	88	88	228,1	78	117	156	Saatbau Polska sp. z o.o.	średnio wczesna
Sultana	100	95	95	198,1	63	94	125	RAGT Semences Polska sp. z o.o.	późna

#### 5.4. Charakterystyka odmian

W doświadczeniu badano 8 odmian soi zaliczanych do różnych grup wczesności wpisanych do KR (Abelina, Aligator, Augusta i Mavka) i odmiany ze wspólnotowego katalogu odmian CCA (Lissabon, Merlin, SG Anser i Sultana).

**Abelina** – według hodowcy należy do grupy odmian wczesnych, natomiast wg badań COBORU – średnio wczesnych. W doświadczeniach rejestrowych COBORU oraz w produkcji polowej wyróżnia się wysokim potencjałem plonowania i wyjątkową jego stabilnością w latach. Plon nasion w doświadczeniach PDO 2016 – 2018 wyniósł 108% wzorca. Pod względem jakościowym jest to odmiana o bardzo wysokiej zawartości tłuszczu i wysokim plonie białka. Mocny wczesny wigor i szybki wzrost ułatwia prowadzenie łanu, uniemożliwiając ekspansję chwastów. Kwitnie fioletowo. Dodatkową zaletą jest wysokie osadzenie najniższego strąka, na poziomie 12 cm (COBORU). Zalecana do uprawy w całej Polsce za wyjątkiem rejonów o najtrudniejszych warunkach termicznych. Znajduje się na Liście Odmian Zalecanych (LOZ 2019) do uprawy na terenie 12 województw, poza terenami najbardziej wysuniętymi na północ kraju. Odmiana wpisana do KR.

**Aligator** – według hodowcy jest odmianą wczesną, natomiast wg badań COBORU – późną. Odmiana charakteryzuje się odpornością na wyleganie i wysokim osadzeniem dolnych strąków, na poziomie 11,6 cm (COBORU). W doświadczeniach rejestrowych COBORU oraz w produkcji polowej wyróżnia się wysokim potencjałem plonowania dużą jego stabilnością w latach. Plon nasion w doświadczeniach COBORU 2016 – 2018 wyniósł 108% wzorca [COBORU 2018]. Pod względem jakościowym jest to soja o wysokiej zawartości tłuszczu i dużym plonie białka z hektara. Zalecana do uprawy na glebach kompleksów pszennych i żytniego bardzo dobrego. Znajduje się na Liście Odmian Zalecanych (LOZ 2019) do uprawy na terenie 7 województw, odpowiednia do uprawy w centralnej i południowej części kraju. Odmiana wpisana do KR odmian.

**Augusta** – wyhodowana w Katedrze Genetyki i Hodowli Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Odmianę uzyskano w wyniku krzyżowania międzygatunkowego, pomiędzy linią 104 (*Glycine max*) i linią 11 (*Glycine soja*). Rośliny średniej wysokości (80 cm), mają dość wysoko osadzone najniższe strąki (10,2 cm – COBORU), co jest istotną cechą zmniejszającą straty w czasie zbioru. Masa 1000

nasion wynosi średnio 120 – 140 g. Nasiona są żółte, z ciemnobrązowym znaczkiem, o średniej zawartości białka ogólnego (35%) i tłuszczu surowego (20%), odmiana zaliczana do grupy bardzo wczesnych. Wyleganie przed zbiorem małe. Ze względu na krótki okres wegetacji zalecana do uprawy na terenie całego kraju. Odmiana wpisana do KR odmian.

**Lissabon** – według hodowcy należy do grupy odmian średniowczesnych. Natomiast wg badań COBORU – późnych. Odmiana charakteryzuje się wysoką odpornością na wyleganie. W doświadczeniach rejestrowych COBORU oraz w produkcji polowej wyróżnia się wysokim potencjałem plonowania i wyjątkową stabilnością w latach. Plon nasion w doświadczeniach COBORU SDOO Głubczyce 2016 – 2018 wyniósł 108% wzorca. Mocny wczesny wigor i szybki wzrost oraz intensywne krzewienie ułatwiają prowadzenie łanu, uniemożliwiając ekspansję chwastów. Barwa kwiatów fioletowa. Zalecana do uprawy w centralnej i południowej Polsce.

**Mavka** – według hodowcy odmiana średnio wczesna, o długości okresu wegetacji 125 – 135 dni. Charakteryzuje się pośrednim typem wzrostu, wyprostowanym pokrojem i złotawo-brązowym owłosieniem. Rośliny są wysokie (80 – 110 cm) i według hodowcy mają dość wysoko osadzony pierwszy strąk (15 – 20 cm) – wg COBORU 12,5 cm, MTN ok. 180 g. Mavka jest odmianą o dużych, białych kwiatach, nasiona są o żółtej barwie. Zawartość białka 36 – 40%, a tłuszczu 18 – 22%. Rekomendowana do uprawy na terenie centralnej, południowej, południowo-zachodniej i południowo-wschodniej części Polski. Odmiana wpisana do KR odmian.

**Merlin** – według hodowcy należy do grupy odmian wczesnych, natomiast według badań COBORU średnio wczesnych. Charakteryzuje się wyjątkowo wczesnym wigorem i tolerancją na chłody. Wyróżnia się bardzo dobrą tolerancją na wszelkie błędy agrotechniczne. W razie uszkodzeń wywołanych przez mróz, nieodpowiednie zastosowanie środków ochrony roślin, czy żerowanie zwierząt, rośliny intensywnie regenerują z międzywęzłach, poniżej uszkodzenia minimalizując straty plonu. W doświadczeniach PDO plonowała na poziomie 96% w skali kraju, natomiast 103% w województwie opolskim w latach 2016 – 2018. Szczególnie mocny wczesny wigor oraz mała wrażliwość na przymrozki umożliwiają uprawę tej odmiany na terenie całej Polski.

**SG Anser** – według hodowcy to typowa odmiana zaliczana do grupy średnio-wczesnej. Jest to jedna z nielicznych odmian z tej grupy wczesności, która posiada jasne znamię na nasionach. Wysoki potencjał plonowania wynika z dużej liczby nasion w strąkach i wyjątkowo wysoką MTN, rzadko spotykaną wśród odmian z tej grupy wczesności. Rośliny średniej wysokości charakteryzują się dużą odpornością na wyleganie oraz wysoko osadzonymi najniższymi strąkami, co ułatwia zbiór. Posiada bardzo mocny wczesny wigor oraz nasiona bardzo dobrej jakości, o wysokiej zawartości białka i tłuszczu. Ze względu na strukturę białek oraz walory smakowe jest rekomendowana do produkcji spożywczej. W doświadczeniach PDO 2016 – 2018 uzyskała plon na wysokości 92% wzorca, natomiast w województwie opolskim 97%. Rekomendowana do uprawy na terenie całej Polski, za wyjątkiem rejonów północnych i północno-wschodnich.

**Sultana** – odmiana zaliczana do grupy odmian późnych. Wysokość roślin średnia do niskiej, najniższe strąki osadzone dość wysoko. Odmiana charakteryzuje się wysoką odpornością na wyleganie. W doświadczeniach PDO oraz w produkcji polowej wyróżnia się dużym potencjałem plonowania i wyjątkową stabilnością w latach. Plon nasion w doświadczeniach COBORU 2016 – 2018 wyniósł 93% wzorca na terenie kraju i aż 111% w województwie opolskim. Należy do najlepiej plonujących odmian na terenie województwa opolskiego. Jest to odmiana o wysokiej zawartości białka i średniej tłuszczu. Odpowiednia do uprawy na glebach kompleksów pszennych i żytniego bardzo dobrego. Znajduje się na Liście Odmian Zalecanych (LOZ 2019) do uprawy na terenie 4 województw południowo-zachodniej, południowo-wschodniej i centralnej części kraju.



## 6. WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Długość okresu wegetacji soi to wypadkowa działania czynnika genetycznego i układu warunków wilgotnościowo-termicznych podczas rozwoju. We wszystkich latach przebieg pogody był korzystny dla rozwoju soi. W latach 2017 – 2019 panujące warunki termiczne były bardzo korzystne dla rozwoju i plonowania soi. Podczas wegetacji średnie temperatury powietrza, w porównaniu z wieloleciem, były wyższe o odpowiednio 0,4, 1,6, i 0,5°C. Natomiast warunki wilgotnościowe były najkorzystniejsze w pierwszym roku badań, gdyż były zbliżone do średniej wieloletniej, w drugim roku badań notowano znaczny (na poziomie 186,8 mm) deficyt, suma opadów w okresie kwiecień – wrzesień stanowiła 61% średniej wieloletniej. W ostatnim roku odnotowano deficyt na poziomie 59,9 mm. Należy podkreślić, że wyjątkowo wysokie temperatury powietrza pogłębiały deficyt wody.

W rozwoju soi można wyróżnić dwa okresy krytyczne o zwiększonych wymaganiach w odniesieniu do temperatury. Pierwszy występuje od siewu do pełni wschodów, w którym zbyt niska temperatura przedłuża jego trwanie nawet do 45 dni [Szyrmer i Szczepańska 1982], a znaczna liczba nasion nie wschodzi. Należy jednak zaznaczyć, że tolerancja soi na temperaturę w tym okresie jest bardzo duża. Nasiona mogą kiełkować w temperaturze od 5°C do 40°C, a korzenie soi mogą rosnąć jeszcze w temperaturze 2,2°C [Hinson i Hartwig 1982].

Pomimo znacznej tolerancji na niską temperaturę w początkowych fazach rozwojowych, nie zaleca się zbyt wczesnego siewu soi w klimacie umiarkowanym i chłodnym, gdyż rośliny zwalniają lub przerywają wegetację w temperaturze około 5°C i dojrzewają niemal w tym samym czasie co inne, wysiane w terminie późniejszym, w lepszych warunkach termicznych. W środkowej i południowej Polsce praktykuje się wysiew soi zazwyczaj na przełomie kwietnia i maja, gdy temperatura gleby na głębokości 5 cm osiągnie 12 – 14°C [Koźmiński 1981; Szyrmer i Szczepańska 1982].

Drugim okresem krytycznym w rozwoju soi jest faza kwitnienia. W większości badań, wyższe temperatury w początkowym okresie rozwoju soi sprzyjały wcześniejszemu kwitnieniu, jednak w największym stopniu termin rozpoczęcia kwitnienia kształtował fotoperiodyzm zależny od genomu [Cooper 2003; Zhang i in. 2007]. Minimum biologiczne temperatury wynosi od 17 do 18°C, a temperatura

optymalna 22 – 25°C. W tej fazie rozwojowej między genotypami soi występują znaczne różnice w reakcji na temperaturę [Holmberg 1973; Schmid i Keller 1980]. Garner i Allard [1930, cyt. za Hinsonem i Hartwigem], oraz Mota [1978] twierdzą, że dopiero przy spadku temperatury poniżej 10°C soja nie wchodzi w fazę kwitnienia, jednak utrzymywanie się przez dłuższy okres temperatury poniżej 24°C opóźnia termin kwitnienia.

We wszystkich latach badań długość okresu od siewu do wschodów nie zależała od czynnika odmianowego (tab. 7 – 12) i kształtowała się przede wszystkim pod wpływem temperatury.

W 2017 roku wysokie temperatury panujące podczas rozwoju wegetatywnego skróciły ten okres, w zależności od odmiany, do 45 – 47 dni. Działanie czynnika genetycznego obserwowano już od fazy kwitnienia, a pąki kwiatowe pojawiły się w pierwszej kolejności u odmian Abelina, Aligator, Mavka, Merlin i SG Anser, nieco później u Lissabon i Sultany, a na końcu u najwcześniejszej z odmian Augusty. Dojrzałość pełną badane odmiany osiągały w następującej kolejności Augusta, Mavka, Aligator i SG Anser, oraz Abelina, Merlin, Sultana i na końcu Lissabon. Okres rozwoju generatywnego wynosił od 74 do 82 i determinował długość okresu wegetacji, który wynosił od 121 – Augusta do 128 dni – Lissabon (tab. 7 i 8).

W 2018 roku wysokie temperatury panujące podczas rozwoju wegetatywnego skróciły ten okres do 40 – 43 dni. Działanie czynnika genetycznego obserwowano już od fazy kwitnienia, a pąki kwiatowe pojawiły się w pierwszej kolejności u odmian Merlin i Sultana, dzień później Abelina, Augusta, Mavka, następnie u Aligator, a na końcu u Lissabon i SG Anser. Dojrzałość pełną, w kolejności, najszybciej osiągnęły odmiany Augusta, Aligator, Merlin, Abelina, Lissabon, SG Anser, a najpóźniej Mavka i Sultana. Okres rozwoju generatywnego wynosił od 77 do 88 dni i determinował długość okresu wegetacji, który wynosił od 118 (Augusta) do 128 dni (Sultana) (tab. 9 i 10).

W 2019 roku niskie temperatury podczas wschodów wydłużyły okres od siewu do wschodów do 21 – 23 dni (tab. 10 i 11). Okres rozwoju wegetatywnego był najbardziej zróżnicowany w badanym trzyleciu i wynosił od 51 (SG Anser) do 56 dni (Augusta). Pąki kwiatowe pojawiły się w pierwszej kolejności u odmiany SG Anser, dzień później u Merlin, następnie u Abeliny, później u Sultany, w dalszej kolejności u Aligator

i Lissabon, a na końcu u Augusty i Mavki. Okres rozwoju generatywnego wynosił od 76 do 106 dni i determinował długość okresu wegetacji soi, który wynosił od 132 dni (Augusta) do 161 dni (Aligator).

Zróżnicowany układ warunków wilgotnościowo-termicznych w latach 2017 – 2019 umożliwił prześledzenie w wpływie przebiegu pogody na długości trwania fazy kwitnienia w poszczególnych latach. W latach 2017 i 2018 na okres kwitnienia miał wpływ czynnik odmianowy i wynosił on kolejno 21 – 24 oraz 19 – 25 dni, a w ostatnim roku badań trwał u wszystkich badanych odmian 22 dni. Wysokie temperatury w maju 2018 roku spowodowały, że soja rozpoczęła kwitnienie w połowie I dekady czerwca, natomiast w pozostałych latach rozpoczęła tę fazę rozwojową na przełomie II i III dekady.

Średnio w trzyleciu okres rozwoju wegetatywnego u wszystkich badanych odmian był mało zróżnicowany i wynosił 46 – 48 dni, natomiast czynnik genetyczny różnicował w dużym stopniu rozwój generatywny, który wynosił od 76 do 90 dni i determinował długość okresu wegetacji.

Średnio za trzy lata badań (tab. 7 – 13) najkrótszy okres wegetacji miała odmiana Augusta – 124 dni (118 – 132), a następnie kolejno dłuższy Abelina – 133 (124 – 149), Lissabon i Mavka – 134 (125 – 148; 123 – 152), Merlin i Sulatna – 135 (123 – 156; 127 – 149) Aligator i SG Anser – 136 (123 – 161; 125 – 157).

Przy długim dniu i wysokiej temperaturze większość odmian soi reaguje tak, jak rośliny krótkiego dnia, a przy niskiej temperaturze i krótkim dniu, jak długiego dnia [Upadhyay i in. 1994, Wallace i Yan 1998]. Wykazano, że fotoperiod i temperatura współdziałają z genotypem w celu kontrolowania wzrostu i rozwoju soi przez cały okres wegetacji [Cober i Voldeng 2001, Heatherly i Elmore 2004].

Hartwig [1970, 1973] wykazał, że fotoperiodyzm ma większe znaczenie u soi, niż u innych roślin uprawnych. Odmiany wyselekcjonowane dla szerokości geograficznych południowych zazwyczaj mocniej reagują na krótsze dni niż odmiany przystosowane do regionu północnego, dlatego odmiany pochodzące z południa kwitną zbyt późno na północy, podczas gdy północne odmiany kwitną zbyt wcześnie na południu [Scott i Aldrich 1970, Zhang i in. 2007].

Gai i in. [2001] wskazali, że w obrębie grup MG 0-III (MG – Maturity Groups) istnieją różne struktury rozwoju soi uwzględniające relacje między okresem rozwoju

wegetatywnego do generatywnego, na które miały wpływ terminy siewu i szerokość geograficzna. Wyodrębniono dwie grupy rozwoju: jedna z krótszym okresem wegetatywnym i dłuższym generatywnym związane z uprawą soi na północy i wiosennym siewem, a druga z dłuższym okresem rozwoju wegetatywnego i krótszym rozwojem generatywnym, który występuje w cieplejszych rejonach.

Kocur [1972], Mota [1978], Hinson i Hartwig [1982] twierdzą, że w okresie wegetacji występują jednak trzy okresy krytyczne o zwiększonym zapotrzebowaniu na wodę. Są to fazy: kiełkowania, kwitnienia i wypełniania strąków.

Obserwowane zmiany globalne klimatu wpłyną także na warunki klimatyczne panujące w Europie. Z jednej strony możemy się spodziewać wzrostu temperatury o około 3 – 4°C, z drugiej natomiast tylko nieznacznego wzrostu opadów, co w konsekwencji wydłuży okres wegetacji w Polsce Zachodniej o 110 – 125 dni, a w Polsce Wschodniej o 50 – 60 dni [Kędziora 1999].

Na obszarze województwa opolskiego w latach 1981 – 2010 średnia roczna temperatura powietrza wynosiła od 8,0°C do 9,1°C. W XXI wieku wykazano wyraźny wzrost średniej miesięcznej temperatury powietrza: w kwietniu, czerwcu i lipcu, co spowodowało zmiany długości okresów termicznych. Zmiany dotyczą głównie lata, które obecnie rozpoczyna się znacznie wcześniej i coraz później się kończy. Na Opolszczyźnie okres wegetacji w latach 1980 – 2010 wyniósł średnio 228 dni, a w dekadzie 2001 – 2010 wydłużył się średnio o 7 dni w porównaniu z okresem 1981 – 1990 [Skowera i in. 2016].

Tabela 7

## Rozwój odmian soi w 2017 roku – SDOO Głubczyce

Faza rozwojowa	Skala BBCH	Abelina	Aligator	Augusta	Lissabon	Mavka	Merlin	SG Anser	Sultana
		daty początku fazy							
Siew	00	08.05	08.05	08.05	08.05	08.05	08.05	08.05	08.05
Wschody	10	19.05	20.05	19.05	20.05	20.05	19.05	20.05	19.05
Początek kwitnienia	61	22.06	22.06	24.06	23.06	22.06	22.06	22.06	23.06
Koniec kwitnienia	69	14.07	13.07	15.07	17.07	14.07	12.07	12.07	16.07
Większość strąków dojrzałych, nasiona typowej barwy, suche i twarde	89	11.09	10.09	06.09	13.09	08.09	12.09	10.09	12.09
Zebrane nasiona, okres spoczynku	99	14.09	14.09	09.09	14.09	09.09	14.09	14.09	14.09

Tabela 8

## Rozwój odmian soi w 2017 roku – SDOO Głubczyce

Faza rozwojowa	Skala BBCH	Abelina	Aligator	Augusta	Lissabon	Mavka	Merlin	SG Anser	Sultana
		liczba dni od siewu do:							
Siew	00	08.05							
Wschody	10	11	12	11	12	12	11	12	11
Początek kwitnienia	61	45	45	47	46	45	45	45	46
Koniec kwitnienia	69	67	66	68	70	67	65	65	69
Większość strąków dojrzałych, nasiona typowej barwy, suche i twarde	89	126	125	121	128	123	127	125	127
Zebrane nasiona, okres spoczynku	99	129	129	124	129	124	129	129	129

Tabela 9

## Rozwój odmian soi w 2018 roku – SDOO Głubczyce

Faza rozwojowa	Skala BBCH	Abelina	Aligator	Augusta	Lissabon	Mavka	Merlin	SG Anser	Sultana
		daty początku fazy							
Siew	00	26.04							
Wschody	10	07.05	08.05	07.05	09.05	09.05	07.05	06.05	08.05
Początek kwitnienia	61	06.06	07.06	06.06	08.06	06.06	05.06	08.06	05.06
Koniec kwitnienia	69	27.06	26.06	30.06	30.06	30.06	28.06	28.06	30.06
Większość strąków dojrzałych, nasiona typowej barwy, suche i twarde	89	28.08	27.08	22.08	29.08	1.09	27.08	29.08	1.09
Zebrane nasiona, okres spoczynku	99	10.09	10.09	23.08	10.09	10.09	10.09	10.09	10.09

Tabela 10

## Rozwój odmian soi w 2018 roku – SDOO Głubczyce

Faza rozwojowa	Skala BBCH	Abelina	Aligator	Augusta	Lissabon	Mavka	Merlin	SG Anser	Sultana
		liczba dni od siewu do:							
Siew	00	26.04							
Wschody	10	11	12	11	13	13	11	10	12
Początek kwitnienia	61	41	42	41	43	41	40	43	40
Koniec kwitnienia	69	62	61	65	65	65	63	63	65
Większość strąków dojrzałych, nasiona typowej barwy, suche i twarde	89	124	123	118	125	128	123	125	128
Zebrane nasiona, okres spoczynku	99	137	137	119	137	137	137	137	137

Tabela 11

## Rozwój odmian soi w 2019 roku – SDOO Głubczyce

Faza rozwojowa	Skala BBCH	Abelina	Aligator	Augusta	Lissabon	Mavka	Merlin	SG Anser	Sultana
		daty początku fazy							
Siew	00	26.04							
Wschody	10	19.05.	18.05.	17.05.	18.05.	19.05.	17.05.	18.05.	18.05.
Początek kwitnienia	61	18.06.	20.06.	21.06.	20.06.	21.06.	17.06.	16.06.	19.06.
Koniec kwitnienia	69	10.07.	11.07.	11.07.	13.07.	12.07.	09.07.	07.07.	10.07.
Większość strąków dojrzałych, nasiona typowej barwy, suche i twarde	89	23.09.	04.10.	05.09.	21.09.	25.09.	29.09.	30.09.	23.09.
Zebrane nasiona, okres spoczynku	99	04.10.	04.10.	12.09.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.	04.10.

Tabela 12

## Rozwój odmian soi w 2019 roku – SDOO Głubczyce

Faza rozwojowa	Skala BBCH	Abelina	Aligator	Augusta	Lissabon	Mavka	Merlin	SG Anser	Sultana
		liczba dni od siewu do:							
Siew	00	26.04							
Wschody	10	23	22	21	22	23	21	22	22
Początek kwitnienia	61	53	55	56	55	56	52	51	54
Koniec kwitnienia	69	75	77	78	77	78	74	73	76
Większość strąków dojrzałych, nasiona typowej barwy, suche i twarde	89	149	161	132	148	152	156	157	149
Zebrane nasiona, okres spoczynku	99	161	161	139	161	161	161	161	161



Tabela 13

## Rozwój odmian soi – SDOO Głubczyce (średnie z lat 2017 – 2019)

Faza rozwojowa	Skala BBCH	Abelina	Aligator	Augusta	Lissabon	Mavka	Merlin	SG Anser	Sultana
Siew	00	liczba dni od siewu do:							
Wschody	10	15	15	14	16	16	14	15	15
Początek kwitnienia	61	46	47	48	48	47	46	46	47
Koniec kwitnienia	69	68	68	70	71	70	67	67	70
Większość strąków dojrzałych, nasiona typowej barwy, suche i twarde	89	133	136	124	134	134	135	136	135
Zebrane nasiona, okres spoczynku	99	142	142	127	142	141	142	142	142

Jednym z podstawowych czynników kształtujących plon nasion jest liczba roślin na 1 m<sup>2</sup>. Błędów, wynikających z niewłaściwej obsady, nie można zniwelować żadnymi zabiegami agrotechnicznymi. Wyniki badań nad gęstością siewu soi wskazują na potrzebę optymalnego zagęszczenia roślin na jednostce powierzchni, przy zachowaniu odpowiedniej rozstawy rzędów, dostosowanej do właściwości odmian i warunków ich uprawy [Pyzik 1982].

Optymalna gęstość siewu na jednostce powierzchni, zależy do warunków uprawy, odmiany i rozstawy rzędów. W warunkach przyrodniczych Polski zalecana gęstość wynosi od 60 – 100 nasion na 1 m<sup>2</sup> i jest jednym ze źródeł informacji genotypowo-środowiskowej [Jasińska i in. 1987; Bobrecka-Jamro i in. 1993, 1995; Kołpak 1994]. Według Kołpaka [1996] optymalne rozmieszczenie roślin wpływa korzystnie na efektywność fotosyntezy, wilgotność i temperaturę gleby oraz plon.

W badaniach własnych na 1 m<sup>2</sup> wysiewano 30, 45 i 60 nasion o pełnej wartości użytkowej, a liczbę roślin określano przed kwitnieniem. W latach 2017 i 2018 średnia liczba roślin na 1 m<sup>2</sup> przed kwitnieniem wynosiła 95 i 102% założonej obsady, a w 2019 roku z powodu długotrwałych wschodów spowodowanych niskimi temperaturami obniżyła się do 80%. Średnio za trzy lata badań liczba roślin podczas kwitnienia była na poziomie 92% zakładanej obsady. Przy wysiewie na 1 m<sup>2</sup> 30, 45 i 60 nasion średnia obsada wynosiła odpowiednio 96, 92 i 91% planowanej liczby roślin. Przy wysiewie na 1 m<sup>2</sup> 45 nasion najbardziej od zakładanej obsady odbiegały odmiany Merlin (12%), Abelina (11%) i Lissabon (10%), a przy 60 odmiany Lissabon (15%) i SG Anser (14%) (tab. 14 i 15).

Ostatecznie w każdym roku badań liczbę roślin na 1 m<sup>2</sup> kształtował zmienny układ warunków wilgotnościowo-termicznych w latach badań oraz właściwości genetyczne badanych odmian.

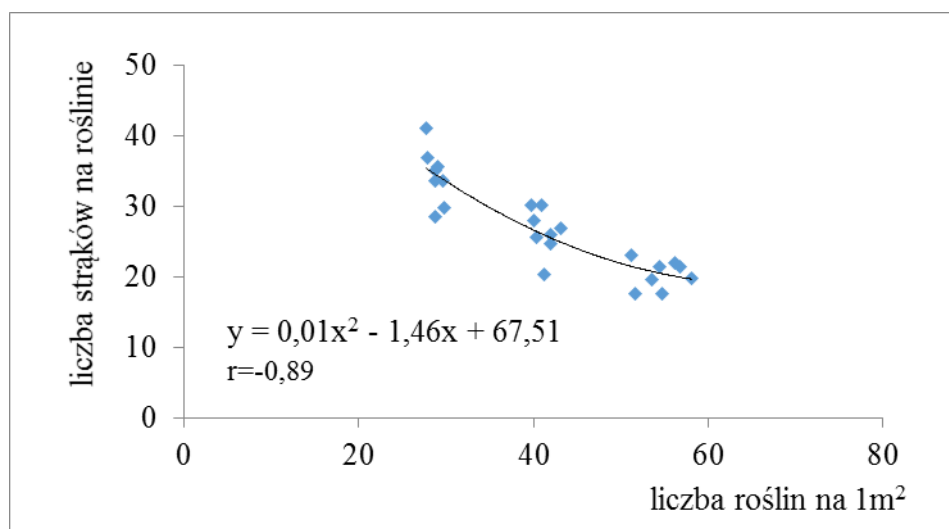
Cechą charakterystyczną dla nasion roślin strączkowych jest znaczna rozbieżność pomiędzy laboratoryjną, a polową zdolnością kiełkowania kształtującą obsadę roślin [Sypniewski 1986; Prusiński 1987]. Decydujący wpływ mogą mieć różne czynniki związane ze stresem chłodno-wodnym, który powoduje uszkodzenia nasion pęczniejących w temperaturze od 0 do 15°C [Prusiński 1997].

W badaniach własnych nie wykazano interakcji badanych czynników w odniesieniu do wysokości roślin i osadzenia I. strąka, liczby rozgałęzień, liczby

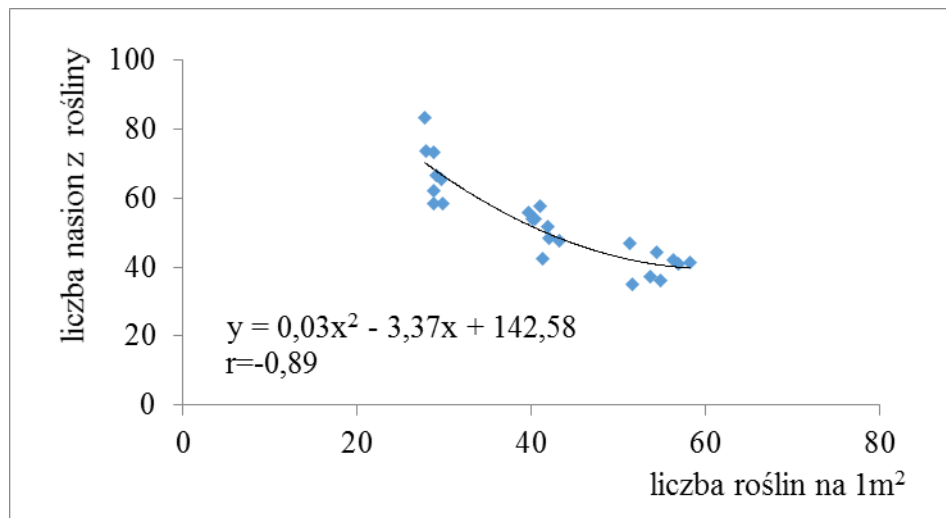
nasion w strąku, masy nasion w strąku i 1000 nasion (tab. 14 i 16), natomiast wymienione wyżej cechy morfologiczne kształtował czynnik genetyczny i zróżnicowany w latach przebieg pogody, a w stosunku do wysokości roślin i osadzenia I. go strąka oraz liczby rozgałęzień na roślinie liczba wysianych na 1 m<sup>2</sup> nasion (tab. 15 i 17).

Liczbę strąków na roślinie i nasion z rośliny kształtowały badane czynniki i ich współdziałanie.

Wzrost liczby wysianych na 1 m<sup>2</sup> nasion z 30 do 60 zwiększył wysokość roślin o 8% i osadzenia I. strąka o 20% i skutkowało zmniejszeniem liczby rozgałęzień, strąków na roślinie i nasion z rośliny odpowiednio o 38, 41 i 40%. Wykazano ujemną korelację pomiędzy liczbą roślin na 1 m<sup>2</sup> a liczbą strąków na roślinie i nasion z rośliny (rys. 1 i 2)



Rys. 1. Wpływ gęstości siewu na liczbę strąków na 1 roślinie soi



Rys. 2. Wpływ gęstości siewu na liczbę nasion z 1 rośliny soi

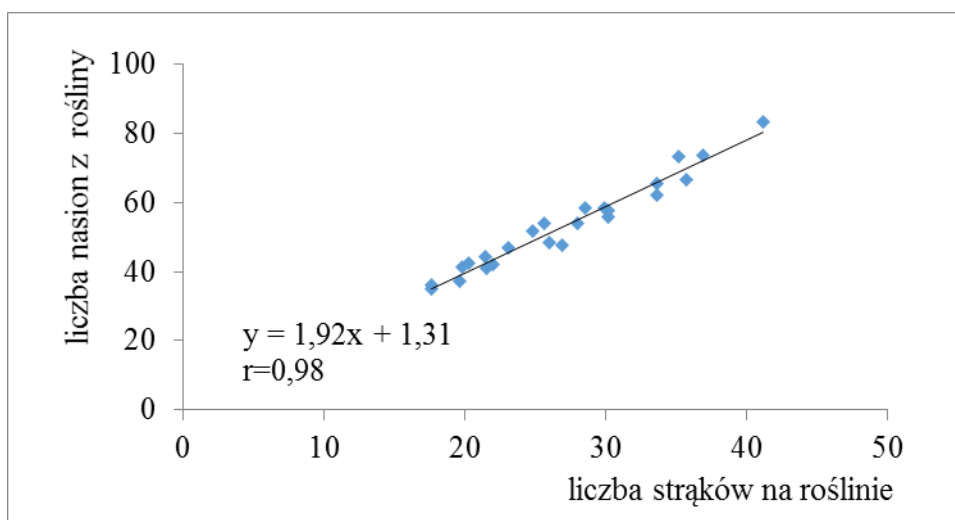
Czynnik genetyczny kształtował wszystkie badane cechy morfologiczne. Najwyższym wzrostem i wysokością osadzenia I. strąka odznaczała się odmiana Mavka, najwięcej rozgałęzień miały odmiany Augusta i Lissabon, strąków i nasion z rośliny Merlin, liczbę i masę nasion w strąku oraz masę 1000 nasion SG Anser.

Według Jareckiego i Bobreckiej-Jamro [2015] czynnik genetyczny nie różnicował wysokości roślin odmiany Augusta (88 cm) i Aldana (85 cm). W doświadczeniach Burego i Nawracały [2004], prowadzonych w okolicach Szczecina, średnia ogólna wysokość roślin trzech odmian soi (Augusta, Gaj i Nawiko) była niższa (49 cm) i również nie zależała istotnie od odmiany. Bujak i in. [2001] wykazali, że systemy uprawy nie miały wpływu na wysokość, liczbę strąków na roślinie, liczbę i masę nasion z rośliny oraz masę 1000 nasion, a wymienione cechy osiągnęły wyższe wartości u odmiany Aldana w porównaniu z Polan. Bujak i Frant [2009] podają, że rośliny odmiany Aldana osiągają średnio 61 cm (przy znacznych wahaniami w latach badań) i są istotnie niższe w porównaniu z innymi odmianami soi. Jarecki i Bobrecka-Jamro [2015] wykazali, że odmiana Augusta pierwszy strąk zawiązała średnio na wysokości 11,3 cm, zaś odmiana Aldana o 0,5 cm niżej. Bujak i Frant [2009] podają, że rośliny odmiany Aldana zawiązują pierwsze strąki istotnie niżej (10 cm) niż rośliny odmiany Augusta (11,9 cm). W badaniach Burego i Nawracały [2004] omawiana cecha nie była zróżnicowana między odmianami, a najniższy strąk rośliny soi osadziły średnio na wysokości 10,3 cm. Rośliny odmiany Augusta odznaczyły się istotnie większą

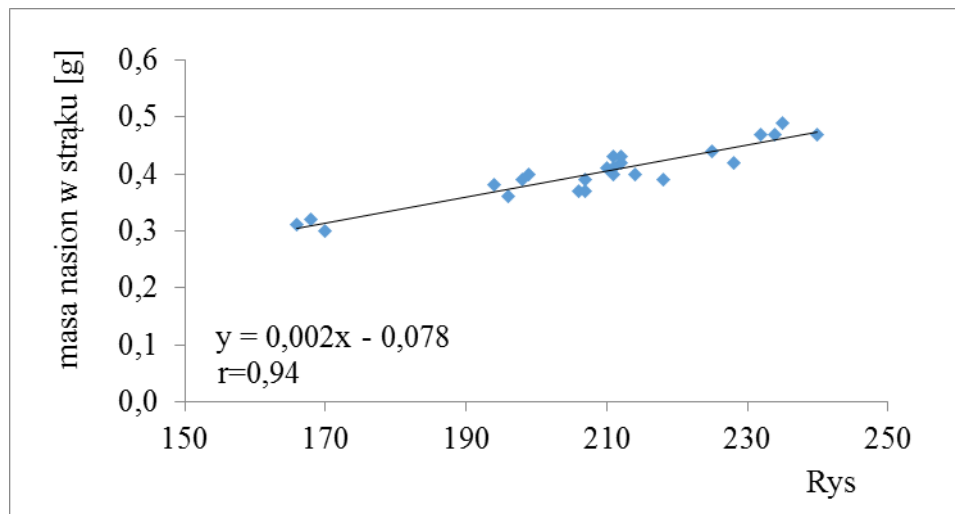
podatnością na wyleganie niż Aldana [Jarecki i Bobrecka-Jamro 2015]. W doświadczeniu Lorenc-Kozik i Pisulewskiej [2003] na wyleganie roślin soi główny wpływ wywarła zbyt duża suma opadów w lipcu i związane z tym nadmierne uwilgotnienie gleby.

Współdziałanie badanych czynników w kształtowaniu liczby strąków i nasion z rośliny, w odniesieniu między innymi do odmiany Augusta i Merlin, wyrażało się niejednakową reakcją na zwiększoną obsadę. Wzrost liczby wysianych nasion z 30 do 45 na 1 m<sup>2</sup> powodował u odmiany Augusta zmniejszenie liczby strąków na roślinie o 20 i nasion z rośliny o 27%, a u odmiany Merlin odpowiednio o 27 i 32%. Dalsze zwiększanie obsady skutkowało obniżką wymienionych wyżej cech u odmiany Augusta odpowiednio o 36 i 38%, a u odmiany Merlin o 47 i 47%. Liczba nasion z rośliny była dodatnio skorelowana z liczbą strąków na roślinie, a masa nasion w strąku z masą 1000 nasion (rys. 3 i 4).

Lorenc-Kozik i Pisulewska [2003] wykazali, że liczba strąków zawiązanych na roślinie była zawsze wyższa w latach cieplejszych. Podobne wyniki uzyskał również Pyzik [1982]. Zdaniem Szyrmera i Federowskiej [1978] różnice w liczbie wykształconych strąków w trakcie prowadzonych badań są wynikiem odmiennego rozkładu opadów, temperatury i nasłonecznienia w okresie kwitnienia roślin. Badania własne wykazały, że w latach o temperaturach wyższych od średniej z wielolecia, podczas wegetacji soi liczba wykształconych strąków na roślinie zależała od sumy opadów podczas rozwoju generatywnego.



Rys. 3. Zależność pomiędzy liczbą strąków na roślinie i nasion z rośliny



Rys. 4. Wpływ masy 1000 nasion na masę nasion w strąku

W badaniach własnych wysokość roślin i osadzenia I. strąka oraz liczbę rozgałęzień i nasion w strąku w większym stopniu, niż badane czynniki, kształtował zróżnicowany w latach przebieg pogody.

W warunkach niskich temperatur podczas rozwoju wegetatywnego soja zawiązuje niżej pierwsze strąki [Wojtysiak, Jasińska 1959 a, Szyrmer 1968, 1969 b, Holmberg 1973].

Liczba roślin na jednostce powierzchni ma wpływ na kształtowanie cech morfologicznych. Przy zagęszczonym siewie rośliny soi są wyższe i bardziej wysmukłe, osadzają wyżej dolne strąki [Norman 1963; Szyrmer i Federowska 1975, 1978; Nave i Cooper 1977; Jasińska i Kotecki 1997], ale mają mniej międzywęźli, strąków, nasion z rośliny i nasion w strąku oraz mniejszą masę 1000 nasion [Bobrecka-Jamro 1980].

Tabela 14

 Cechy morfologiczne roślin soi przed zbiorem w latach 2017 – 2019 cz. I  
 – SDOO Głubczyce

Liczba wysianych nasion na 1 m <sup>2</sup>	Odmiany	Liczba roślin przed kwitnieniem na 1m <sup>2</sup>	Wysokość roślin (cm)	Liczba rozgałęzień I. go rzędu	Wysokość osadzenia I strąka (cm)	Liczba strąków na 1 roślinie
30	Abelina	27,9	63,7	2,7	9,1	36,9
	Aligator	29,8	58,8	3,1	8,9	29,9
	Augusta	29,7	58,5	3,2	8,1	33,6
	Lissabon	28,7	59,9	3,3	8,0	35,2
	Mavka	28,7	66,8	2,9	9,5	33,6
	Merlin	27,7	58,9	3,0	9,7	41,2
	SG Anser	28,8	63,3	2,6	12,0	28,5
	Sultana	29,1	56,3	2,8	8,6	35,7
45	Abelina	40,1	67,0	1,8	11,1	28,0
	Aligator	41,9	61,6	2,2	10,2	24,8
	Augusta	43,2	61,5	2,8	10,3	26,9
	Lissabon	40,4	58,6	2,6	9,6	25,6
	Mavka	42,0	70,4	2,2	12,0	26,0
	Merlin	39,7	61,7	2,2	11,7	30,2
	SG Anser	41,2	66,6	2,1	12,7	20,3
	Sultana	41,0	59,4	2,3	10,3	30,2
60	Abelina	58,1	66,0	1,4	11,5	19,8
	Aligator	54,8	63,5	2,0	10,6	17,6
	Augusta	56,8	59,2	2,2	11,0	21,5
	Lissabon	51,2	59,5	2,4	9,2	23,1
	Mavka	53,6	73,3	1,4	12,3	19,6
	Merlin	54,4	64,2	2,0	11,0	21,4
	SG Anser	51,6	70,0	1,6	12,1	17,6
	Sultana	56,2	66,4	1,7	10,5	22,0
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		2,4	r.n.	r.n.	r.n.	2,5

r.n. – różnica nieistotna



Tabela 15

Cechy morfologiczne roślin soi przed zbiorem w latach 2017 – 2019 cz. I cd.  
 (średnie dla czynników) – SDOO Głubczyce

Liczba wysianych nasion na 1 m <sup>2</sup>	Odmiany	Liczba roślin soi przed kwitnieniem na 1 m <sup>2</sup>	Wysokość roślin (cm)	Liczba rozgałęzień I. rzędu	Wysokość osadzenia I strąka (cm)	Liczba strąków na 1 roślinie
30		28,8	60,7	2,9	9,2	34,3
45		41,2	63,4	2,3	11,0	26,5
60		54,6	65,3	1,8	11,0	20,3
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		0,8	3,0	0,2	0,5	1,0
	Abelina	42,0	65,6	1,9	10,6	28,2
	Aligator	42,2	61,3	2,4	9,9	24,1
	Augusta	43,2	59,7	2,7	9,8	27,3
	Lissabon	40,1	59,3	2,8	9,0	27,9
	Mavka	41,4	70,2	2,2	11,3	26,4
	Merlin	40,6	61,6	2,4	10,8	30,9
	SG Anser	40,5	66,6	2,1	12,2	22,2
	Sultana	42,1	60,7	2,3	9,8	29,3
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		1,4	3,2	0,3	1,0	1,4
Lata	2017	42,8	57,6	2,0	11,9	21,9
	2018	45,8	70,9	1,9	10,4	29,6
	2019	36,0	60,9	3,2	9,0	29,7
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		0,8	3,0	0,2	0,5	1,0

r.n. – różnica nieistotna

Tabela 16

 Cechy morfologiczne roślin soi przed zbiorem w latach 2017 – 2019 cz. II – SDOO  
 Głubczyce

Liczba wysianych nasion na 1 m <sup>2</sup>	Odmiany	Liczba nasion z 1 rośliny	Liczba nasion w 1 strąku	Masa nasion w 1 strąku (g)	Masa 1000 nasion (g)
30	Abelina	73,9	2,0	0,41	210
	Aligator	58,5	2,0	0,44	225
	Augusta	65,6	2,0	0,32	168
	Lissabon	73,4	2,1	0,43	212
	Mavka	62,3	1,9	0,37	206
	Merlin	83,5	2,0	0,38	194
	SG Anser	58,6	2,1	0,47	240
	Sultana	66,7	1,9	0,39	218
45	Abelina	53,9	1,9	0,40	199
	Aligator	51,7	2,1	0,42	228
	Augusta	47,7	1,8	0,30	170
	Lissabon	53,9	2,1	0,43	211
	Mavka	48,4	1,9	0,37	207
	Merlin	56,0	1,9	0,36	196
	SG Anser	42,3	2,1	0,49	235
	Sultana	57,6	2,0	0,40	214
60	Abelina	41,3	2,1	0,42	212
	Aligator	36,2	2,1	0,47	232
	Augusta	40,9	1,9	0,31	166
	Lissabon	47,0	2,1	0,41	211
	Mavka	37,1	1,9	0,40	211
	Merlin	44,2	2,1	0,39	198
	SG Anser	35,2	2,0	0,47	234
	Sultana	42,1	1,9	0,39	207
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		4,8	r.n.	r.n.	r.n.

r.n. – różnica nieistotna

Tabela 17

Cechy morfologiczne roślin soi przed zbiorem w latach 2017 – 2019 cz. II cd.  
(średnie dla czynników) – SDOO Głubczyce

Liczba wysianych nasion na 1 m <sup>2</sup>	Odmiany	Liczba nasion z 1 rośliny	Liczba nasion w 1 strąku	Masa nasion w 1 strąku (g)	Masa 1000 nasion (g)
30		67,8	2,0	0,40	209
45		51,5	2,0	0,40	207
60		40,5	2,0	0,41	209
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		2,1	r.n.	r.n.	r.n.
	Abelina	56,4	2,0	0,41	207
	Aligator	48,8	2,1	0,44	228
	Augusta	51,4	1,9	0,31	168
	Lissabon	58,1	2,1	0,42	211
	Mavka	49,3	1,9	0,38	208
	Merlin	61,3	2,0	0,38	196
	SG Anser	45,4	2,1	0,48	236
	Sultana	55,5	1,9	0,39	213
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		2,6	0,1	0,02	7
Lata	2017	47,1	2,2	0,41	203
	2018	53,6	1,8	0,35	197
	2019	59,1	2,0	0,45	226
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		2,1	0,1	0,01	5

r.n. – różnica nieistotna

Tabela 18

Elementy struktury plonu soi w latach 2017 – 2019 – SDOO Głubczyce

Liczba wysianych nasion na 1 m <sup>2</sup>	Odmiany	Masa nadziemnej części rośliny (g)				Struktura plonu (%)		
		nasiona	strączyny	łodygi	razem	nasiona	strączyny	łodygi
30	Abelina	14,86	7,02	6,35	28,23	52,6	24,9	22,5
	Aligator	12,81	6,01	5,80	24,62	52,0	24,4	23,6
	Augusta	10,76	5,44	4,27	20,47	52,6	26,6	20,8
	Lissabon	14,81	6,07	6,17	27,05	54,8	22,4	22,8
	Mavka	12,52	6,25	6,32	25,09	49,9	24,9	25,2
	Merlin	15,38	7,25	5,98	28,61	53,8	25,3	20,9
	SG Anser	13,39	6,54	6,18	26,11	51,3	25,0	23,7
	Sultana	13,64	6,48	6,30	26,42	51,6	24,5	23,9
45	Abelina	11,19	5,16	5,28	21,63	51,7	23,9	24,4
	Aligator	10,32	5,41	5,48	21,21	48,7	25,5	25,8
	Augusta	7,97	4,64	3,96	16,57	48,1	28,0	23,9
	Lissabon	11,15	4,67	4,63	20,45	54,5	22,8	22,7
	Mavka	9,55	4,63	5,42	19,60	48,7	23,6	27,7
	Merlin	10,69	4,73	4,10	19,52	54,8	24,2	21,0
	SG Anser	9,87	4,90	5,09	19,86	49,7	24,7	25,6
	Sultana	11,73	5,66	5,43	22,82	51,4	24,8	23,8
60	Abelina	8,33	3,92	4,60	16,85	49,4	23,3	27,3
	Aligator	8,07	3,79	4,39	16,25	49,7	23,3	27,0
	Augusta	6,59	3,57	2,93	13,09	50,3	27,3	22,4
	Lissabon	9,67	4,00	4,32	17,99	53,8	22,2	24,0
	Mavka	7,75	3,42	4,72	15,89	48,8	21,5	29,7
	Merlin	8,40	3,99	3,86	16,25	51,7	24,6	23,7
	SG Anser	8,31	4,13	4,96	17,40	47,8	23,7	28,5
	Sultana	8,58	4,14	4,30	17,02	50,4	24,3	25,3
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		0,87	0,51	0,54	1,48	r.n.	1,5	r.n.

r.n. – różnica nieistotna

Badane czynniki i ich współdziałanie miało wpływ na masę nasion, strączyn i łodyg z rośliny oraz łącznie całej rośliny (tab. 18 i 19). Zwiększenie liczby wysianych na 1 m<sup>2</sup> nasion z 30 do 60 obniżało masę nasion, strączyn, łodyg i całej rośliny odpowiednio o 39, 39, 28 i 37%. Największą masę nasion z rośliny uzyskano z odmiany Lissabon, strączyn i całej rośliny z Sultany, a łodyg, z powodu najwyższej wysokości, z Mavki.

Najmniejszą masę nasion z rośliny miała odmiana Augusta, a następnie kolejno wyższą, w % Mavka – 18, Aligator – 23, SG Anser – 25, Sultana – 34, Abelina i Merlin – 36 oraz Lissabon – 41 (tab. 19).

Współdziałanie badanych czynników w kształtowaniu masy nasion z rośliny, w odniesieniu między innymi do odmiany Augusta i Merlin, wyrażało się niejednakową reakcją na zwiększoną obsadę. Wzrost liczby wysianych nasion z 30 do 45 na 1 m<sup>2</sup> powodował u odmiany Augusta zmniejszenie masy nasion z rośliny o 26%, a u odmiany Merlin o 32%. Dalsze zwiększanie obsady skutkowało obniżką wymienionej wyżej cechy, u odmiany Augusta o 39%, a u odmiany Merlin o 47 %.

Zróznicowany w latach przebieg pogody miał mniejszy wpływ na masę poszczególnych elementów tworzących nadziemną część rośliny niż ilość wysiewu.

Udział nasion w masie nadziemnej części rośliny zmniejszał się pod wpływem wzrostu liczby wysianych na 1 m<sup>2</sup> nasion, był najwyższy u Lissabon i w największym stopniu zależał od przebiegu pogody w latach badań.

Nie wykazano współdziałania badanych czynników na plon nasion co oznacza podobną reakcję odmian na liczbę wysianych nasion (tab. 20).

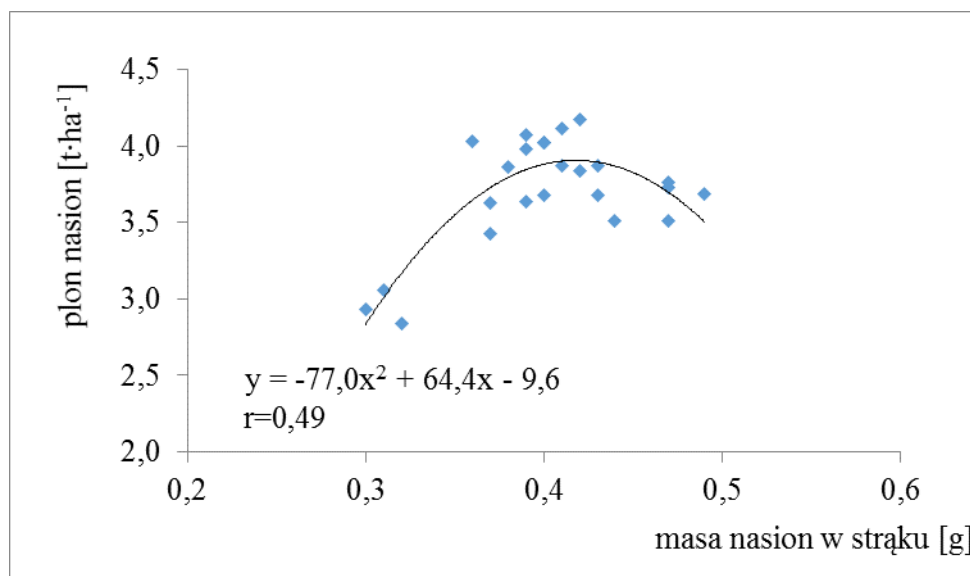
Zwiększenie liczby wysianych na 1 m<sup>2</sup> nasion z 30 do 45 powodowało istotny statystycznie wzrost plonów. Wzrost liczby wysianych na 1 m<sup>2</sup> nasion powodował zwiększenie na 1 ha kosztów uprawy soi średnio o 189,08 zł, w tym nakładów na materiał siewny o 171,89 (tab. 34 – 36), co przy cenie sprzedaży 1 t nasion wynoszącej 1505 zł pokrywa przyrost plonu nasion w wysokości 114 kg·ha<sup>-1</sup>. Średni przyrost plonu wynosił 210 kg·ha<sup>-1</sup> (tab. 21), co z nadwyżką rekompensowało zwiększone nakłady na uprawę.

Najwyższe plony nasion uzyskano z odmiany Abelina i w porównaniu z nią kolejno niższe (%) u Merlin – 2, Lissabon i Sultana – 3, Aligator – 8, SG Anser – 9, Mavka – 11 i Augusta – 27 (tab. 20 i 21).

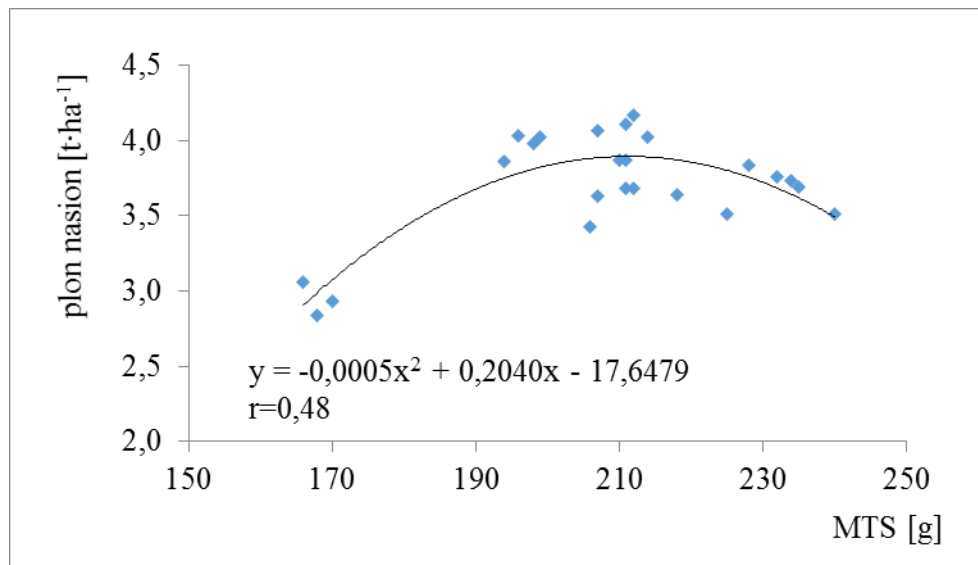
Plon nasion w największym stopniu kształtował czynnik odmianowy, a następnie kolejno w mniejszym zróznicowany w latach przebieg pogody i liczba wysianych na 1 m<sup>2</sup> nasion. Plon nasion był dodatnio skorelowany z masą nasion w strąku i w nieco mniejszym stopniu z masą 1000 nasion i liczbą nasion z 1 m<sup>2</sup> (rys. 5 -7).

Akumulacja biomasy przez rośliny i strategia jej alokacji decyduje o rozwoju roślin od nasienia do nasienia [Parvez i in. 2004; Weiner i in. 2009]. Wzrost i rozwój generatywny roślin kształtuje rozkład przestrzenny roślin w łanie [Malek i in. 2012].

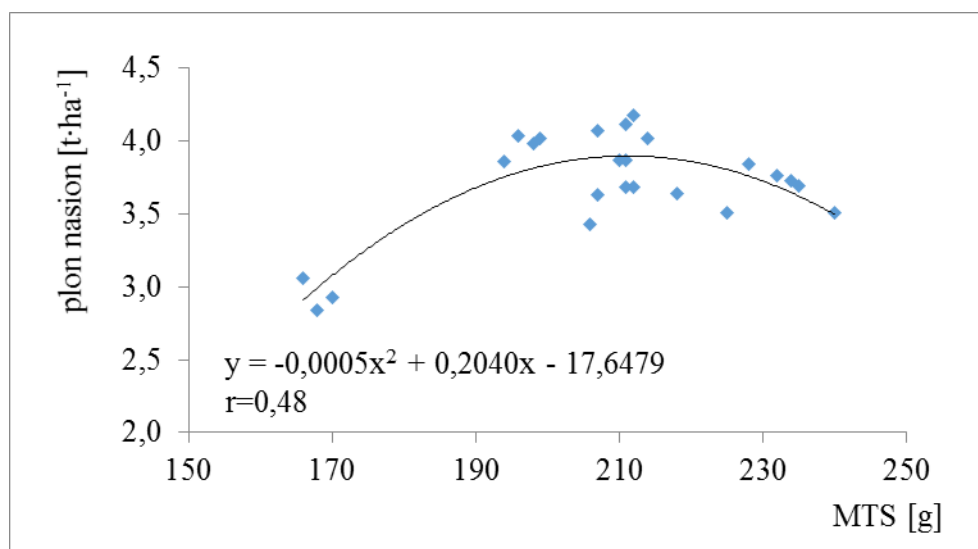
Architektura łanu, czyli rozkład przestrzenny roślin w łanie, jest jednym z ważniejszych czynników mających wpływ na plon, który kształtuje się przez odpowiednie rozmieszczenie roślin. Egli [1988] badał reakcje soi na wzrost zagęszczenia roślin na 1 m<sup>2</sup> od 0,6 do 24 i wykazał, że w warunkach niskiej obsady, gdy brak jest konkurencji między roślinami plon jest proporcjonalny do zagęszczenia. Wzrost obsady powoduje nasilenie konkurencji i obniżone tempo przyrostu plonu. Najwyższe plony uzyskuje się w warunkach gdy zagęszczenie roślin jest większe niż wymagane do maksymalnego przechwytywania 95% światła słonecznego w fazie kwitnienia.



Rys. 5. Wpływ masy nasion w strąku na plon nasion soi



Rys. 6. Wpływ masy 1000 nasion na plon nasion soi

Rys. 7. Wpływ liczby nasion z 1 m<sup>2</sup> na plon nasion soi

Warunki środowiskowe podczas rozwoju generatywnego, a szczególnie intensywność i jakość promieniowania słonecznego przechwytywanego przez więźbę liści kształtują plon i elementy struktury plonu [Myers i in. 1987; Board i Harville 1996]. Wzrost plonu nasion soi uprawianej w wąskich rzędach spowodowany jest mniejszą konkurencją o światło [Board i in. 1992, Board i Harville 1996]. Zwiększone doświetlenie roślin w łanie we wczesnych etapach rozwoju generatywnego skutkuje wzrostem liczby strąków na roślinie i plonów nasion [Mathew i in. 2000]. Zacienienie



spowodowało wydłużenie międzywęzła, zmniejszenie liczby strąków i nasion z rośliny, masy nasion z rośliny i masy całej rośliny [Ephrath i in. 1993, Jiang i Egli 1993, Li i in. 2006]. Wpływ zacienienia na plon nasion soi zależy od długości trwania tego okresu [Jiang i Egli 1995]. Gęstość siewu kształtuje w dużym stopniu plon nasion i zależy od zamknięcia w łanie więźby liści [Liu i in. 2008].

Plon nasion soi kształtuje liczba węzłów na pędzie głównym, liczba strąków na 1 węzle liczba i masa nasion w strąku [Shroyer 1980]. Dzięki zjawisku kompensacji zmiana jednego parametru pociąga za sobą zmianę innego. Usunięcie strąków u soi powodowało wzrost masy nasion w strąkach [McAlister i Krober 1958] i w niewielkim stopniu obniżało plony nasion. Kaw i Menon [1972] wykazali, że liczba strąków na roślinie ma duży wpływ na plony nasion oraz że masa 1000 nasion była ujemnie skorelowana z liczbą strąków i nasion z rośliny oraz wysokością roślin. Pandey i Torrie [1973] podają, że liczba strąków na roślinie podobnie jak liczba nasion w strąku są silnie skorelowane z plonem nasion. Burlamaqui [1975] twierdzi jednak, że wpływ masy 1000 nasion i liczby nasion w strąku na kształtowanie plonu nasion jest mały. Pookpakdi [1978] wskazał, że liczba strąków na roślinie jest najważniejszym składnikiem plonu.

Niektórzy autorzy uważają, że plon soi rośnie wraz ze wzrostem temperatury do 29 – 30°C [Schlenker i Roberts 2008, 2009]. Jednak nawet krótkotrwała, zbyt wysoka temperatura, negatywnie wpływa na plon nasion [Schlenker i Roberts 2008], szczególnie jeśli wystąpi w okresach krytycznych dla rośliny. Działanie bardzo wysokiej temperatury w fazie kwitnienia może spowodować zmniejszenie potencjalnej liczby nasion z rośliny, co negatywnie wpływa na uzyskany plon [Wheeler i in. 2000]. Wykazano, że wysoka temperatura (33°C w dzień i 28°C w nocy) w fazie wykształcania strąków soi powoduje zmniejszenie o 36% tempa wzrostu masy nasion, niezależnie od temperatury w późniejszym okresie, sugerując, że zawiązywane i rozwijające się nasiona są wrażliwe na wysokość temperatury w tym stadium rozwoju roślin [Egli i Wardlaw 1980]. Na skutek działania wysokiej temperatury (35°C przez 10 godzin w ciągu dnia) na rośliny w okresie od kwitnienia do dojrzewania stwierdzono zmniejszenie o 27% plonu nasion soi. Ekspozycja na wysoką temperaturę w okresie od kwitnienia do zawiązywania strąków negatywnie wpływa na wykształcenie nasion soi. Dłuższe działanie wysokiej temperatury, tj. od fazy kwitnienia i wykształcania strąków

aż do wypełniania nasion, powoduje zmniejszenie przyrostu masy nasion [Gibson i Mullen 1996].

Jasińska i in. [1996] wykazali, że największy wpływ na rozwój i plonowanie soi miał zróżnicowany przebieg pogody. Także Pyzik i in. [1987] zaobserwowali, że warunki pogodowe w okresie wegetacji w znacznym stopniu modyfikowały cechy morfologiczne. Bury i Nawracała [2004] wykazali, że w latach cieplejszych dominującym czynnikiem kształtującym wzrost i rozwój soi był niedobór opadów. Wielu autorów [Bobrecka-Jamro i Pizło 1996; Kołodziej i Pisulewska 2000; Lorenc-Kozik i Pisulewska 2003; Bury i Nawracała 2004; Lozovaya i in. 2005; Michałek i Borowski 2006; Bujak i Frant 2009] wykazało, że plon nasion soi zależy od układu warunków pogodowych podczas wegetacji.

W Polsce do 1935 roku stosowano siew gniazdowy i w szerokie rzędy [Dzikowski 1937; Szyrmer 1968; Lityński 1973; Bobrecka-Jamro 1980] przy wysiewie przeważnie 15 – 50 nasion na 1 m<sup>2</sup>.

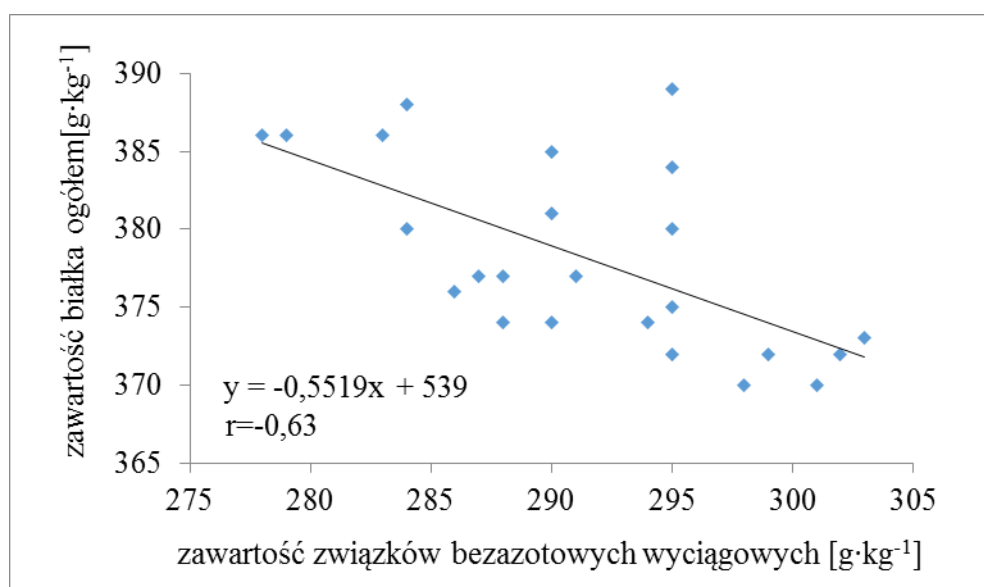
W badaniach prowadzonych w latach 1936 – 1937 oraz po II wojnie światowej [Mackiewicz 1954 a, 1958; Wojtysiak i Jasińska 1959] stosowano siew zagęszczony, w rozstawie 50 x 10 cm, 40 x 10 cm, 30 x 10 cm, 25 x 10 cm i wykazano, że zwiększanie szerokości rozstawy rzędów w warunkach Polski wpływa na obniżkę plonu nasion.

W badaniach amerykańskich wykazano, że zwiększanie liczby roślin na 1 m<sup>2</sup> powyżej 39 nie powoduje wzrostu plonu w takim stopniu, który rekompensowałby dodatkowy koszt zakupu materiału siewnego. Według różnych autorów [Beuerlein 1988; Elmore 1991, 1998] optymalna obsada roślin soi na 1 m<sup>2</sup> wynosi od 25 do 35. W innych badaniach De Bruin i Pedersen [2008] wykazali, że wczesny termin siewu wykonany na przełomie kwietnia i maja wpływa istotnie na wzrost plonu i wzrost dochodów z 1 ha, jednak nie wykazano istotnej różnicy wzrostu plonu i wyniku finansowego przy zwiększeniu ilości wysiewu na 1 m<sup>2</sup> z 18 do 56 nasion.

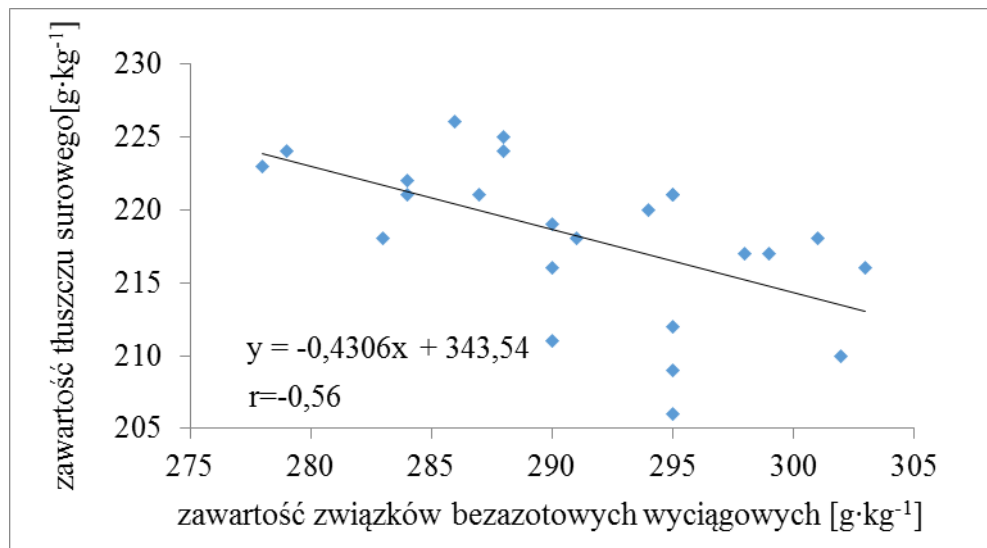
W badaniach prowadzonych w ramach zadań konsorcjum Pol–Soja, dotychczas uzyskane wyniki wskazują, że średnio w 3-leciu najwyższy plon uzyskiwano przy wysiewie na 1 m<sup>2</sup> 60 nasion o pełnej wartości użytkowej.

Badane czynniki i ich współdziałanie miały mały wpływ na skład chemiczny nasion. W odniesieniu do zawartości popiołu surowego wykazano wpływ czynnika

genetycznego, natomiast zróżnicowany w latach układ warunków wilgotnościowo-termicznych kształtował zawartość wszystkich badanych składników (tab. 22 i 23). Nie potwierdziły się doniesienia literaturowe, mówiące o tym, że niedobór opadów podczas wykształcania i dojrzewania nasion sprzyja gromadzeniu białka, gdyż najwięcej tego składnika zawierały nasiona w 2019 roku, w którym suma opadów była zbliżona do średniej wieloletniej. Natomiast w latach z deficytem opadów w tym okresie (2017 i 2018) nasiona gromadziły w porównaniu z 2019 rokiem mniej białka ogółem odpowiednio o 11 i 6%. Nie wykazano ujemnej korelacji pomiędzy zawartością białka i tłuszczu, które były ujemnie skorelowane z poziomem związków bezazotowych wyciągowych (rys. 8 i 9).



Rys. 8. Związek pomiędzy zawartością związków bezazotowych wyciągowych i zawartością białka ogółem.

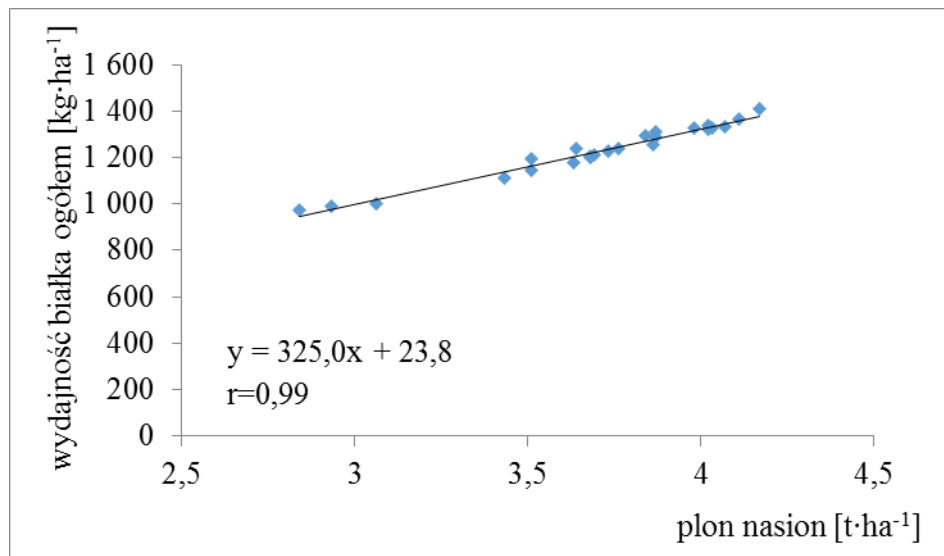


Rys. 9. Związek pomiędzy zawartością związków bezzotowych wyciągowych i zawartością tłuszczu surowego.

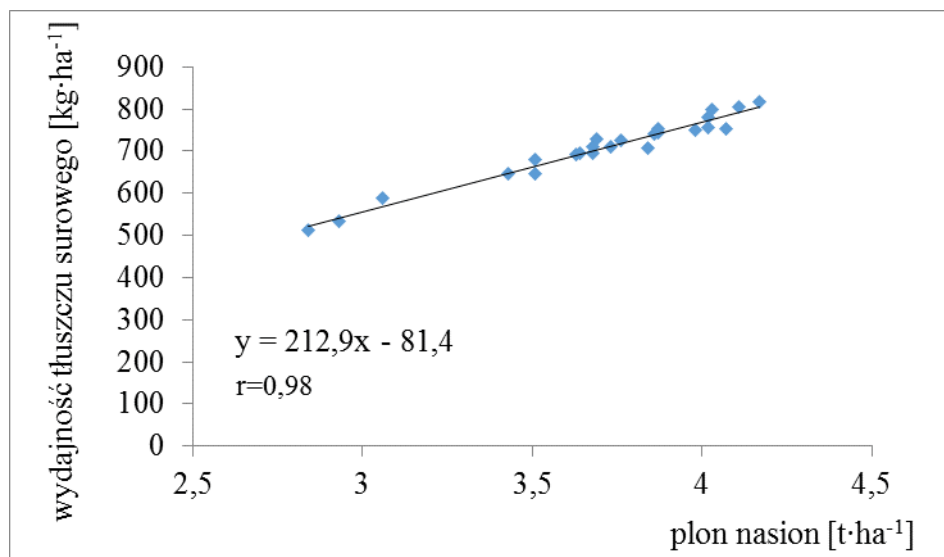
Wydajność białka ogółem i tłuszczu surowego to na ogół funkcja plonu i zawartości danego składnika. W badaniach własnych wydajność białka ogółem i tłuszczu surowego z nasion w największym stopniu kształtował czynnik odmianowy, a następnie kolejno w mniejszym zróżnicowany w latach przebieg pogody i liczba wysianych na 1 m<sup>2</sup> nasion.

Zwiększenie liczby wysianych na 1 m<sup>2</sup> nasion z 30 do 45 powodowało wzrost wydajności białka ogółem i tłuszczu surowego odpowiednio o 6 i 7%.

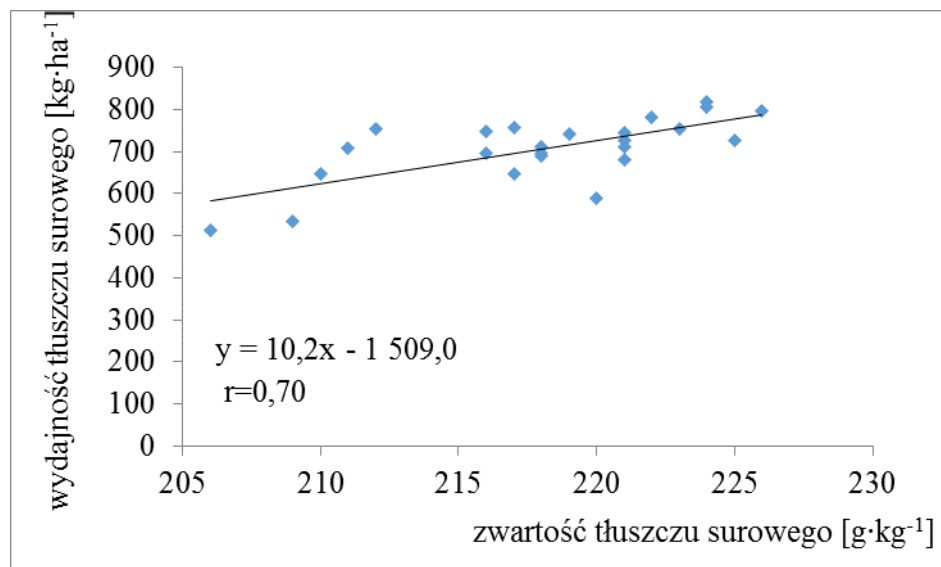
Najwyższą wydajność białka ogółem uzyskano z odmiany Abelina i w porównaniu z nią kolejno niższą (%) z Merlin i Sultana – 3, Lissabon – 5, Aligator – 8, SG Anser – 11, Mavka – 14 i Augusta – 27 (tab. 20 i 21). Wydajność białka ogółem i tłuszczu surowego była dodatnio skorelowana z plonem, a w przypadku tłuszczu również z jego zawartością (rys. 10 -12).



Rys. 10. Związek pomiędzy plonem nasion a wydajnością białka ogółem.



Rys. 11. Związek pomiędzy plonem nasion a wydajnością tłuszczu surowego.



Rys. 12. Związek pomiędzy zawartością tłuszczu surowego a jego wydajnością

Warunki meteorologiczne wywierają zasadniczy wpływ na zawartość tłuszczu i białka w nasionach soi. Szyrmer [1969 a, 1971] na podstawie badań przeprowadzonych w środkowej i południowo-wschodniej Polsce stwierdził, że zawartość tłuszczu wzrastała przy niższej temperaturze i wyższej wilgotności powietrza, a zawartość białka była ujemnie skorelowana z wysokością plonu. Pasternakiewicz i Dżugan [2009] twierdzą, że ilość tłuszczu surowego w nasionach soi mieści się w przedziale 18,2 – 19,7%. Kozak i in. [2008 a, b, c] dodają, że skład chemiczny nasion soi w największym stopniu zależy od przebiegu pogody w latach badań, a w dalszej kolejności od czynnika odmianowego. Potwierdzają to również badania Michałka i Borowskiego [2006], podczas których okresowa susza i czynnik odmianowy wpłynęły na zawartość białka w nasionach soi.

Tabela 19

 Elementy struktury plonu soi w latach 2017 – 2019 cd. (średnie dla czynników)  
 – SDOO Głubczyce

Liczba wysianych nasion na 1 m <sup>2</sup>	Odmiany	Masa nadziemnej części rośliny (g)				Struktura plonu (%)			
		nasiona	strączyzny	łodygi	razem	nasiona	strączyzny	łodygi	
30		13,52	6,38	5,92	25,82	52,4	24,7	22,9	
45		10,31	4,97	4,92	20,20	51,0	24,6	24,4	
60		8,21	3,87	4,26	16,34	50,2	23,7	26,1	
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		0,33	0,22	0,23	0,68	0,5	0,6	0,6	
Abelina		11,46	5,37	5,41	22,24	51,5	24,1	24,4	
Aligator		10,40	5,07	5,22	20,69	50,3	24,5	25,2	
Augusta		8,44	4,55	3,72	16,71	50,5	27,2	22,3	
Lissabon		11,88	4,91	5,04	21,83	54,4	22,5	23,1	
Mavka		9,94	4,77	5,49	20,20	49,2	23,6	27,2	
Merlin		11,49	5,33	4,65	21,47	53,5	24,8	21,7	
SG Anser		10,52	5,19	5,41	21,12	49,8	24,6	25,6	
Sultana		11,32	5,43	5,34	22,09	51,2	24,6	24,2	
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		0,50	0,29	0,30	0,81	1,2	0,9	1,2	
Lata		2017	8,99	4,27	4,36	17,62	51,0	24,2	24,8
		2018	10,07	5,33	5,88	21,28	47,3	25,0	27,7
		2019	12,99	5,64	4,87	23,50	55,3	24,0	20,7
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		0,33	0,22	0,23	0,68	0,5	0,6	0,6	

Tabela 20

Plony nasion i resztek pozbiorowych, wilgotność nasion, wydajność białka ogółem i tłuszczu surowego z 1 ha w latach 2017 – 2019 – SDOO Głubczyce

Liczba wysianych nasion na 1 m <sup>2</sup>	Odmiany	Plon nasion (t·ha <sup>-1</sup> )	Wydajność z nasion (kg·ha <sup>-1</sup> )		Plon resztek pozbiorowych (t·ha <sup>-1</sup> )
			białko ogółem	tłuszcz surowy	
30	Abelina	3,87	1308	753	3,51
	Aligator	3,51	1193	681	3,29
	Augusta	2,84	971	512	2,59
	Lissabon	3,68	1200	695	3,07
	Mavka	3,43	1111	648	3,46
	Merlin	3,86	1258	741	3,35
	SG Anser	3,51	1144	646	3,35
	Sultana	3,64	1239	696	3,44
45	Abelina	4,02	1320	757	3,79
	Aligator	3,84	1295	707	4,09
	Augusta	2,93	988	534	3,23
	Lissabon	3,87	1291	744	3,31
	Mavka	3,63	1176	691	3,85
	Merlin	4,03	1327	798	3,41
	SG Anser	3,69	1213	728	3,79
	Sultana	4,02	1338	781	3,83
60	Abelina	4,17	1408	817	4,28
	Aligator	3,76	1237	726	3,85
	Augusta	3,06	1004	590	3,05
	Lissabon	4,11	1364	806	3,61
	Mavka	3,68	1204	712	3,95
	Merlin	3,98	1326	749	3,79
	SG Anser	3,73	1230	711	4,11
	Sultana	4,07	1330	754	4,08
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

r.n. – różnica nieistotna



Tabela 21

Plony nasion i resztek pozbiorowych, wilgotność nasion oraz wydajność białka ogółem i tłuszczu surowego z 1 ha w latach 2017 – 2019 cd. (średnie dla czynników)  
 – SDOO Głubczyce

Liczba wysianych nasion na 1 m <sup>2</sup>	Odmiany	Plon nasion (t·ha <sup>-1</sup> )	Wydajność z nasion (kg·ha <sup>-1</sup> )		Plon resztek pozbiorowych (t·ha <sup>-1</sup> )
			białko ogółem	tłuszcz surowy	
30		3,54	1178	671	3,26
45		3,75	1244	718	3,66
60		3,82	1263	733	3,84
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		0,13	44	24	0,12
	Abelina	4,02	1346	776	3,86
	Aligator	3,70	1242	705	3,74
	Augusta	2,94	988	545	2,95
	Lissabon	3,88	1285	748	3,33
	Mavka	3,58	1163	684	3,76
	Merlin	3,95	1304	763	3,52
	SG Anser	3,64	1196	695	3,75
	Sultana	3,91	1303	743	3,79
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		0,15	51	30	0,22
Lata	2017	3,54	1104	679	3,42
	2018	3,64	1198	714	4,14
	2019	3,93	1382	730	3,20
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		0,13	44	24	0,12

r.n. – różnica nieistotna

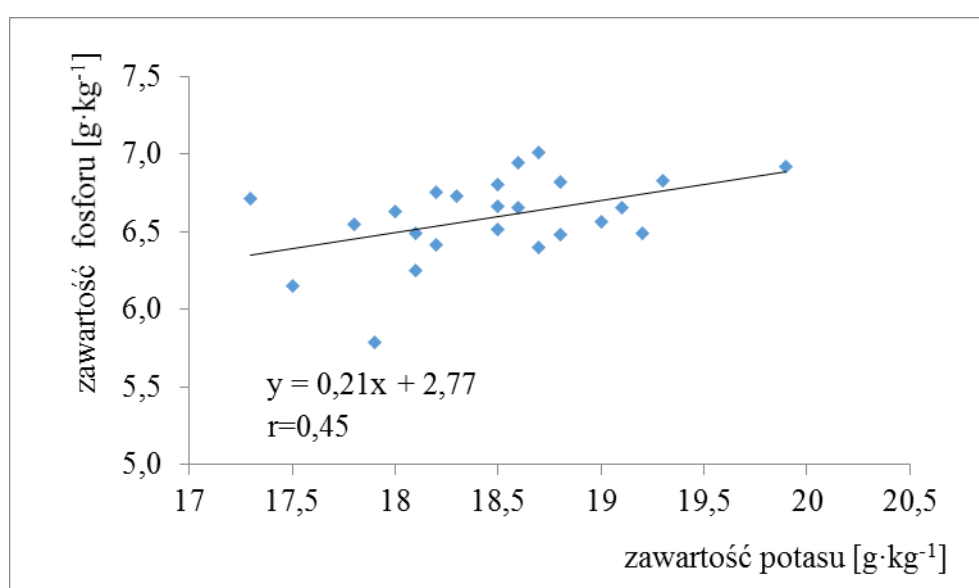
Wysoka temperatura kształtuje skład chemiczny nasion soi. Z badań Dornbos i Mullen [1992] wynika, że nasiona soi zebrane z roślin rosnących w warunkach średniego deficytu wody i poddanych temperaturze 35°C w fazie wypełniania nasion zawierały więcej białka i mniej tłuszczu, w porównaniu z nasionami uzyskanymi z roślin rosnących w temperaturze 29°C. Jednakże niektórzy autorzy wykazali, że zawartość tłuszczu jest dodatnio skorelowana z temperaturą [Wolf i in. 1982; Piper i Boote 1999], a zawartość białka wzrasta przy traktowaniu roślin soi od stadium wykształcenia nasion temperaturą 33°C [Wolf i in. 1982].

Deficyt wody powoduje zwiększenie zawartości białka i zmniejszenie tłuszczu oraz niewielkie zmiany w składzie kwasów tłuszczowych [Dornbos i Mullen 1992].

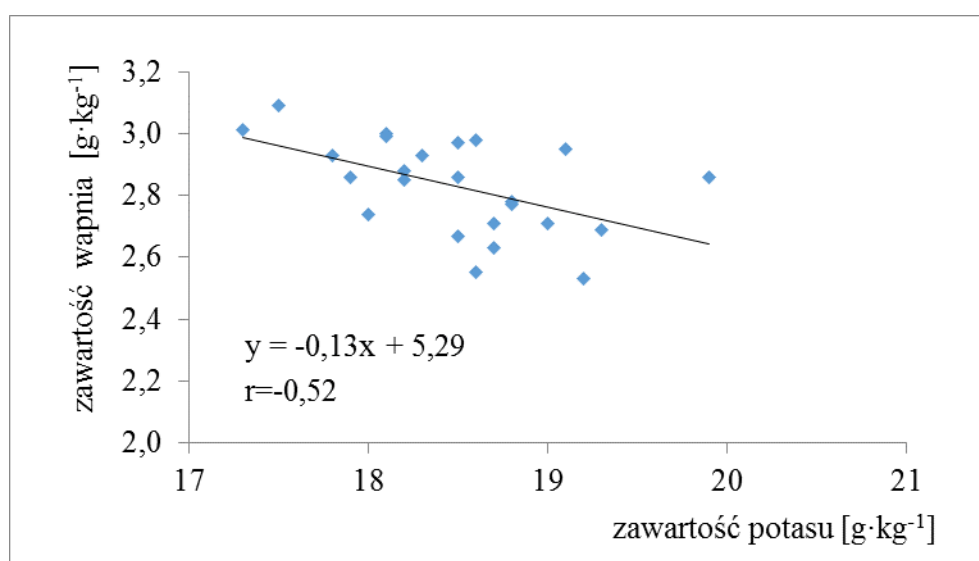
Wyniki badań [Bellaloui i in. 2015] nie wykazały wpływu ilości wysianych na 1 m<sup>2</sup> nasion w przedziale od 10 do 50 na zawartość w nasionach soi kwasu palmitynowego, stearynowego i linolowego, natomiast wczesny termin siewu,

w porównaniu z późnym powodował wzrost zawartości tłuszczu surowego, kwasu oleinowego i sacharozy. Opóźnienie siewu skutkowało wzrostem zawartości białka ogółem i kwasu oraz obniżało zawartość tłuszczu surowego i kwasu oleinowego.

Średnio za trzy lata badań skład chemiczny nasion w odniesieniu do zawartości azotu i składników mineralnych kształtował zmienny w latach przebieg pogody, a czynnik odmianowy różnicował zawartość P, K i Mg (tab. 24 – 25). Zawartość w nasionach potasu była dodatnio skorelowana z zawartością fosforu a ujemnie z wapniem (rys. 13 i 14).



Rys. 13. Związek pomiędzy zawartością w nasionach potasu i fosforu



Rys. 14. Związek pomiędzy zawartością w nasionach potasu i wapnia

Nasiona soi oprócz białka, tłuszczu, lecytyny, cukrów z rodziny rafinozy i izoflawonów zawierają wiele składników mineralnych niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka. Zawartość makro- i mikrośladników w nasionach soi to wypadkowa działania czynników biotycznych i abiotycznych. Badania Biela i in. [2018] wykazały, że czynnik genetyczny kształtował zawartość makro- i mikrośladników w nasionach. Odmiana Aldana zawierała więcej potasu i miedzi niż Merlin, która z kolei miała więcej wapnia. Nasiona soi uprawianej w systemie konwencjonalnym zawierały więcej fosforu, potasu, wapnia, miedzi i niklu niż w uprawie organicznej, a ponadto rozstawa rzędów miała wpływ na gromadzenie miedzi i niklu.

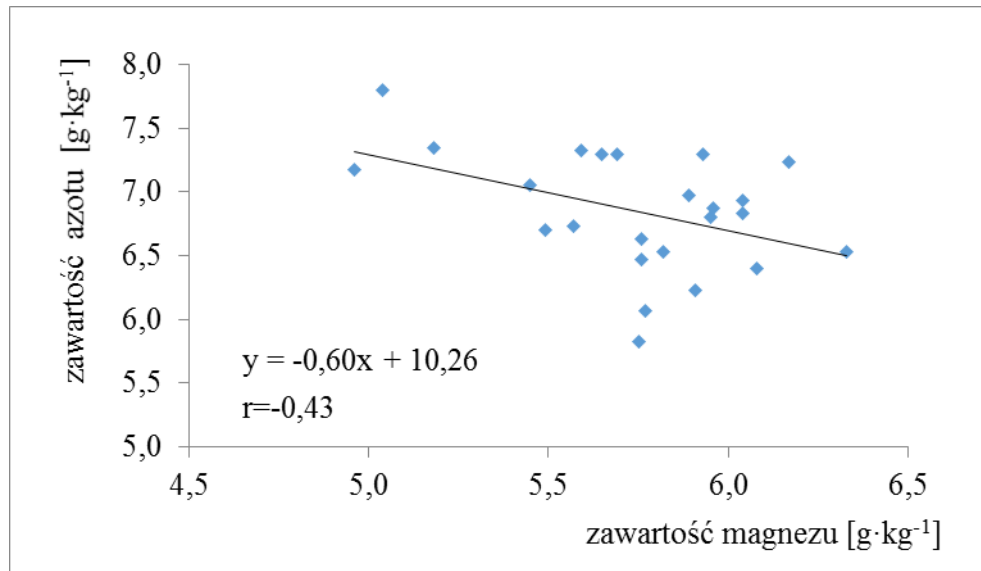
Wyniki badań Etiosa i in. [2017] nasion składu chemicznego populacji soi pochodzącej z Nigerii wykazały, że nasiona zawierały w  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ : 377 białka ogółem, 282 tłuszczu surowego, 42,9 popiołu surowego, 54,4 włókna surowego i 163 węglowodanów. Zawartość składników mineralnych kształtowała się następująco:  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  makroskładniki) P – 6,9, Ca – 3, Mg – 2,6 i (mikroskładniki  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) Fe – 164, Na – 30, Zn – 27.

Analiza zawartości składników mineralnych w nasionach soi pochodzącej z Argentyny, Brazylii, Chin, Indii i USA wykazała duże zróżnicowanie w zależności od kraju pochodzenia. Nasiona soi pochodzącej z Indii zawierały najwięcej Ca ( $3,3 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) i Mg ( $4,2 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), z Chin P ( $7,6 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), z Argentyny K ( $27,1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), natomiast najmniej Ca ( $2,3 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) i Mg ( $2,7 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) zawierały nasiona soi z Chin, P ( $6,5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) z Brazylii, a K ( $20,7 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) ze USA. W porównaniu z najniższą zawartością makroskładnika, z krajami o najwyższej zawartości wykazano w % wyższą zawartość Ca – 43; Mg – 56; P – 16 i K – 35 [Karr-Lilienthal i in. 2004].

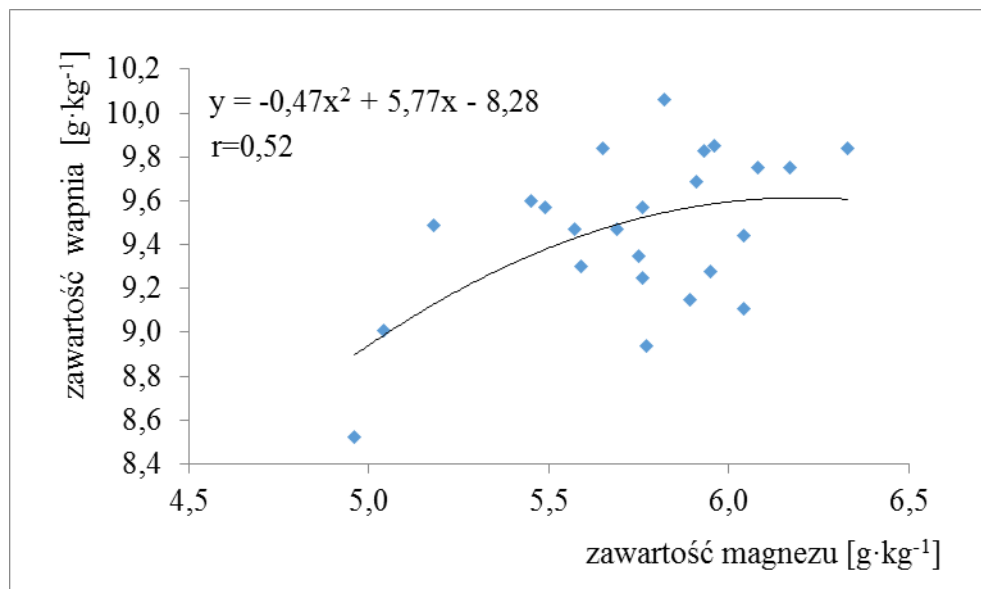
Nagromadzenie Ca w nasionach kształtowało współdziałanie badanych czynników, ilość wysiewu i czynnik odmianowy determinowały gromadzenie wszystkich makroskładników. Najwięcej N i P gromadziła Abelina, K – Sultana, a Ca i Mg – Merlin (tab. 26 i 27).

Zawartość składników mineralnych w resztkach pozbiorowych (tab. 28 i 29) zależała głównie od zróżnicowanego przebiegu pogody w latach badań, natomiast w mniejszym stopniu od ilości wysiewu (N, P, K i Mg) i czynnika odmianowego (P). Największe zróżnicowanie w zawartości makroskładników między latami było u Mg, a następnie kolejno mniejsze dla P, N, Ca i K. W porównaniu z najniższą ilością

wysiewu zwiększenie obsady spowodowało obniżenie w resztkach pozbiorowych zawartości N i wzrost zawartości pozostałych makroskładników. Najwięcej P zawierały resztki pozbiorowe odmiany Lissabon. Zawartość w resztkach pozbiorowych magnezu była ujemnie skorelowana z zawartością azotu i dodatnio z wapniem (rys. 15 i 16)



Rys. 15. Związek pomiędzy zawartością w resztkach pozbiorowych magnezu i azotu.



Rys. 16. Związek pomiędzy zawartością w resztkach pozbiorowych magnezu i wapnia.

Współdziałanie badanych czynników kształtowało nagromadzenie w resztkach pozbiorowych soi N, P i Mg, a badane czynniki i zróżnicowany w latach przebieg pogody miał wpływ na akumulacje wszystkich badanych makroskładników (tab. 30 i 31).

Wzrost obsady skutkował większą wydajnością badanych makroskładników z resztek pozbiorowych. Najwyższą wydajność N i Ca miała Abelina, P SG Anser i Abelina, K Abelina i Sultana, Mg Abelina i Aligator.

Łączne nagromadzenie makroskładników w nasionach i reszkach pozbiorowych w odniesieniu do wszystkich badanych pierwiastków kształtował zróżnicowany w latach przebieg pogody i badane czynniki, a w odniesieniu do P ich współdziałanie (tab. 32 i 33). Wzrost obsady roślin powodował większą sumaryczną wydajność badanych pierwiastków. Łącznie najwięcej N, P, Ca i Mg gromadziła odmiana Abelina, a K – Sultana. W większym stopniu łączne nagromadzenie N, P, K i Ca kształtował czynnik odmianowy niż zróżnicowany w latach przebieg pogody, który miał wpływ na akumulację Mg. Średnio za trzy lata procentowy udział nasion w łącznym gromadzeniu makroskładników był następujący: N – 90,5; P – 88,9; K – 51,8; Ca – 24,0 i Mg – 35,5.

Koszty bezpośrednie i pośrednie kształtowały badane czynniki (tab. 34 – 36). Między odmianami wielkość kosztów bezpośrednich różnicował koszt zakupu materiału siewnego, spowodowany zróżnicowaną liczbą wysianych na 1 m<sup>2</sup> nasion i związany z nim 10% narzut kosztów pośrednich. Zwiększenie liczby wysianych na 1 m<sup>2</sup> nasion o 15 powodowało na 1 ha, średnio dla badanych odmian, wzrost kosztów bezpośrednich o 171,89 zł i narzutów o 17,19 zł.

Analiza struktury kosztów (tab. 37 – 39) wykazała, że w miarę zwiększania ilości wysiewu wzrastał udział kosztów bezpośrednich, a obniżał kosztów pośrednich czynnik odmianowy miał mały wpływ na strukturę kosztów, które w największym stopniu zależały od gęstości siewu. Wszystkie czynniki miały wpływ na koszty i dochody (tab. 40 – 45). Najwyższy dochód, przy najniższych kosztach produkcji 1 t nasion wykazano dla odmiany Merlin przy wysiewie na 1 m<sup>2</sup> 45 nasion. Rachunek ekonomiczny uwzględniający, jako główne kryterium dochód z 1 ha wykazał, że dla odmian Aligator, Mavka, Merlin, SG Anser i Sultana wystarczający jest wysiew na 1 m<sup>2</sup> 45 nasion, natomiast u odmian Abelina, Augusta i Lissabon należy stosować na 1 m<sup>2</sup> wysiew 60 nasion.

---

Średnio dla ilości wysiewu wzrost liczby wysianych na 1 m<sup>2</sup> nasion z 30 do 45 powodował zwiększenie dochodu z 1 ha o 6,3%.

Średnio dla odmian najwyższy dochód uzyskano z Merlin, a następnie kolejno niższy w (%) z Sultana – 0,5; Abelina – 1,1; Lissabon – 4,3; Aligator – 8,4; SG Anser – 19,9; Mavka – 24,7 i Augusta – 53,7.

Badania własne potwierdzają wyniki analiz ekonomicznych Dobka i Dobek [2008], które mówią o wysokim dochodzie z uprawy soi.

W lutym 2020 roku średnia cena 1 t śruty sojowej Hi Pro, o przeciętnej zawartości białka ogółem 470 g·kg<sup>-1</sup>, w porcie w Gdyni, wynosiła 1540 zł co przekładało się na cenę 1 kg białka na poziomie 3,28 zł. W badaniach własnych koszt produkcji 1 kg białka, za wyjątkiem odmiany Augusta, był od 0,15 do 0,71 zł niższy.

Przy średnich, za trzy lata badań, kosztach uprawy 1 ha soi 3511,82 zł i przy cenie sprzedaży 1 t nasion 1505 zł, próg rentowności (bez dopłat), zyskuje się przy plonie 2,33 t·ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 22**

Zawartość ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) składników organicznych i popiołu surowego w nasionach soi  
w latach 2017 – 2019 – SDOO Głubczyce

Liczba wysianych nasion na $1 \text{ m}^2$	Odmiany	Białko ogółem	Tłuszcz surowy	Włókno surowe	Popiół surowy	Bezazotowe związki wyciągowe
30	Abelina	386	223	62	52	278
	Aligator	388	221	56	52	284
	Augusta	389	206	60	50	295
	Lissabon	373	216	56	52	303
	Mavka	370	217	61	54	298
	Merlin	374	219	63	55	290
	SG Anser	372	210	60	55	302
	Sultana	386	218	60	52	283
45	Abelina	372	217	60	51	299
	Aligator	385	211	62	52	290
	Augusta	384	209	63	50	295
	Lissabon	380	221	57	47	295
	Mavka	370	218	59	52	301
	Merlin	376	226	60	52	286
	SG Anser	374	225	60	53	288
	Sultana	380	222	62	52	284
60	Abelina	386	224	57	55	279
	Aligator	377	221	63	52	287
	Augusta	374	220	63	49	294
	Lissabon	377	224	59	52	288
	Mavka	375	221	57	52	295
	Merlin	381	216	61	53	290
	SG Anser	377	218	61	52	291
	Sultana	372	212	60	61	295
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

r.n. – różnica nieistotna

**Tabela 23**

Zawartość ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) składników organicznych i popiołu surowego w nasionach soi w latach 2017 – 2019 roku cd. (średnie dla czynników) – SDOO Głubczyce

Liczba wysianych nasion na $1 \text{ m}^2$	Odmiany	Białko ogółem	Tłuszcz surowy	Włókno surowe	Popiół surowy	Bezazotowe związki wyciągowe
30		380	216	60	53	291
45		378	219	60	51	292
60		377	220	60	53	290
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
	Abelina	381	221	60	53	285
	Aligator	383	218	61	52	287
	Augusta	382	212	62	50	295
	Lissabon	377	220	57	50	295
	Mavka	372	219	59	53	298
	Merlin	377	220	61	53	289
	SG Anser	374	218	61	54	294
	Sultana	379	217	61	55	287
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		r.n.	r.n.	r.n.	3,3	r.n.
Lata	2017	356	219	63	50	312
	2018	376	224	62	53	285
	2019	402	212	56	53	277
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		6,0	5,3	2,4	2,0	7,2

r.n. – różnica nieistotna



**Tabela 24**

Zawartość azotu i skład mineralny ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) nasion soi  
w latach 2017 – 2019 – SDOO Głubczyce

Liczba wysianych nasion na $1 \text{ m}^2$	Odmiany	N	P	K	Ca	Mg
30	Abelina	61,8	6,55	17,8	2,93	3,05
	Aligator	62,0	6,80	18,5	2,67	3,00
	Augusta	62,3	6,25	18,1	2,99	3,11
	Lissabon	59,7	6,40	18,7	2,63	3,16
	Mavka	59,2	6,56	19,0	2,71	3,15
	Merlin	59,8	6,65	18,6	2,98	3,24
	SG Anser	59,5	6,92	19,9	2,86	3,04
	Sultana	61,8	6,49	19,2	2,53	3,08
45	Abelina	59,5	6,63	18,0	2,74	3,08
	Aligator	61,6	6,48	18,8	2,77	2,81
	Augusta	61,5	5,79	17,9	2,86	2,85
	Lissabon	60,8	6,51	18,5	2,97	3,08
	Mavka	59,2	6,41	18,2	2,88	3,02
	Merlin	60,1	6,49	18,1	3,00	3,11
	SG Anser	59,8	6,94	18,6	2,55	3,19
	Sultana	60,8	6,75	18,2	2,85	3,07
60	Abelina	61,7	6,71	17,3	3,01	3,03
	Aligator	60,3	6,66	18,5	2,86	2,99
	Augusta	59,8	6,15	17,5	3,09	3,06
	Lissabon	60,3	6,82	18,8	2,78	3,01
	Mavka	60,0	7,01	18,7	2,71	3,16
	Merlin	60,9	6,73	18,3	2,93	3,14
	SG Anser	60,3	6,83	19,3	2,69	3,02
	Sultana	59,5	6,65	19,1	2,95	3,13
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

r.n. – różnica nieistotna

Tabela 25

Zawartość azotu i skład mineralny ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) nasion soi w latach 2017 – 2019 cd.  
 (średnie dla czynników) – SDOO Głubczyce

Liczba wysianych nasion na $1 \text{ m}^2$	Odmiany	N	P	K	Ca	Mg
30		60,8	6,58	18,7	2,79	3,11
45		60,4	6,50	18,3	2,83	3,02
60		60,4	6,70	18,4	2,88	3,07
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
	Abelina	61,0	6,63	17,7	2,89	3,05
	Aligator	61,3	6,65	18,6	2,77	2,93
	Augusta	61,2	6,06	17,8	2,98	3,01
	Lissabon	60,3	6,58	18,7	2,80	3,08
	Mavka	59,5	6,66	18,6	2,77	3,11
	Merlin	60,3	6,63	18,3	2,97	3,16
	SG Anser	59,9	6,90	19,3	2,70	3,08
	Sultana	60,7	6,63	18,8	2,77	3,09
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		r.n.	0,28	0,6	r.n.	0,10
Lata	2017	57,0	5,86	19,0	3,16	3,55
	2018	60,2	7,63	18,6	2,66	3,08
	2019	64,3	6,28	17,8	2,67	2,56
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		1,0	0,17	0,4	0,17	0,06

r.n. – różnica nieistotna

Tabela 26

 Nagromadzenie azotu i składników mineralnych w nasionach soi ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )  
 w latach 2017 – 2019 – SDOO Głubczyce

Liczba wysianych nasion na $1 \text{ m}^2$	Odmiany	N	P	K	Ca	Mg
30	Abelina	209	22,0	60,0	9,89	10,25
	Aligator	191	21,0	56,8	8,14	9,20
	Augusta	155	15,6	45,0	7,37	7,67
	Lissabon	192	20,7	60,3	8,48	10,15
	Mavka	178	19,5	57,0	8,19	9,44
	Merlin	201	22,4	62,7	10,06	11,00
	SG Anser	183	21,3	61,2	8,77	9,33
	Sultana	198	20,8	61,3	8,05	9,69
45	Abelina	211	23,1	63,3	9,61	10,62
	Aligator	207	21,7	63,0	9,26	9,37
	Augusta	158	14,8	45,6	7,26	7,18
	Lissabon	207	22,0	62,2	9,98	10,27
	Mavka	188	20,1	57,4	9,18	9,54
	Merlin	212	22,9	63,8	10,49	10,85
	SG Anser	194	22,3	60,1	8,18	10,17
	Sultana	214	23,9	63,8	9,91	10,73
60	Abelina	225	24,2	62,5	10,96	10,93
	Aligator	198	21,9	60,8	9,40	9,85
	Augusta	161	16,5	46,7	8,20	8,13
	Lissabon	218	24,6	67,8	9,92	10,72
	Mavka	193	22,4	60,4	8,81	10,21
	Merlin	212	23,3	63,8	10,20	10,89
	SG Anser	197	22,2	62,9	8,77	9,80
	Sultana	213	23,6	67,8	10,47	11,07
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		r.n.	1,6	r.n.	0,69	r.n.

r.n. – różnica nieistotna

Tabela 27

 Nagromadzenie azotu i składników mineralnych w nasionach soi ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )  
 w latach 2017 – 2019 cd. (średnie dla czynników) – SDOO Głubczyce

Liczba wysianych nasion na $1 \text{ m}^2$	Odmiany	N	P	K	Ca	Mg
30		188	20,4	58,0	8,62	9,59
45		199	21,4	59,9	9,23	9,84
60		202	22,4	61,6	9,59	10,20
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		7	0,7	2,1	0,33	0,33
	Abelina	215	23,1	62,0	10,15	10,60
	Aligator	199	21,5	60,2	8,94	9,47
	Augusta	158	15,6	45,8	7,61	7,66
	Lissabon	206	22,4	63,4	9,46	10,38
	Mavka	186	20,7	58,3	8,73	9,73
	Merlin	209	22,9	63,4	10,25	10,91
	SG Anser	191	21,9	61,4	8,57	9,77
	Sultana	208	22,7	64,3	9,48	10,50
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		8	0,9	2,5	0,38	0,42
Lata	2017	177	18,2	58,9	9,80	11,02
	2018	192	24,4	59,4	8,46	9,82
	2019	221	21,5	61,2	9,18	8,79
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		7	0,7	r.n.	0,33	0,33

r.n. – różnica nieistotna

Tabela 28

 Zawartość azotu i skład mineralny resztek pozbiorowych soi ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )  
w latach 2017 – 2019 – SDOO Głubczyce

Liczba wysianych nasion na $1 \text{ m}^2$	Odmiany	N	P	K	Ca	Mg
30	Abelina	7,30	0,73	17,9	9,84	5,65
	Aligator	7,33	0,77	16,8	9,30	5,59
	Augusta	7,35	0,77	17,9	9,49	5,18
	Lissabon	6,73	0,90	16,9	9,47	5,57
	Mavka	7,80	1,03	16,4	9,01	5,04
	Merlin	7,30	0,77	18,0	9,47	5,69
	SG Anser	7,30	0,77	17,9	9,83	5,93
	Sultana	7,17	0,72	17,9	8,52	4,96
45	Abelina	6,87	1,06	19,3	9,85	5,96
	Aligator	6,80	0,81	17,3	9,28	5,95
	Augusta	7,05	0,88	18,0	9,60	5,45
	Lissabon	6,40	1,05	18,2	9,75	6,08
	Mavka	6,83	0,85	17,9	9,11	6,04
	Merlin	6,23	0,90	19,0	9,69	5,91
	SG Anser	6,07	0,96	16,8	8,94	5,77
	Sultana	5,83	0,95	18,7	9,35	5,75
60	Abelina	6,53	0,84	18,8	10,06	5,82
	Aligator	7,23	0,78	20,0	9,75	6,17
	Augusta	6,70	0,69	19,1	9,57	5,49
	Lissabon	6,53	1,05	16,6	9,84	6,33
	Mavka	6,63	0,86	18,4	9,25	5,76
	Merlin	6,47	0,96	20,1	9,57	5,76
	SG Anser	6,93	0,96	18,3	9,44	6,04
	Sultana	6,97	0,94	19,2	9,15	5,89
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

r.n. – różnica nieistotna

**Tabela 29**

Zawartość azotu i skład mineralny resztek pozbiorowych soi ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )  
w latach 2017 – 2019 cd. (średnie dla czynników) – SDOO Głubczyce

Liczba wysianych nasion na $1 \text{ m}^2$	Odmiany	N	P	K	Ca	Mg
30		7,29	0,81	17,5	9,37	5,45
45		6,51	0,93	18,2	9,45	5,86
60		6,75	0,88	18,8	9,58	5,91
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		0,35	0,08	0,8	r.n.	0,31
	Abelina	6,90	0,88	18,7	9,92	5,81
	Aligator	7,12	0,78	18,0	9,44	5,90
	Augusta	7,03	0,78	18,4	9,55	5,37
	Lissabon	6,56	1,00	17,2	9,69	5,99
	Mavka	7,09	0,91	17,6	9,13	5,61
	Merlin	6,67	0,88	19,0	9,58	5,79
	SG Anser	6,77	0,89	17,7	9,40	5,91
	Sultana	6,66	0,87	18,6	9,01	5,53
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		r.n.	0,13	r.n.	r.n.	r.n.
Lata	2017	5,16	0,60	17,0	9,91	6,98
	2018	6,73	0,89	18,7	9,70	6,62
	2019	8,65	1,14	18,7	8,78	3,62
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		0,35	0,08	0,8	0,41	0,31

r.n. – różnica nieistotna

Tabela 30

 Nagromadzenie azotu i składników mineralnych w resztkach pozbiorowych soi  
 ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) w latach 2017 – 2019 – SDOO Głubczyce

Liczba wysianych nasion na $1 \text{ m}^2$	Odmiany	N	P	K	Ca	Mg
30	Abelina	22,0	2,20	53,1	29,5	16,9
	Aligator	20,3	2,12	46,3	26,6	16,0
	Augusta	16,0	1,64	39,3	20,9	11,6
	Lissabon	17,1	2,29	43,9	25,1	15,4
	Mavka	22,5	2,94	48,3	26,4	15,1
	Merlin	20,5	2,10	51,8	27,2	16,9
	SG Anser	21,1	2,23	51,8	28,1	17,3
	Sultana	21,0	2,17	52,8	24,6	14,8
45	Abelina	22,5	3,45	62,0	31,7	18,8
	Aligator	23,7	2,79	59,3	32,0	21,1
	Augusta	19,1	2,35	49,5	26,4	15,5
	Lissabon	18,0	2,93	51,5	27,5	17,4
	Mavka	21,9	2,74	59,7	29,8	20,2
	Merlin	18,0	2,60	55,2	28,4	17,6
	SG Anser	19,7	3,07	54,7	28,7	18,5
	Sultana	18,7	3,06	61,8	30,5	19,3
60	Abelina	23,7	3,12	68,0	36,9	21,5
	Aligator	23,4	2,52	65,6	32,3	20,8
	Augusta	17,3	1,77	49,5	24,8	14,2
	Lissabon	19,6	3,17	51,3	30,2	19,7
	Mavka	21,9	2,80	60,8	31,1	19,9
	Merlin	20,1	3,02	64,4	31,2	19,1
	SG Anser	24,3	3,48	65,1	32,9	21,2
	Sultana	23,6	3,24	67,2	32,0	20,8
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		2,2	0,30	r.n.	r.n.	2,1

r.n. – różnica nieistotna

**Tabela 31**

Nagromadzenie azotu i składników mineralnych w resztkach pozbiorowych soi (kg·ha<sup>-1</sup>) w latach 2017 – 2019 cd. (średnie dla czynników) – SDOO Głubczyce

Liczba wysianych nasion na 1 m <sup>2</sup>	Odmiany	N	P	K	Ca	Mg
30		20,1	2,21	48,4	26,1	15,5
45		20,2	2,88	56,7	29,4	18,6
60		21,7	2,89	61,5	31,4	19,7
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		0,8	0,10	1,9	1,0	0,6
	Abelina	22,7	2,92	61,0	32,7	19,1
	Aligator	22,5	2,48	57,1	30,3	19,3
	Augusta	17,4	1,92	46,1	24,0	13,8
	Lissabon	18,2	2,80	48,9	27,6	17,5
	Mavka	22,1	2,83	56,3	29,1	18,4
	Merlin	19,5	2,57	57,1	28,9	17,9
	SG Anser	21,7	2,93	57,2	29,9	19,0
	Sultana	21,1	2,82	60,6	29,0	18,3
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		1,3	0,17	3,5	1,8	1,2
Lata	2017	15,1	1,73	49,8	28,9	20,3
	2018	23,4	3,14	66,1	34,1	23,5
	2019	23,5	3,11	50,8	23,9	9,9
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		0,8	0,10	1,9	1,0	0,6

r.n. – różnica nieistotna



Tabela 32

Łączne nagromadzenie azotu i składników mineralnych w nasionach i resztkach  
 pozbiorowych soi ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) w latach 2017 – 2019 – SDOO Głubczyce

Liczba wysianych nasion na $1 \text{ m}^2$	Odmiany	N	P	K	Ca	Mg
30	Abelina	231	24,2	113	39,4	27,2
	Aligator	211	23,1	103	34,8	25,2
	Augusta	171	17,2	84	28,3	19,2
	Lissabon	209	22,9	104	33,5	25,6
	Mavka	200	22,4	105	34,6	24,6
	Merlin	222	24,5	114	37,2	27,9
	SG Anser	204	23,5	113	36,9	26,6
	Sultana	219	23,0	114	32,6	24,5
45	Abelina	234	26,5	125	41,3	29,4
	Aligator	231	24,5	122	41,3	30,5
	Augusta	177	17,2	95	33,6	22,7
	Lissabon	225	24,9	114	37,4	27,6
	Mavka	210	22,9	117	39,0	29,8
	Merlin	230	25,5	119	38,9	28,4
	SG Anser	214	25,4	115	36,8	28,7
	Sultana	233	26,9	126	40,4	30,1
60	Abelina	249	27,3	131	47,8	32,4
	Aligator	221	24,4	126	41,7	30,7
	Augusta	178	18,3	96	33,0	22,4
	Lissabon	238	27,8	119	40,2	30,4
	Mavka	215	25,2	121	39,9	30,1
	Merlin	232	26,4	128	41,4	30,0
	SG Anser	221	25,7	128	41,7	31,0
	Sultana	236	26,8	135	42,5	31,9
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		r.n.	1,8	r.n.	r.n.	r.n.

r.n. – różnica nieistotna

Tabela 33

Łączne nagromadzenie azotu i składników mineralnych w nasionach i resztkach  
 pozbiorowych soi ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) w latach 2017-2019 (średnie dla czynników)  
 – SDOO Głubczyce

Liczba wysianych nasion na $1 \text{ m}^2$	Odmiany	N	P	K	Ca	Mg
30		209	22,6	106	34,7	25,1
45		219	24,2	117	38,6	28,4
60		224	25,2	123	41,0	29,9
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		8	0,8	4	1,3	0,8
	Abelina	238	26,0	123	42,8	29,7
	Aligator	221	24,0	117	39,3	28,8
	Augusta	175	17,6	92	31,6	21,4
	Lissabon	224	25,2	112	37,0	27,9
	Mavka	208	23,5	115	37,8	28,2
	Merlin	228	25,4	121	39,2	28,8
	SG Anser	213	24,9	119	38,5	28,7
	Sultana	230	25,6	125	38,5	28,8
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		9	1,0	5	2,0	1,5
Lata	2017	192	19,9	109	38,7	31,3
	2018	215	27,6	125	42,6	33,3
	2019	245	24,6	112	33,1	18,7
NIR ( $\alpha = 0,05$ )		8	0,8	4	1,3	0,8

r.n. – różnica nieistotna

Tabela 34

 Koszty uprawy soi przy wysiewie 30 nasion na 1 m<sup>2</sup> – SDOO Głubczyce (średnie z lat 2017 – 2019)

Wyszczególnienie	Abelina	Aligator	Augusta	Lissabon	Mavka	Merlin	SG Anser	Sultana
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>KOSZTY BEZPOŚREDNIE</b>	<b>1586,78</b>	<b>1526,78</b>	<b>1432,78</b>	<b>1586,78</b>	<b>1581,06</b>	<b>1568,78</b>	<b>1568,78</b>	<b>1568,78</b>
<b>Nawożenie</b>	<b>625,75</b>							
Korn Kali 40% - 290 kg/ha	310							
Fosforan amonu NP 18-46 -150 kg/ha	257							
Nawóz wapniowo-węglanowy 50% -2,3 t/ha Dawka	150/3=50							
ADOB® 2.0 Mo- 0,1 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>1</sup>	0,75							
ADOB® 2.0 Zn IDHA	8,00							
<b>Materiał siewny + zaprawy</b>	<b>468,00</b>	<b>408,00</b>	<b>314,00</b>	<b>468,00</b>	<b>462,28</b>	<b>450,00</b>	<b>450,00</b>	<b>450,00</b>
Nasiona	378,00	318,00	224,00	378,00	372,28	360,00	360,00	360,00
Hi Stick (BASF)	90,00							
<b>Środki ochrony roślin</b>	<b>493,03</b>							
Proman 500 SC – 2,7 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	286,20							
Fusilade Forte 150 EC – 0,9 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	99,00							
Corum 502,4 SL – 0,5 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> + Dash HC	57,50							
2017								
Corum 502,4 SL – 0,6 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> + adiuwant organiczny 0,5 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	68,00							
2019								
Corum 502,4 SL – 0,6 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> + adiuwant organiczny 0,5 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> + Mospilan 20 SP - 0,15 kg·ha <sup>-1</sup>	83,00							



Tabela 34 cd.

Koszty uprawy soi przy wysiewie 30 nasion na 1 m<sup>2</sup> – SDOO Głubczyce (średnie z lat 2017 – 2019)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>KOSZTY POŚREDNIE</b>	<b>1773,59</b>	<b>1767,59</b>	<b>1758,19</b>	<b>1773,59</b>	<b>1773,02</b>	<b>1771,79</b>	<b>1771,79</b>	<b>1771,79</b>
<b>Uprawa roli</b>	<b>520,00</b>							
Agregat ścierniskowy – talerzowanie	120,00							
Orka	250,00							
Agregat uprawowy (1 x kompaktor)	150,00							
<b>Pozostałe koszty pracy maszyn</b>	<b>828,80</b>							
Siew nasion	80,00							
Siew nawozów	81,66							
Opryski	186,66							
Zbiór kombajnem	450,00							
Transport nasion	30,47							
<b>Podatek rolny i inne koszty pośrednie*</b>	<b>424,79</b>	<b>418,79</b>	<b>409,39</b>	<b>424,79</b>	<b>424,22</b>	<b>422,99</b>	<b>422,99</b>	<b>422,99</b>
<b>SUMA WSZYSTKICH KOSZTÓW</b>	<b>3360,37</b>	<b>3294,37</b>	<b>3190,97</b>	<b>3360,37</b>	<b>3354,08</b>	<b>3340,57</b>	<b>3340,57</b>	<b>3340,57</b>

\*inne koszty pośrednie 10% narzut od sumy kosztów bezpośrednich, kosztów uprawy roli i pozostałych kosztów pracy maszyn

Tabela 35

 Koszty uprawy soi przy wysiewie 45 nasion na 1 m<sup>2</sup> – SDOO Głubczyce (średnie z lat 2017 – 2019)

Wyszczególnienie	Abelina	Aligator	Augusta	Lissabon	Mavka	Merlin	SG Anser	Sultana
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>KOSZTY BEZPOŚREDNIE</b>	<b>1775,78</b>	<b>1685,78</b>	<b>1544,78</b>	<b>1775,78</b>	<b>1767,20</b>	<b>1748,78</b>	<b>1748,78</b>	<b>1748,78</b>
<b>Nawożenie</b>	<b>625,75</b>							
Korn Kali 40% – 290 kg/ha	310							
Fosforan amonu NP 18-46 – 150 kg/ha	257							
Nawóz wapniowo-węglanowy 50% – 2,3 t/ha Dawka	150/3=50							
ADOB® 2.0 Mo – 0,1 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	0,75							
ADOB® 2.0 Zn IDHA	8,00							
<b>Material siewny + zaprawy</b>	<b>657,00</b>	<b>567,00</b>	<b>426,00</b>	<b>657,00</b>	<b>648,42</b>	<b>630,00</b>	<b>630,00</b>	<b>630,00</b>
Nasiona	567,00	477,00	336,00	567,00	558,42	540,00	540,00	540,00
Hi Stick (BASF)	90,00							
<b>Środki ochrony roślin</b>	<b>493,03</b>							
Proman 500 SC – 2,7 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	286,20							
Fusilade Forte 150 EC – 0,9 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	99,00							
Corum 502,4 SL – 0,5 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> + Dash HC	57,50							
2017								
Corum 502,4 SL – 0,6 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> + adiuwant organiczny 0,5 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	68,00							
2019								
Corum 502,4 SL – 0,6 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> + adiuwant organiczny 0,5 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> + Mospilan 20 SP - 0,15 kg·ha <sup>-1</sup>	83,00							



Tabela 35 cd

Koszty uprawy soi przy wysiewie 45 nasion na 1 m<sup>2</sup> – SDOO Głubczyce (średnie z lat 2017 – 2019)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>KOSZTY POŚREDNIE</b>	<b>1792,49</b>	<b>1783,49</b>	<b>1769,39</b>	<b>1792,49</b>	<b>1791,63</b>	<b>1789,79</b>	<b>1789,79</b>	<b>1789,79</b>
<b>Uprawa roli</b>	<b>520,00</b>							
Agregat ścierniskowy – talerzowanie	120,00							
Orka	250,00							
Agregat uprawowy (1 x kompaktor)	150,00							
<b>Pozostałe koszty pracy maszyn</b>	<b>828,80</b>							
Siew nasion	80,00							
Siew nawozów	81,66							
Opryski	186,66							
Zbiór kombajnem	450,00							
Transport nasion	30,47							
<b>Podatek rolny i inne koszty pośrednie</b>	<b>443,69</b>	<b>434,69</b>	<b>420,59</b>	<b>443,69</b>	<b>442,83</b>	<b>440,99</b>	<b>440,99</b>	<b>440,99</b>
<b>SUMA WSZYSTKICH KOSZTÓW</b>	<b>3568,27</b>	<b>3469,27</b>	<b>3314,17</b>	<b>3568,27</b>	<b>3558,83</b>	<b>3538,57</b>	<b>3538,57</b>	<b>3538,57</b>

\*inne koszty pośrednie 10% narzut od sumy kosztów bezpośrednich, kosztów uprawy roli i pozostałych kosztów pracy maszyn

Tabela 36

 Koszty uprawy soi przy wysiewie 60 nasion na 1 m<sup>2</sup> – SDOO Głubczyce (średnie z lat 2017 – 2019)

Wyszczególnienie	Abelina	Aligator	Augusta	Lissabon	Mavka	Merlin	SG Anser	Sultana
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>KOSZTY BEZPOŚREDNIE</b>	<b>1964,78</b>	<b>1844,78</b>	<b>1656,78</b>	<b>1964,78</b>	<b>1953,34</b>	<b>1928,78</b>	<b>1928,78</b>	<b>1928,78</b>
<b>Nawożenie</b>	<b>625,75</b>							
Korn Kali 40% - 290 kg/ha	310							
Fosforan amonu NP 18-46 -150 kg/ha	257							
Nawóz wapniowo-węglanowy 50% -2,3 t/ha Dawka	150/3=50							
ADOB® 2.0 Mo- 0,1 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	0,75							
ADOB® 2.0 Zn IDHA – 0,7 kg·ha <sup>-1</sup>	8,00							
<b>Materiał siewny + zaprawy</b>	<b>846,00</b>	<b>726,00</b>	<b>538,00</b>	<b>846,00</b>	<b>834,56</b>	<b>810,00</b>	<b>810,00</b>	<b>810,00</b>
Nasiona	756,00	636,00	448,00	756,00	744,56	720,00	720,00	720,00
Hi Stick (BASF)	90,00							
<b>Środki ochrony roślin</b>	<b>493,03</b>							
Proman 500 SC – 2,7 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	286,20							
Fusilade Forte 150 EC – 0,9 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	99,00							
Corum 502,4 SL – 0,5 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> + Dash HC	57,50							
2017								
Corum 502,4 SL – 0,6 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> + adiuwant organiczny 0,5 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	68,00							
2019								
Corum 502,4 SL – 0,6 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> + adiuwant organiczny 0,5 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> + Mospilan 20 SP - 0,15 kg·ha <sup>-1</sup>	83,00							



Tabela 36 cd.

Koszty uprawy soi przy wysiewie 60 nasion na 1 m<sup>2</sup> – SDOO Głubczyce (średnie z lat 2017 – 2019)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>KOSZTY POŚREDNIE</b>	<b>1811,39</b>	<b>1799,39</b>	<b>1780,59</b>	<b>1811,39</b>	<b>1810,24</b>	<b>1807,79</b>	<b>1807,79</b>	<b>1807,79</b>
<b>Uprawa roli</b>	<b>520,00</b>							
Agregat ścierniskowy – talerzowanie	120,00							
Orka	250,00							
Agregat uprawowy (1 x kompaktor)	150,00							
<b>Pozostałe koszty pracy maszyn</b>	<b>828,80</b>							
Siew nasion	80,00							
Siew nawozów	81,66							
Opryski	186,66							
Zbiór kombajnem	450,00							
Transport nasion	30,47							
<b>Podatek rolny i inne koszty pośrednie</b>	<b>462,59</b>	<b>450,59</b>	<b>431,79</b>	<b>462,59</b>	<b>461,44</b>	<b>458,99</b>	<b>458,99</b>	<b>458,99</b>
<b>SUMA WSZYSTKICH KOSZTÓW</b>	<b>3776,17</b>	<b>3644,17</b>	<b>3437,37</b>	<b>3776,17</b>	<b>3763,58</b>	<b>3736,57</b>	<b>3736,57</b>	<b>3736,57</b>

\*inne koszty pośrednie 10% narzut od sumy kosztów bezpośrednich, kosztów uprawy roli i pozostałych kosztów pracy maszyn



Tabela 37

 Struktura kosztów (%) uprawy soi przy wysiewie 30 nasion na 1 m<sup>2</sup> – SDOO Głubczyce (średnie z lat 2017 – 2019)

Wyszczególnienie	Abelina	Aligator	Augusta	Lissabon	Mavka	Merlin	SG Anser	Sultana
<b>KOSZTY BEZPOŚREDNIE</b>	<b>47,2</b>	<b>46,3</b>	<b>44,9</b>	<b>47,2</b>	<b>47,1</b>	<b>47,0</b>	<b>47,0</b>	<b>47,0</b>
Nawożenie	18,6	19,0	19,6	18,6	18,7	18,7	18,7	18,7
Materiał siewny + zaprawy	13,9	12,4	9,8	13,9	13,8	13,5	13,5	13,5
Środki ochrony roślin	14,7	15,0	15,5	14,7	14,7	14,8	14,8	14,8
<b>KOSZTY POŚREDNIE</b>	<b>52,8</b>	<b>53,7</b>	<b>55,1</b>	<b>52,8</b>	<b>52,9</b>	<b>53,0</b>	<b>53,0</b>	<b>53,0</b>
Uprawa roli	15,5	15,8	16,3	15,5	15,5	15,6	15,6	15,6
Pozostałe koszty pracy maszyn	24,7	25,2	26,0	24,7	24,7	24,8	24,8	24,8
Podatek rolny i inne koszty pośrednie*	12,6	12,7	12,8	12,6	12,6	12,7	12,7	12,7
<b>SUMA WSZYSTKICH KOSZTÓW</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Tabela 38

 Struktura kosztów (%) uprawy soi przy wysiewie 45 nasion na 1 m<sup>2</sup> – SDOO Głubczyce (średnie z lat 2017 – 2019)

Wyszczególnienie	Abelina	Aligator	Augusta	Lissabon	Mavka	Merlin	SG Anser	Sultana
<b>KOSZTY BEZPOŚREDNIE</b>	<b>49,8</b>	<b>48,6</b>	<b>46,6</b>	<b>49,8</b>	<b>49,7</b>	<b>49,4</b>	<b>49,4</b>	<b>49,4</b>
Nawożenie	17,5	18,0	18,9	17,5	17,6	17,7	17,7	17,7
Materiał siewny + zaprawy	18,4	16,3	12,9	18,4	18,2	17,8	17,8	17,8
Środki ochrony roślin	13,8	14,2	14,9	13,8	13,9	13,9	13,9	13,9
<b>KOSZTY POŚREDNIE</b>	<b>50,2</b>	<b>51,4</b>	<b>53,4</b>	<b>50,2</b>	<b>50,3</b>	<b>50,6</b>	<b>50,6</b>	<b>50,6</b>
Uprawa roli	14,6	15,0	15,7	14,6	14,6	14,7	14,7	14,7
Pozostałe koszty pracy maszyn	23,2	23,9	25,0	23,2	23,3	23,4	23,4	23,4
Podatek rolny i inne koszty pośrednie*	12,4	12,5	12,7	12,4	12,4	12,5	12,5	12,5
<b>SUMA WSZYSTKICH KOSZTÓW</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

\*inne koszty pośrednie 10 narzut od sumy kosztów bezpośrednich, kosztów uprawy roli i pozostałych kosztów pracy maszyn

Tabela 39

Struktura kosztów uprawy soi przy wysiewie 60 nasion na 1 m<sup>2</sup> – SDOO Głubczyce (średnie z lat 2017 – 2019)

Wyszczególnienie	Abelina	Aligator	Augusta	Lissabon	Mavka	Merlin	SG Anser	Sultana
<b>KOSZTY BEZPOŚREDNIE</b>	<b>52,0</b>	<b>50,6</b>	<b>48,2</b>	<b>52,0</b>	<b>51,9</b>	<b>51,6</b>	<b>51,6</b>	<b>51,6</b>
Nawożenie	16,6	17,2	18,2	16,6	16,6	16,7	16,7	16,7
Materiał siewny + zaprawy	22,4	19,9	15,7	22,4	22,2	21,7	21,7	21,7
Środki ochrony roślin	13,1	13,5	14,3	13,1	13,1	13,2	13,2	13,2
<b>KOSZTY POŚREDNIE</b>	<b>48,0</b>	<b>49,4</b>	<b>51,8</b>	<b>48,0</b>	<b>48,1</b>	<b>48,4</b>	<b>48,4</b>	<b>48,4</b>
Uprawa roli	13,8	14,3	15,1	13,8	13,8	13,9	13,9	13,9
Pozostałe koszty pracy maszyn	21,9	22,7	24,1	21,9	22,0	22,2	22,2	22,2
Podatek rolny i inne koszty pośrednie*	12,3	12,4	12,6	12,3	12,3	12,3	12,3	12,3
<b>SUMA WSZYSTKICH KOSZTÓW</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

\*inne koszty pośrednie 10 narzut od sumy kosztów bezpośrednich, kosztów uprawy roli i pozostałych kosztów pracy maszyn

Tabela 40

 Kalkulacje kosztów i dochodów w zł na 1 ha uprawy soi przy wysiewie 30 nasion na 1 m<sup>2</sup> – SDOO Głubczyce (średnie z lat 2017 – 2019)

Lp.	Wyszczególnienie	Abelina	Aligator	Augusta	Lissabon	Mavka	Merlin	SG Anser	Sultana
1.	Plon [t·ha <sup>-1</sup> ]	3,87	3,51	2,84	3,68	3,43	3,86	3,51	3,64
2.	Wartość produkcji	7397,08	6862,53	5855,29	7111,13	6734,88	7381,47	6860,30	7062,08
2.1	Produkcja główna	5819,89	5285,34	4278,10	5533,94	5157,69	5804,28	5283,11	5484,89
2.2	Jednolita płatność obszarowa	464,13							
2.3.	Dopłata za uprawę roślin wysokobiałkowych	311,50							
2.4.	Zazielenienie	697,79							
2.5.	Dopłata do materiału kwalif.	103,77							
3.	Koszty	3360,37	3294,37	3190,97	3360,37	3354,08	3340,57	3340,57	3340,57
3.1.	Koszty bezpośrednie	1586,78	1526,78	1432,78	1586,78	1581,06	1568,78	1568,78	1568,78
3.2.	Koszty pośrednie	1773,59	1767,59	1758,19	1773,59	1773,02	1771,79	1771,79	1771,79
4.	Nadwyżka bezpośrednia	5810,30	5335,75	4422,51	5524,35	5153,82	5812,69	5291,52	5493,30
5.	Nadwyżka bezpośrednia bez dopłat	4233,11	3758,56	2845,32	3947,16	3576,63	4235,50	3714,33	3916,11
6.	Koszt produkcji 1 tony	868,31	938,57	1123,58	913,14	977,87	865,43	951,73	917,74
7.	Wydajność białka w kg·ha <sup>-1</sup>	1308	1193	971	1200	1111	1258	1144	1239
8.	Koszt produkcji białka 1 kg	2,57	2,76	3,29	2,80	3,02	2,66	2,92	2,70
<b>9.</b>	<b>Dochód</b>	<b>2459,52</b>	<b>1990,97</b>	<b>1087,13</b>	<b>2173,57</b>	<b>1803,61</b>	<b>2463,71</b>	<b>1942,54</b>	<b>2144,32</b>

Tabela 41

 Kalkulacje kosztów i dochodów w zł na 1 ha uprawy soi przy wysiewie 45 nasion na 1 m<sup>2</sup> – SDOO Głubczyce (średnie z lat 2017 – 2019)

Lp.	Wyszczególnienie	Abelina	Aligator	Augusta	Lissabon	Mavka	Merlin	SG Anser	Sultana
1.	Plon [t·ha <sup>-1</sup> ]	4,02	3,84	2,93	3,87	3,63	4,03	3,69	4,02
2.	Wartość produkcji	7628,96	7355,83	5981,27	7394,85	7033,65	7635,65	7135,10	7622,83
2.1	Produkcja główna	6051,77	5778,64	4404,08	5817,66	5456,46	6058,46	5557,91	6045,64
2.2	Jednolita płatność obszarowa	464,13							
2.3.	Dopłata za uprawę roślin wysokobiałkowych	697,79							
2.4.	Zazielenienie	311,50							
2.5.	Dopłata do materiału kwalif.	103,77							
3.	Koszty	3568,27	3469,27	3314,17	3568,27	3558,83	3538,57	3538,57	3538,57
3.1.	Koszty bezpośrednie	1775,78	1685,78	1544,78	1775,78	1767,20	1748,78	1748,78	1748,78
3.2.	Koszty pośrednie	1792,49	1783,49	1769,39	1792,49	1791,63	1789,79	1789,79	1789,79
4.	Nadwyżka bezpośrednia	5853,18	5670,05	4436,49	5619,07	5266,45	5886,87	5386,32	5874,05
5.	Nadwyżka bezpośrednia bez dopłat	4275,99	4092,86	2859,30	4041,88	3689,26	4309,68	3809,13	4296,86
6.	Koszt produkcji 1 tony	887,63	903,46	1131,12	922,03	980,39	878,06	958,96	880,24
7.	Wydajność białka w kg·ha <sup>-1</sup>	1320	1295	988	1291	1176	1327	1213	1338
8.	Koszt produkcji białka 1 kg	2,70	2,68	3,35	2,76	3,03	2,67	2,92	2,64
<b>9.</b>	<b>Dochód</b>	<b>2483,50</b>	<b>2309,37</b>	<b>1089,91</b>	<b>2249,39</b>	<b>1897,63</b>	<b>2519,89</b>	<b>2019,34</b>	<b>2507,07</b>

Tabela 42

 Kalkulacje kosztów i dochodów w zł na 1 ha uprawy soi przy wysiewie 60 nasion na 1 m<sup>2</sup> – SDOO Głubczyce (średnie z lat 2017 – 2019)

Lp.	Wyszczególnienie	Abelina	Aligator	Augusta	Lissabon	Mavka	Merlin	SG Anser	Sultana
1.	Plon [t·ha <sup>-1</sup> ]	4,17	3,76	3,06	4,11	3,68	3,98	3,73	4,07
2.	Wartość produkcji	7846,35	7230,42	6181,38	7764,41	7121,72	7559,84	7183,59	7704,21
2.1	Produkcja główna	6269,16	5653,23	4604,19	6187,22	5544,53	5982,65	5606,40	6127,02
2.2	Jednolita płatność obszarowa	464,13							
2.3.	Dopłata za uprawę roślin wysokobiałkowych	697,79							
2.4.	Zazielenienie	311,50							
2.5.	Dopłata do materiału kwalif.	103,77							
3.	Koszty	3776,17	3644,17	3437,37	3776,17	3763,58	3736,57	3736,57	3736,57
3.1.	Koszty bezpośrednie	1964,78	1844,78	1656,78	1964,78	1953,34	1928,78	1928,78	1928,78
3.2.	Koszty pośrednie	1811,39	1799,39	1780,59	1811,39	1810,24	1807,79	1807,79	1807,79
4.	Nadwyżka bezpośrednia	5881,57	5385,64	4524,60	5799,63	5168,38	5631,06	5254,81	5775,43
5.	Nadwyżka bezpośrednia bez dopłat	4304,38	3808,45	2947,41	4222,44	3591,19	4053,87	3677,62	4198,24
6.	Koszt produkcji 1 tony	905,56	969,19	1123,32	918,78	1022,71	938,84	1001,76	918,08
7.	Wydajność białka w kg·ha <sup>-1</sup>	1408	1237	1004	1364	1204	1326	1230	1330
8.	Koszt produkcji białka 1 kg	2,68	2,95	3,42	2,77	3,13	2,82	3,04	2,81
<b>9.</b>	<b>Dochód</b>	<b>2492,99</b>	<b>2009,06</b>	<b>1166,82</b>	<b>2411,05</b>	<b>1780,95</b>	<b>2246,08</b>	<b>1869,83</b>	<b>2390,45</b>

Tabela 43

Kalkulacje kosztów i dochodów w zł na 1 ha uprawy soi – SDOO Głubczyce  
 (średnie dla ilości wysiewu z lat 2017 – 2019)

Lp.	Wyszczególnienie	Liczba wysianych nasion na 1 m <sup>2</sup>		
		30	45	60
1.	Plon [t·ha <sup>-1</sup> ]	3,54	3,75	3,82
2.	Wartość produkcji	6908,10	7223,52	7323,99
2.1	Produkcja główna	5330,91	5646,33	5746,80
2.2	Jednolita płatność obszarowa	464,13		
2.3.	Dopłata za uprawę roślin wysokobiałkowych	697,79		
2.4.	Zazielenienie	311,50		
2.5.	Dopłata do materiału kwalifikowanego	103,77		
3.	Koszty	3322,73	3511,82	3700,90
3.1.	Koszty bezpośrednie	1552,57	1724,46	1896,35
3.2.	Koszty pośrednie	1770,17	1787,36	1804,55
4.	Nadwyżka bezpośrednia	5355,53	5499,06	5427,64
5.	Nadwyżka bezpośrednia bez dopłat	3778,34	3921,87	3850,45
6.	Koszt produkcji 1 tony	944,58	943,28	975,15
7.	Wydajność białka w kg·ha <sup>-1</sup>	1178	1244	1263
8.	Koszt produkcji białka 1 kg	2,82	2,82	2,93
<b>9.</b>	<b>Dochód</b>	<b>2008,17</b>	<b>2134,51</b>	<b>2045,90</b>

Tabela 44

Kalkulacje kosztów i dochodów w zł na 1 ha uprawy soi – SDOO Głubczyce (średnie dla odmian z lat 2017 – 2019)

Lp.	Wyszczególnienie	Abelina	Aligator	Augusta	Lissabon	Mavka	Merlin	SG Anser	Sultana
1.	Plon [ $t \cdot ha^{-1}$ ]	4,02	3,70	2,94	3,88	3,58	3,95	3,64	3,91
2.	Wartość produkcji	7624,13	7149,59	6005,98	7423,46	6963,42	7525,66	7059,66	7463,04
2.1	Produkcja główna	6046,94	5572,40	4428,79	5846,27	5386,23	5948,47	5482,47	5885,85
2.2	Jednolita płatność obszarowa	464,13							
2.3.	Dopłata za uprawę roślin wysokobiałkowych	697,79							
2.4.	Zazielenienie	311,50							
2.5.	Dopłata do materiału kwalifik.	103,77							
3.	Koszty	3568,27	3469,27	3314,17	3568,27	3558,83	3538,57	3538,57	3538,57
3.1.	Koszty bezpośrednie	1775,78	1685,78	1544,78	1775,78	1767,20	1748,78	1748,78	1748,78
3.2.	Koszty pośrednie	1792,49	1783,49	1769,39	1792,49	1791,63	1789,79	1789,79	1789,79
4.	Nadwyżka bezpośrednia	5848,35	5463,81	4461,20	5647,68	5196,22	5776,88	5310,88	5714,26
5.	Nadwyżka bezpośrednia bez dopłat	4271,16	3886,62	2884,01	4070,49	3619,03	4199,69	3733,69	4137,07
6.	Koszt produkcji 1 t nasion	906,52	970,15	1123,60	918,53	1021,58	939,97	1003,06	917,83
7.	Wydajność białka w $kg \cdot ha^{-1}$	1346	1242	988	1285	1163	1304	1196	1303
8..	Koszt produkcji białka 1 kg	2,65	2,79	3,35	2,78	3,06	2,71	2,96	2,72
<b>9.</b>	<b>Dochód</b>	<b>2478,67</b>	<b>2103,13</b>	<b>1114,62</b>	<b>2278,00</b>	<b>1827,40</b>	<b>2409,90</b>	<b>1943,90</b>	<b>2347,28</b>

Tabela 45

Plon nasion soi i dochód z 1 ha w zależności od ilości wysiewu

	Plon nasion t $\cdot$ ha $^{-1}$			Dochód zł $\cdot$ ha $^{-1}$		
	Liczba wysianych nasion na 1 m $^2$			Liczba wysianych nasion na 1 m $^2$		
	30	45	60	30	45	60
Abelina	3,87	4,02	4,17	2459,52	2483,5	2492,99
Aligator	3,51	3,84	3,76	1990,97	2309,37	2009,06
Augusta	2,84	2,93	3,06	1087,13	1089,91	1166,82
Lissabon	3,68	3,87	4,11	2173,57	2249,39	2411,05
Mavka	3,43	3,63	3,68	1803,61	1897,63	1780,95
Merlin	3,86	4,03	3,98	2463,71	2519,89	2246,08
SG Anser	3,51	3,69	3,73	1942,54	2019,34	1869,83
Sultana	3,64	4,02	4,07	2144,32	2507,07	2390,45
NIR ( $\alpha = 0,05$ )	r.n.			-		

## Aneks

(dane do kalkulacji ekonomicznych)

Tabela 1

Dopłaty bezpośrednie na 1 ha

Dopłaty bezpośrednie na 1 ha	2017	2018	2019	Średnia 2017 -2019
Jednolita płatność obszarowa (JPO)	461,55	459,19	471,64	464,13
Zazielenienie	309,77	308,18	316,54	311,50
Specjal. płat. dla strączkowych	606,52	721,04	765,80	697,79
Dopłata do mater. siew. strączk.	147,90	163,42	0	103,77
<b>Razem</b>	<b>1525,74</b>	<b>1651,83</b>	<b>1553,98</b>	<b>1577,18</b>

Podatek gruntowy (1 ha) 131,23



Tabela 2

## Koszty środków produkcji

Wyszczególnienie	J.m.	Średnie z lat 2017 -2019
<b>Herbicydy</b>		
Proman 500 SC	dm <sup>3</sup>	106,00
Fusilade Forte 150 EC	dm <sup>3</sup>	110,00
Corum 502,4 SL + Dash HC	dm <sup>3</sup> (2+1)	350,00
Adiuwant Dash HC	dm <sup>3</sup>	20,00
<b>Insektycydy</b>		
Mospilan 20 SP	kg	450,00
<b>Nawozy</b>		
Korn Kali 40%	dt	106,90
Fosforan amonu NP 18-46	dt	171,33
Nawóz wapniowo-węglanowy 50%	t	65,22
ADOB® 2.0 Mo	dm <sup>3</sup>	7,50
ADOB® 2.0 Zn IDHA	kg	11,40
<b>Materiał siewny i zaprawy</b>		
Soja Abelina	j.s.*	189,00
Soja Aligator	j.s.	159,00
Soja Augusta	dt	400,00
Soja Lissabon	j.s.	189,00
Soja Mavka	dt	581,70
Soja Merlin	j.s.	180,00
Soja SG Anser	j.s.	180,00
Soja Sultana	j.s.	180,00
Hi Stick (BASF)		90,00
<b>Uprawa, zbiegi i zbiór</b>		
Agregat ścierniskowy – talerzowanie	ha	120,00
Orka	ha	250,00
Agregat uprawowy (1 x kompaktor)	ha	150,00
Opryski	ha	40,00
Siew nasion	ha	80,00
Siew nawozów	ha	35,00
Zbiór kombajnem	ha	450,00
Transport nasion	ha	30,48

\*j.s - jednostka siewna, której opowiada 159 tys. nasion o pełnej wartości użytkowej

Tabela 3

## Koszt sprzedaży 1 t nasion soi loko Top Farms Głubczyce

Wyszczególnienie	2017	2018	2019	Średnia z lat 2017 – 2019
Koszt 1 t nasion	1620	1566	1330	1505

## 7. Podsumowanie

1. Średnio za trzy lata badań najkrótszy okres wegetacji miała odmiana Augusta – 124 dni (118 – 132), a następnie kolejno dłuższy Abelina – 133 (124 – 149), Lissabon i Mavka – 134 (125 – 148; 123 – 152), Merlin i Sulatna – 135 (123 – 156; 127 – 149) Aligator i SG Anser – 136 (123 – 161; 125 – 157).
2. Okres rozwoju wegetatywnego u wszystkich badanych odmian był mało zróżnicowany i wynosił 46 – 48 dni, natomiast czynnik genetyczny kształtował w dużym stopniu rozwój generatywny, który wynosił od 76 do 90 dni i determinował długość okresu wegetacji.
3. Wzrost liczby wysianych na 1 m<sup>2</sup> nasion z 30 do 60 zwiększył wysokość roślin o 8% i osadzenia I. strąka o 20% i skutkowało zmniejszeniem liczby rozgałęzień, strąków na roślinie i nasion z rośliny odpowiednio o 38, 41 i 40%.
4. Czynnik genetyczny miał wpływ na wszystkie badane cechy morfologiczne. Najwyższym wzrostem i wysokością osadzenia I. strąka odznaczała się odmiana Mavka, najwięcej rozgałęzień miały odmiany Augusta i Lissabon, strąków i nasion z rośliny Merlin, liczbę i masę nasion w strąku oraz masę 1000 nasion SG Anser.
5. Badane czynniki i ich współdziałanie miały wpływ na masę nasion, strączyn i łodyg z rośliny oraz łącznie całej rośliny. Zwiększenie liczby wysianych na 1 m<sup>2</sup> nasion 30 do 60 obniżało masę nasion, strączyn, łodyg i całej rośliny odpowiednio o 39, 39, 28 i 37%. Największą masę nasion z rośliny uzyskano z odmiany Lissabon, strączyn i całej rośliny z Sultany, a łodyg z Mavki.
6. Zwiększenie liczby wysianych na 1 m<sup>2</sup> nasion z 30 do 45 powodowało istotny statystycznie przyrost plonów. Wzrost liczby wysianych na 1 m<sup>2</sup> nasion powodował również zwiększenie na 1 ha kosztów uprawy soi średnio o 189,08 zł, w tym nakładów na materiał siewny o 171,89, co przy cenie sprzedaży 1 t nasion wynoszącej 1 505 zł pokrywa przyrost plonu nasion w wysokości 114 kg·ha<sup>-1</sup>. Średni przyrost plonu wynosił 210 kg·ha<sup>-1</sup>, co z nadwyżką rekompensowało zwiększone nakłady na uprawę.

7. Najwyższe plony nasion uzyskano z odmiany Abelina i w porównaniu z nią kolejno niższe (%) u Merlin – 2, Lissabon i Sultana – 3, Aligator – 8, SG Anser – 9, Mavka – 11 i Augusta – 27.
8. Badane czynniki i ich współdziałanie miały mały wpływ na skład chemiczny nasion. W odniesieniu do zawartości popiołu surowego wykazano wpływ czynnika genetycznego, natomiast zróżnicowany w latach układ warunków wilgotnościowo-termicznych różnicował zawartość wszystkich badanych składników.
9. Wydajność białka ogółem i tłuszczu surowego kształtowały badane czynniki. Zwiększenie liczby wysianych na 1 m<sup>2</sup> nasion z 30 do 45 powodowało wzrost wydajności białka ogółem i tłuszczu surowego odpowiednio o 6 i 7%.
10. Najwyższą wydajność białka ogółem uzyskano z odmiany Abelina i w porównaniu z nią kolejno niższą (%) z Merlin i Sultana – 3, Lissabon – 5, Aligator – 8, SG Anser – 11, Mavka – 14 i Augusta – 27.
11. Rachunek ekonomiczny uwzględniający, jako główne kryterium dochód z 1 ha wykazał, że w bardzo dobrych warunkach glebowych Płaskowyżu Głubczyckiego, dla odmian Aligator, Mavka, Merlin, SG Anser i Sultana wystarczający jest wysiew na 1 m<sup>2</sup> 45 nasion, natomiast u odmian Abelina, Augusta i Lissabon należy stosować na 1 m<sup>2</sup> wysiew 60 nasion.
12. Średnio dla ilości wysiewu wzrost liczby wysianych na 1 m<sup>2</sup> nasion z 30 do 45 powodował zwiększenie dochodu z 1 ha o 6,3%.
13. Średnio dla odmian najwyższy dochód uzyskano z Merlin, a następnie kolejno niższy (w %) Sultana – 0,5; Abelina – 1,1; Lissabon – 4,3; Aligator – 8,4; SG Anser – 19,9; Mavka – 24,7 i Augusta – 53,7.
14. Przy średnich, za trzy lata badań, kosztach uprawy 1 ha soi 3 511,82 zł i przy cenie sprzedaży 1 t nasion 1505 zł, próg rentowności, bez dopłat, uzyskuje się przy plonie 2,33 t·ha<sup>-1</sup>.

## 8. Piśmiennictwo

1. Ablett G. R., Beversdorf W. D., Dirks V. A., 1991. Row width and seeding rate performance of indeterminate, semideterminate, and determinate soybean. *Journal of Production Agriculture*. 4: 391–395.
2. Ablett R., Schleihau C., McLaren D., 1984. Effect of row width and population on soybean yield in southwestern ontario, can. *J. Plant sci.* 64: 9–15.
3. Adamska H., Gniadzik M., Gołąb I., Kozak M., 2016. Opłacalność uprawy wybranych roślin bobowatych. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*. T. 18, z. 4, s. 9–13.
4. Adesemoye A., Kloepper J., 2009. Plant–microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. *Appl Microbiol Biotechnol.* 85: 1–12.
5. Akond M., Ragin B., Bazzelle R., Clark W., Kantartzi S. K., Meksem K., Kassem M. A., 2013. Effect of the row spacing on several agronomic traits in soybean. *Atlas Journal of Plant Biology*. 1 (2), 18–23.
6. Alessi J., Power J. F., 1965. Influence of moisture, plant population, and Nitrogen on dryland corn in the Northern Plains. *Agronomy Journal*. 56: 611–612.
7. Al-Tawaha A. M., Seguin P., 2006. Seeding date, row spacing, and weed effects on soybean isoflavone concentrations and other seed characteristics. *Can. J. Plant Sci.* 86 (4), 1079–1087.
8. Anaele A. O., Bishnoi U. R., 1992. Effects of tillage, weed control method and row spacing on soybean yield and certain soil properties. *Soil and Tillage Research*. 23: 333–340.
9. Andrade F. H, Calvino P, Cirilo A, Barbieri P. 2002. Yield responses to narrow rows depends on increased radiation interception. *Agronomy Journal*. 94: 975–980.
10. Babic A. A., 1975. Wlijanie gustomy stojania rastenij i krupnosti siemjon soi na urozaj. *Selekcja i Semenowodztwo*. 6, 70–71. 5.
11. Balbinot Junior A. A., S. O. Procopio, H. Debiassi, J. C. Franchini, e F. Panison., 2015. Semeadura cruzada em cultivares de soja com tipo de crescimento determinado. *Semina: Ciencias Agrarias*. 36: 1215–1226.

12. Balcom K. S., Price A. J., Van Santen E., Delaney D. P., Boykin D. L., Arriaga F. J., Bergtold J. S., Kornecki T. S., Raper R. L., 2010. Row spacing, tillage system, and herbicide technology affects plant growth yield. *Field Crops Res.* 117 (2–3), 219–225.
13. Ball R. A., L. C. Purcell and E. D. Vories, 2000. Optimizing soybean plant population for a short-season production system in the southern USA. *Crop Sci.* 40: 757–764.
14. Bartkowiak A., 1978. Analiza wariancji dla układów ortogonalnych. Program AWA [w:] Opis merytoryczny programów statystycznych opracowanych w Instytucie Informatyki Uniwersytetu Wrocławskiego. Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego. 43–60.
15. Beatty K. D., I. L. Eldridge, A. M. Simpson Jr., 1982. Soybean response to different planting patterns and dates. *Agron. J.* 74:859–862.
16. Bellaloui H., Bruns H. A., Abbas H. K., Mengistu A., Fisher D. K., Reddy N. K., 2015. Effects of row-type, row-spacing, seeding rate, soil-type, and cultivar differences on soybean seed nutrition under us Mississippi Delta conditions. *PLoS ONE* 10:1–23.
17. Beuerelein J. E., 1988. Yield of indeterminate and determinate semi dwarf soybeans for several planting dates, row spacings, and seeding rates. *Journal of Production Agriculture.* 1:300–303.
18. Beuerlein J. E., 1988. Yield of indeterminate and determinate semi dwarf soybeans for several planting dates, row spacings, and seeding rates, *Journal of Production Agriculture.* 28: 977–981.
19. Biel W., Gawęda D., Jaroszewska A., Hury G., 2018. Content of minerals in soybean seeds as influenced by farming system, variety and row spacing. *J. Elem.* 23(3): 863–873.
20. Bielików J. P., 1954. O niektórych biologicznych osobliwosciach soi w swiazii gustotoj jejo posiewa. *Dokł. AN SSSR.* 96 (4), 829–831.
21. Billore S. D., Joshi O. P., Ramesh A., 1999. Energy productivity through herbicidal weed control in soybean. *Indian J. Agri. Sci.*, 69 (11), 770–772.

22. Board J. E., Harville B. G., 1996. Growth dynamics during the vegetative period affects yield of narrow-row, late-planted soybean. *Agronomy Journal*, 88: 567–572.
23. Board J. E., Kahlon C. S., 2013. Morphological responses to low plant population differ between soybean genotypes. *Crop Science* 53:1109-1119.
24. Board J. E., Kamal M., Harville B. G., 1992. Temporal importance of greater light interception to increased yield in narrow-row soybean. *Agronomy Journal*. 84: 575–579.
25. Bobrecka-Jamro D., 1980. Badania nad wpływem gęstości siewu na rozwój roślin i strukturę plonu nowych form soi. Praca dokt. AR, Kraków.
26. Bobrecka-Jamro D., Pałka M., Pizło H. 1993. Wpływ gęstości siewu i przedplonów na przebieg wegetacji i plon nasion soi. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rol.*, 31: 117-128.
27. Bobrecka-Jamro D., Pałka M., Sierpińska W., 1995. Wpływ gęstości siewu i przedplonów na cechy morfologiczne nowych odmian soi. *Zesz. Nauk. AR Kraków, Rolnictwo*, 32, 5–17.
28. Bobrecka-Jamro D., Pizło H. 1996. Wpływ czynników agrotechnicznych na plonowanie soi w warunkach Polski południowo-wschodniej. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 198, 31–44.
29. Boczar P. 2016. Znaczenie gospodarcze soi oraz możliwości rozwoju jej produkcji w Polsce. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Problemy Rolnictwa Światowego* tom 16 (XXXI), zeszyt 3, 35–48.
30. Bradley C. A., Wax L. M., Ebelhar S. A., Bollero G. A, Perderson W. L., 2001. The effect of fungicide seed protectants, seedling rates, and reduced rates of herbicides on no-till soybean. *Crop Prot.*, 20 (7), 615–622.
31. Bujak K., Frant M. 2009. Wpływ mieszanek herbicydów na plonowanie i zachwaszczenie pięciu odmian soi. *Acta Agrophysica*. 13 (3), 601–613.
32. Bujak K., Jędruszczak, M., Frant, M., 2001. Wpływ uproszczeń w uprawie roli na plonowanie soi. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 220, 263–272.
33. Bullock D., S. Khan, A. Rayburn., 1998. Soybean yield response to narrow rows is largely due to enhanced early growth. *Crop Sci.* 38:1011-1016.

34. Burlamaqui P. F., 1975. Variation in soybean yield components in relation to genotype and productivity level. Unpublished Ph.D. Dissertation. Iowa State Univ. Microfilms, Ann Arbor, Mich. (Microfilm number DCJ 76-01823).
35. Burnside O. C., 1979. Soybean [*Glycine max*] Growth as Affected by Weed Removal Cultivar and Row Spacing. *Weed Science*, 27, 562–565.
36. Burnside O. C., 1980. Shattercane Control in Narrow Row Soybeans. *Agronomy Journal*, 72, 753–757.
37. Burnside O. C., Colville W. L., 1964. Soybean and weed yields as affected by irrigation, row spacing, tillage, and Amiben. *Weeds*. 12: 109–112.
38. Bury M., Nawracała J., 2004. Wstępna ocena potencjału plonowania odmian soi (*Glycine max* (L.) Merrill) uprawianych w rejonie Szczecina. *Rośliny Oleiste/Oilseed Crops* 25, 415–422.
39. Bussan A. J., Burnside O. C., Orf J. H., Puettmann K. J., 1997. Field evaluation of soybean (*Glycine max*) genotypes for weed competitiveness. *Weed Sci.* 45, 31–37.
40. Carpenter A. C., Board J. E., 1997. Branch yield components controlling soybean yield stability across plant populations. *Crop Science*.37: 885 – 891.
41. Carter T. E. Jr., Nelson R., Sneller C. H., Cui Z., 2004. Genetic diversity in soybean. [In:] Boerma H. R., Specht J. E., (eds.) *Soybeans: Improvement, Production and Uses*, Am. Soc. Agron., Madison, Wisconsin, 303–416.
42. Channappagoudar B. B., Biradar N. R., 2007. Physiological approaches for weed management in soybean and redgram (4:2 rp) intercropping system. *Karnataka J. Agric. Sci.* 20 (2), 241–244.
43. Chen G, Wiatrak P., 2011. Seeding rate effects on soybean maturity group IV-VIII for the Southeastern production system: I. Vegetation indices. *Agronomy Journal* 103:32-37.
44. Christov A., Stoimenov B., 1971. Pronbnvanija v'rchu sojata za zerno. *Rasteniev Nauki*, 2, 51–60.
45. Clawson E. L., Cothren J. T., Blouin D. C., 2006. Nitrogen fertilization and yield of cotton in ultra-narrow and conventional row spacing. *Agron. J.*, 98, 72–79.
46. Cober E. R., Voldeng H. D., 2001. A new soybean maturity and photoperiodsensitive locus linked to E1 and T. *Crop Sci.* 41: 698–701.



47. COBORU, 2018. Wyniki porejestrowych doświadczeń odmianowych bobowate grubonasienne i soja. 3–50.
48. COBORU, 2019. Wstępne wyniki plonowania odmian w doświadczeniach porejestrowych. Soja.
49. Cooper R. L., 1977. Response of soybean cultivars to narrow rows and planting rates under weed-free conditions. *Agron. J.* 69; 89–92.
50. Cooper R. L., 2003. A delay flowering barrier to higher soybean yields. *Field Crops, Res.* 82: 27–35.
51. Cox W. J, Cherney J. H., 2011 Growth and yield responses of soybean to row spacing and seeding rates. *Agronomy Journal*, 103:123–128.
52. Cox W. J., Orłowski J., Ditommaso A., Knoblauch W., 2012. Planting soybean with a grain drill inconsistently increases yield and profit. *Agronomy Journal*, 104: 1065–1073.
53. Cox W. J., Shields E., Cherney J. H., 2008. Planting dates and seed treatment effects on soybean in the Northeastern United States. *Agron. J.*, 100 (6),1662–1665.
54. Crookston R. K., 1976. Intercropping a new version of an old idea. *Crops and Soils. Amer. Soc. Agron. Wisconsin*, 7–9.
55. Czerwińska-Kayzer D., Florek J., 2012. Opłacalność wybranych upraw roślin strączkowych. *Fragmenta Agronomica* 29 (4): 36–44.
56. Datta A., Ullah H., Tursun N., Pornprom T., Knezevic S. Z., Chauhan B. S., 2017. Managing weeds using crop competition in soybean [*Glycine max (L.) Merr.*]. *Crop Prot.*, 95, 60–68.
57. De Bruin J. L., P. Pedersen., 2008. Effect of row spacing and seeding rate on soybean yield. *Agronomy Journal* 100: 704710.
58. Dembiński F., Horodyski A., Jaruszewska H., 1962. Porównanie 17 gatunków jarych roślin oleistych. *Pamiętnik Puławski*, 8, 3–82.
59. Dobek K. T., 2006. Efektywność ekonomiczna i energetyczna technologii produkcji soi w warunkach Polski. *Inżynieria Rolnicza*, 12, 109–116.
60. Dobek K. T., Dobek M., 2008. Efektywność produkcji soi w polskich warunkach. *Inżynieria Rolnicza* 4(102)/2008, 233–240.



61. Dombos D. L., Mullen R. E., 1992. Soybean seed protein and oil contents and fatty acid composition adjustments by drought and temperature. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 69(3), 228–231.
62. Dougherty C. T., 1969. The influence of irrigation, row spacing, plant population and inoculation on the yield of soybeans in Canterbury. *New Zeal. J. Agric. Res.*, 12 (2), 367–380.
63. Dubis B., Budzyński W., 1998. Wartość przedplonowa różnych typów łubinu żółtego dla zbóż ozimych. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A* 113(3–4): 145–154.
64. Dzienia S., Romek B., Sosnowski A., 1989. Wpływ następczy roślin strączkowych na plonowanie zbóż. [w]: *Nowe kierunki w uprawie i użytkowaniu roślin motylkowatych*. Wyd. AR Szczecin: 48–60.
65. Dzikowski B., 1937. *Studia nad soją Glycine hispida cz. I. /Pamiętnik PJNGW, Puławy*, 69–100.
66. Egli D. B., 1975. Rate accumulation of dry weight in seed of soybeans and its relations to yield. *Can. J. Plant Sci.*, 55, 215–219.
67. Egli D. B., 1988. Plant Density and Soybean Yield. *C Crop Science Vol. 28 No. 6*, p.977–981.
68. Egli D. B., 1999. Variation in leaf starch and sink limitations during seed filling in soybean. *Crop Sci.*, 39: 1361–1368.
69. Egli D. B., Wardlaw I. F., 1980. Temperature response of seed growth characteristics of soybeans. *Agronomy Journal*, 72, 560–564.
70. Elmore R. W., 1991. Soybean cultivar response to planting rate and tillage. *Agronomy Journal*, 83, 829–832.
71. Elmore R. W., 1998. Soybean cultivar responses to row spacing and seeding rates in rainfed and irrigated environments. *Journal of Production Agriculture*, 11, 326–331.
72. El-Zeadani H., A. B. Puteh, M. M. A. Mondal, A. Selamat, Z. A. Ahmad, M. M. Shalgam, 2014. Seed growth rate, seed filling period and yield responses of soybean (*Glycine max*) to plant densities at specific reproductive growth stages. *Int. J. Agric. Biol.*, 16, 5: 923–928.
73. Ephrath J. E., Wang R. F., Terashima K., Hesketh J. D., Huck M. G., Hummel J. W., 1993. Shading effects on soybean and corn. *Biotronics*, 22: 15–24.

74. Etiosa O. R., Chika N. B., Benedicta A., 2017. Mineral and Proximate Composition of Soya Bean. *Asian Journal of Physical and Chemical Sciences*,4(3): 1-6, 2017; Article no.AJOPACS.38530 ISSN: 2456-7779.
75. Filoda G., Mrówczyński M., 2016. *Metodyka integrowanej ochrony i produkcji soi dla doradców*. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, 7–137.
76. Freeman J. P., Philips S. W., 1959. Results of the Kentucky soybean variety performance, date of planting and fertilizer tests. *Progress Report Agricultural Experiment Station University Kentucky*, 87, 1960, 11.
77. Freiria G. H., Lima W. F., Leite R. S., Mandarino J. M. G., da Silva J. B, Prete C. E. C., 2016. Productivity and chemical composition of food type soybean different sowing dates. *Acta Scientiarum. Agronomy Maringá*, 38, 3, 371–377.
78. Furseth B. J., Conley S. P., Ane J. M. 2011. Soybean response to rhizobia on previously flooded sites in southern Wisconsin. *Agron. J.*, 103, 573–576.
79. Furseth B. J., Conley S. P., Ane J. M., 2012. Soybean response to soil rhizobia and seed–applied rhizobia inoculants in Wisconsin. *Agron. J.*, 52, 339–344.
80. Gai J., Wang Y., Zhang M., Wang J., Chang R., 2001. Studies on the classification of maturity groups of soybeans in China. *Acta Agron Sin.* 27(3): 286–92.
81. Gan Y., I. Stulen, H. Van-Keulen, P. J. C. Kuiper, 2002. Physiological response of soybean genotypes to plant density. *Field Crops Res.*, 74: 231–241.
82. Gaspar A. P., Marburger D. A, Mourtzinis S., Conley S. P., 2014. Soybean seed yield response to multiple seed treatment components across diverse environments. *Agron. J.* 106 (6), 1955–1962.
83. Gay S., D. B. Egli, D. A. Reicosky, 1980. Physiological aspects of yield improvement in soybeans. *Agron. J.*, 72: 387–391.
84. Gibson D. J., Millar K., Delong M., Connolly J., Kirwan L., Wood A. J., Young B. G., 2008. The weed community affects yield and quality of soybean (*Glycine max(L.) Merr.*). *J. Sci. Food Agric.* 88: 371–381.
85. Gibson L. R., Mullen R. E., 1996 a. Influence of day and night temperature on soybean seed yield. *Sci.*, 36 Crop, 98–104.

86. Gibson L. R., Mullen R. E., 1996 b. Soybean seed composition under high day and night growth temperatures. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 73:733–737. doi:10.1007/BF02517949
87. Gizlice Z., Carter T. E., Gerig T. M., Burton J. W., 1996. Genetic diversity patterns in North American public soybean cultivars based on coefficient of parentage. *Crop Science* 36: 753– 765.
88. Green D. E., Pinnel E. L., Cavanah L. E., Williams L. F., 1965. Effect of planting date and maturity date on soybean seed quality. *Agron. J.*, 57 (2), 165–168.
89. Griebisch A., Schmidtke K., Bellingrath–Kimura D., Rosner G., 2019. Wie tief intensive wurzeln Sojabohnen unter kontinental gepragten Bedingungen Zentraleuropas? Beitrage zur 15 Wissenschaftstagung Okologischer Landbau. Innovatives Denken fur eine nachhaltige Land- und Ernährungswirtschaft. Universitat Kassel 05–09 Marz 2019, 108–109.
90. Guffy R. D., J. D. Hesketh, R. L. Nelson, R. L. Bernard, 1991. Seed growth rate, growth duration, and yield in soybean. *Biotronics*, 20: 19–30.
91. Guo J., Wang Y., Song C., Zhou J., Qiu L., Huang H., Wang Y., 2010. A single origin and moderate bottleneck during domestication of soybean (*Glycine max*): implications from microsatellites and nucleotide sequences. *Ann. Bot.* 106 (3), 505–514.
92. Habimana S., Kalyana Murthy K. N., Shankaralingappa B. C., Devendra R., Sanjay M. T., Ramachandra C., 2013. Effect of pre and post-emergence herbicide on weed dynamics, growth and yield of soybean. *Adv. Applied Sci. Res.*, 4 (4), 72–75.
93. Haegele J. W., Below F. E., 2013. The six secrets of soybean success: improving management practices for high yield soybean production. Access on: Nov. 8, 2015.
94. Ham G. E., Cardwell V. B, Johnson H. W., 1971. Evaluation of *Rhizobium japonicum* inoculants in soils containing naturalized populations of rhizobia. *Agron. J.*, 63 (2), 179–185.
95. Hartwig E. E., 1970. Growth and reproduction characteristics of soybean grown under short-day conditions. *Crop Sci.* 12:47–53.

96. Hartwig E. E., 1973. Varietal development. In: Caldwell B.E. (ed.) Soybeans: Improvement, production, and uses. Agron. J. 16: 187–207.
97. Heatherly L. G., Elmore R. W., 2004. Managing inputs for peak production. In Soybeans: Improvement, Production, and Uses. Agronomy Monographs, 3rd edn. No. 16. Edited by Specht, J. E. and Boerma, H. R. pp. 451–536. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI.
98. Heiffig L. S., G. M. S. Camara, L. A. Marques, D. B. Pedroso, S. M. S. Piedade., 2006. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. Bragantia 65: 285–295.
99. Hinson K., Hartwig E. E., 1982. Soybean production in the tropics. FAO Plant Production and Protection Paper 4, 2–12.
100. Hock S. M., Knezevic S. Z., Martin A. R., Lindquist J. L., 2005. Influence of soybean row width and velvetleaf emergence time on velvetleaf (*Abitilon theophrasti*). Weed Sci., 53 (2), 160–165.
101. Holmberg S. A., 1973. Soybeans for cool temperate climates. Agri Hortique Genetica 31: 1–20.
102. Howe O. W., Oliver L. R., 1987. Influence of soybean (*Glycine max*) row-spacing on pitted morning glory (*Ipomoea lacunosa*) interference. Weed Science. 1987; 35:185–193.
103. Hymowitz T., 1970. On the domestication of the soybean. Econ. Bot., 24 (4), 408–421.
104. Hyten D. L., Song Q., Zhu Y., Choi I. Y., Nelson R. L., Costa J. M., Specht J. E., Shoemaker R. C., Cregan P. B., 2006. Impacts of genetic bottlenecks on soybean genome diversity. Proc. Natl. Acad. Sci., 103 (45), 16666–16671.
105. Ishizuka J., 1992. Trends in biological nitrogen fixation research and application. Plant and Soil 141: 197–209.
106. Jabran K., Mahajan G., Sardana V., Chauhan B. S., 2015. Allelopathy for weed control in agricultural systems. Crop Prot., 72, 57–65.
107. Janovicek, K. J., W. Deen, T. J. Vyn., 2006. Soybean response top zone tillage, twin row planting, and row spacing. Agron. J. 98: 800–807.

108. Jaranowski J., Skorupska H., Konieczny G., Muszyński A., Torz L., 1983. Charakterystyka zmienności ważniejszych pod względem gospodarczych cech użytkowych soi. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 253: 7–24.
109. Jaranowski J., Skorupska H., Muszyński A., Torz L., 1984. Charakterystyka zmienności i ważniejszych pod względem gospodarczym cech użytkowych soi (*Glycine max* L.). Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, Wydział Nauk Rolniczych i Leśnych, Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych, t LVII, 149–159.
110. Jarecki W., Bobrecka-Jamro D., 2015. Wpływ nawożenia dolistnego na plon i skład chemiczny nasion soi (*Glycine max* (L.) Merrill). *Fragmenta Agronomica*, 32(4), 22– 31. 75.
111. Jasińska Z., Kotecki A., 1997. Masa i skład chemiczny resztek poźniwnych wybranych odmian grochu i bobiku. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 446: 239–246.
112. Jasińska Z., Kotecki A., Malarz W., 1987. Wpływ rozstawy rzędów i ilości wysiewu na plonowanie soi na glebie brunatniej–średniej. *Biul. IHAR*, 167, 117–124.
113. Jędruszczak M., 1996. Problem chwastów w łąkach soi i ich zwalczanie. Materiały Konferencji Naukowej pt. Strączkowe rośliny białkowe II. Soja, Lublin; 72–81
114. Jha P., Kumar V., Godara R. K., Chauhan B. S., 2017. Weed management using crop competition in the United States: A review. *Crop Prot.*, 95, 31–37.
115. Jiang H., Egli D. B., 1993. Shade induced changes in flower and pod number and flower and fruit abscission in soybean. *Agronomy Journal*, 85: 221–225
116. Johnson B. J., Harris H. B., 1967. Influence of plant population on yield and other characteristics of soybeans. *Agronomy Journal*, 59, 5, 447–449.
117. Jordan C. D., 1984. Family III. Rhizobiaceae. In *Bergey's manual of systematic bacteriology Vol .1*. Edited by Krieg N.R., Holt J.G. The Williams and Wilkins Co., Baltimore, Md., 234–256.
118. Jost P. H., Cothorn J. T., 2000. Growth and yield comparisons of cotton planted in conventional and ultra–narrow row spacings. *Crop Sci.*, 40 (2), 430–435.

119. Kamp J., Van Berkum S., Timmer R., Van Reeuwijk P., 2010. Verkenning naar de mogelijkheden van eiwithoudende teelten in Europa. *App. Plant Res. Wageningen UR*, 412, 1–27.
120. Kania J., Zajac T., Śliwa J., 2016. Efektywność ekonomiczna uprawy soi i rzepaku w zachodniej części polski. *Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu Roczniki Naukowe*, XVIII, 3, 133–138.
121. Karr-Llilienthal L. K., Grieshop Ch. M., Merchen N. R., Mahan D. C., Fahey G. C., 2004. Chemical composition and protein quality comparisons of soybeans and soybean meals from five leading soybean-producing countries. *J. Agric. Food Chem.*, 52, 6193–6199.
122. Kaw R. N., P. M. Menon, 1972. Association between yield and components in soybeans. *Indian J. Genetics and Plant Breeding* 32: 276–280.
123. Kędziora A., 1999. *Podstawy agrometeorologii*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, ISBN: 8309016417, 364.
124. Kim M. Y., Lee S., Van K., Kim T. H., Jeong S. C., Choi I. Y., Kim D.S., Lee Y. S., Park D., Ma J., Kim W. Y., Kim B. C., Park S., Lee K. A., Kim D. H., Kim K. H., Shin J. H., Jang Y. E., Kim K. D., Liu W. X., Chaisan T., Kang Y. J., Lee Y. H., Kim K. H., Moon J. K., Schmutz J., Jackson S. A., Bhak J., Lee S. H., 2010. Whole-genome sequencing and intensive analysis of the undomesticated soybean (*Glycine soja* Sieb. and Zucc.) genome. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 107 (51), 22032–22037.
125. Knezevic S. Z., Evans S. P., Mainz M., 2003. Row spacing influences the critical timing for weed removal in soybean (*Glycine max*). *Weed Technol.*, 17 (4), 666–673.
126. Kocur J., 1972. Vplyv klimaticko-poveternostnych podmienok na urodu soje. *Pol'nohospodarstvo*, 18 (1), 14–26.
127. Kolarik J., Strida J., 1974. TliT nekterychb agrotechnickych opatrenl na vynos soje. *Rostl. Vyroba*, 20 (11), 1133–1138.
128. Kołodziej J., Pisulewska E., 2000. Wpływ czynników meteorologicznych na plon nasion i tłuszczu oraz zawartość tłuszczu w nasionach dwóch odmian soi. *Rośliny Oleiste/Oilseed Crops* 21, 759–776.

129. Kołpak R., 1994. Kształtowanie się plonu soi w zależności od obsady roślin oraz nawożenia mineralnego. *Annales of Warsaw Agricultural University, Agriculture*, 27: 45–52.
130. Kołpak R., 1996. Plonowanie soi oraz kształtowanie się cech morfologicznych na tle obsady i nawożenia roślin. *Biul. IHAR*, 198: 53–63.
131. Kowaliński S., Bogda A., 1966. Przydatność polskich żywic syntetycznych do sporządzania mikroskopowych szlifów gleb. *Roczniki gleboznawcze* 16, 1966, 2, 326–336.
132. Kozak M., Malarz W., Kotecki A., Černý I., Serafin–Andrzejewska M. 2008 a. Wpływ zróżnicowanej ilości wysiewu i biostymulatora Asahi SL na skład chemiczny nasion i resztek pozbiorowych soi uprawnej. *Rośliny Oleiste/Oilseed Crops*, 29, 217–230.
133. Kozak M., Malarz W., Serafin–Andrzejewska M., Kotecki A., 2008 b. The effects of sowing rate and Asahi SL biostimulator on soybean growth and yield. *Biostimulators in modern agriculture – Field Crops*, Warsaw, 77–84.
134. Kozak M., Malarz W., Serafin–Andrzejewska M., Kotecki A., 2008 c. The effects of different sowing rate and Asahi SL treatments on soybean seed sowing value. *Biostimulators in modern agriculture – Field Crops*, Warsaw, 85–91.
135. Koźmiński C., 1981. Temperatura gleby na głębokości 5 cm w Polsce. *Akademia Rolnicza w Szczecinie. Instytut Uprawy i Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach*, 1–76.
136. Kratochvil R. J., Pearce J. T., Harrison M. R. Jr., 2004. Row-spacing and seeding rate effects on glyphosate-resistant soybean for mid-Atlantic production systems. *Agronomy Journal*. 96: 1029–1038.
137. Księżak J., Bojarszczuk J., 2010. The economic assessment of maize cultivation depending on pre-sowing tillage system, *Acta Scientiarum Polonorum – Agricultura* 9 (4): 55–67.
138. Kulig B., 2009. Uprawa roślin strączkowych (<http://matrix.ar.krakow.pl>)
139. Kusano M., Baxter I., Fukushima A., Oikawa A., Okazaki Y., Nakabayashi R., Bouvrette D. J., Achard F., Jakubowski A. R., Ballam J. M., Phillips J. R., Culler A. H., Saito K., Harrigan G. G., 2015. Assessing metabolomic and chemical



- diversity of a soybean lineage representing 35 years of breeding. *Metabolomics* 11:261–270.
140. Kushwah S. S., Vyas M. D., 2005. Herbicidal weed control in soybean (*Glycine max*). *Indian J. Agron.*, 50 (3), 225–227.
  141. Lambert D. M., Lowenberg-DeBoer J., 2003. Economic analysis of row spacing for corn and soybean. *Agronomy Journal*. 95: 564–573.
  142. Lee C. D., Dennis B., Egli D. B., TeKrony D. M., 2008. Soybean response to plant population at early and late planting dates in the Mid-South. *Agronomy Journal* 100, 4, 971–976.
  143. Lehman W. J., Lambert J. W., 1960. Effects of spacing of soybeans plants between and within rows on yield and its components. *Agron. J.*, 52 (2), 84–86.
  144. Li C. Y., Sun Z. D., Chen H. Z., Yang S. Z., 2006. Influence of shading stress during different growth stage on yield and main characters of soybean. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 19: 265–269.
  145. Licznar M. 1976. Właściwości i geneza niektórych gleb czarnoziemnych płaskowyżu głubczyckiego. *Roczniki gleboznawcze* 27, 4, 107–148.
  146. Lima S. F., R. C. F. Alvarez, G. F. Theodoro, M. Bavaresco, e S. K. Silva., 2012. Efeito da semeadura em linhas cruzadas sobre a produtividade de graos e a severidade da ferrugem asiatica da soja. *Bioscience Journal* 28: 954–962.
  147. Lityński A., 1967. Dotychczasowe osiągnięcia w hodowli i uprawie soi oraz jej znaczenie w gospodarce narodowej. *Biul. IHAR*, 6, 29–41.
  148. Lityński A., 1973. Badania nad aklimatyzacją, hodowlą i uprawą soi w Polsce w ostatnim 50-leciu. *Postępy Nauk Rolniczych*, 3, 25–35.
  149. Liu X. B., Jin J., Wang G. H., Herbert S. J., 2008. Soybean yield physiology and developmmalekent of high-yielding practices in Northeast China. *Field Crops Research*, 105: 157–171.
  150. Lorenc-Kozik A. M., Pisulewska E., 2003. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem i mikroelementami na plonowanie wybranych odmian soi. *Rośliny Oleiste*, 24, 131–142.
  151. Lozovaya V. V., Lygina. V., Ulanov A. V., Nelson R. L, Dayde J., Widholm J. M., 2005. Effect of temperature and soil moisture status during seed



- development on soybean seed isoflavone concentration and composition. *Crop Science*, 45, 1934–1940.
152. Ludwiczak J., 1989. *Rachunkowość rolnicza*. Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu, 49–53.
153. Lv J., He P., Wei D., Xu X., Qiu S., Zhao S., 2019. Assessment of the optimum fertilizer rates and planting density for soybean production in China. *bioRxiv*. doi: <https://doi.org/10.1101/688986>
154. Łykowski B., 1984. Warunki klimatyczne rozwoju i plonowania soi w Polsce. *Rozprawy Naukowe i Monografie*. SGGW Warszawa, 5–84.
155. Mackiewicz Z., 1954 a. Porównanie odmian soi w latach 1947–1951 w Bydgoszczy i Minikowie. *Roczn. Nauk Roln.*, 69A (2), 292–294.
156. Mackiewicz Z., 1954 b. Terminy siewu soi w Polsce. *Doniesienia o pracach naukowo–hodowlanych*. *Roczn. Nauk Roln.*, 69A (2), 295.
157. Mackiewicz Z., 1955. Zagadnienia uprawy soi w Polsce w świetle badań krajowych. *Roczn. Nauk Roln.*, 71, ser. D.
158. Mackiewicz Z., 1958. Postępy aklimatyzacji i hodowli soi w Polsce. *Hod. Rośl. Aklim. Nas.*, 2 (3), 289–312.
159. Mackiewicz Z., 1965. *Uprawa soi*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 69.
160. Mahmood A., Honermeier B., 2012. Chemical composition and methane yield of sorghum cultivars with contrasting row spacing. *Field Crops Res.*, 128, 27–33.
161. Malek M. A., M. Shafiquzzaman, M. S. Rahman, M. R. Ismail, M. M. A. Mondal, 2012. Standardization of soybean row spacing based on morpho-physiological characters. *Legume Res.*, 35: 138–143.
162. Marburger D. A., Mourtzinis S., Gaska J. M., Conley S. P., 2016. Do crop rotation and tillage influence soybean seed–applied inoculant decisions? *Agron. J.*, 108, 402–406.
163. Martyniuk S., 2012. Naukowe i praktyczne aspekty symbiozy roślin strączkowych z bakteriami brodawkowymi. *Pol. J. of Agr.* 9: 17–21.
164. Mathew J. P., Herbert S. J., Zhang S. H., Rautenkranz F. A. A., Litchfield G. V., 2000). Differential response of soybean yield components to the timing of light enrichment. *Agronomy Journal*, 92: 1156–1161.

165. McAlister D. F., O. A. Krober., 1958. Response of soybeans to leaf and pod removal. *Agron. J.* 50:674-677.
166. Meena K. S., Nema V. P., Kumar M., Chouhan R., 2012. Performance of different herbicides on weed management, growth, yield and productivity of soybean [*Glycine max (L.) Meriill.*] *Environ. Ecol.*, 30 (3), 467–469.
167. Michałek S., Borowski E., 2006. Plonowanie oraz zawartość tłuszczu, kwasów tłuszczowych i białka w nasionach krajowych odmian soi w warunkach suszy. *Acta Agrophysica*, 8(2), 459–471.
168. Mikel M. A., Diers B. W., Nelson R. L., Smith H. H., 2010. Genetic diversity and agronomic improvement of North American soybean germplasm. *Crop Sci.*, 50, 1219–1229.
169. Mondal M. M. A., A. B. Puteh, M. A. Malek, M. R. Ismail, 2012. Optimizing seed rate of mungbean. *Legume Res.*, 35: 126–131.
170. Mondal M. M. A., M. S. A. Fakir, A. K. M. A. Proadhan, M. R. Ismail and M. Asrhafuzzaman, 2011. Effect of nodal position on rachis morphology and yield attributes in raceme of mungbean. *Aust. J. Crop Sci.*, 5: 1685–1691.
171. Mota F. S., 1978. Soya bean and weather. *World Meteorological Organization*, XVI, 498, 64.
172. Munier-Jolain N. G., N. M. Munier-Jolain, R. Roche, B. Ney, C. Duthion, 1998. *J. Exp. Bot.*, 49: 1963–1969.
173. Myers R. L., Brun W. A., Brenner M. L., 1987. Effect of racemelocalized supplemental light on soybean reproductive abscission. *Crop Science*, 27: 273–277.
174. Nave W. R., Cooper R. L., 1977. Tillage - Planter Interaction in Narrow-Row Soybeans. *Transactions of American Society of Agricultural Engineers*, 20, 1, Tillage - Planter interaction in Harrow -Row Soybeans st. Joseph, Michigan, 9–12.
175. Nawracała J., Konieczny G. 1997. Możliwości wykorzystania zmienności introdukowanej, mutacyjnej i rekombinacyjnej w hodowli soi. *Hodowla Roślin – I Krajowa Konferencja*: 91–94.
176. Nelson D. W., Swearingin M. L, Beckham L. S., 1978. Response of soybeans to commercial soil-applied inoculants. *Agron. J.*, 70 (3), 517–518.

177. Norman A. C., 1963. The Soybean Genetics, Breeding. Physiology Nutrition Management. Academic Press Inc., New York, London, 249.
178. Nowak A. G., 1958. O kwadratno gniezdowym posewie soi. Biuletyn Naukowo-techniczny, 5, 9–13.
179. Oplinger E. S., Philbrook B. D., 1992. Soybean planting date, row width, and seeding rate response in three tillage systems. Journal of Production Agriculture. 5:94–99.
180. Osier R. L., Cartter J. H., 1954. Effect of planting date on chemical composition and growth characteristics of soybeans. Agronomy Journal, 46, 6, 267 – 270.
181. Pandey J. P., and J. H. Torrie., 1973. Path coefficient analysis of seed yield components in soybean. Crop Sci. 13: 505–507.
182. Parvez M. A., C. M. Ayub, B. A. Saleem, N. A. Birk, N. Mahmood, 2004. Effect of nitrogen levels and spacing on growth and yield of radish. Int. J. Agric. Biol., 6: 504–506.
183. Pasternakiewicz A., Dżugan M., 2009. Ocena zawartości podstawowych makroskładników w nasionach soi. Zeszyty Naukowe Południowo-Wschodniego Oddziału Polskiego Towarzystwa Inżynierii Ekologicznej z siedzibą w Rzeszowie i Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego Oddział w Rzeszowie, 1, 217–222.
184. Pennypacker B. W., Risius M. L., 1999. Environmental sensitivity of soybean cultivar response to *Sclerotinia sclerotiorum*. Phytopathology. 1999; 89: 618–622.
185. Pester T. A., Burnside O. C., Orf J. H., 1999. Increasing crop competitiveness to weeds through crop breeding. J. Crop Prod., 2, 59–76.
186. Piper E. L., Boote K. J., 1999. Temperature and cultivar effects on soybean seed oil and protein concentrations. Journal of the American Oil Chemists' Society, 76(10): 1233–1241.
187. Place G. T., Reberg–Horton S. C., Dickey D. A., Carter T. E., 2011. Identifying soybean traits of interest for weed competition. Crop Sci., 51 (6), 2642–2654.
188. Pookpakdi A. 1978. A study of growth and yield components of soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill). Ph.D. Dissertation. Univ. of Missouri.
189. Procopio S. O., A. A. Balbinot Junior, H. Debiassi, J. C. Franchini, e F. Panison., 2013. Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de habito de crescimento indeterminado. Revista de Ciencias Agrarias 56: 319–325.

190. Prusiński J., 1987. Wpływ zaprawiania i wilgotności nasion na połowę zdolność wschodów soi odmiany Progres. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 164: 125–131.
191. Prusiński J., 1997. Żywotność i wigor nasion roślin strączkowych w warunkach stresu chłodnowodnego. Fragmenta Agronomica, 4, 77–93.
192. Prusiński J., Kaszkowiak E., Borowska M., 2008. Wpływ nawożenia i dokarmiania roślin azotem na plonowanie i strukturalne elementy plonu nasion bobiku. Fragm. Agron. 25(4): 111–127.
193. Pyzik J., 1982. Wpływ warunków przyrodniczych i czynników agrotechnicznych na plon i skład chemiczny nasion oraz niektóre cechy morfologiczne nowych form soi. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie. Rozprawa habilitacyjna 87, 1–33.
194. Pyzik J., Bobrecka-Jamro D., Rząsa B., 1987. Wpływ gęstości siewu na cechy morfologiczne wczesnych odmian i rodów soi w południowo-wschodnim rejonie Polski. Biul. IHAR, 164, 71–82.
195. Qiu L., Chang R. Z., 2010. The origin and history of soybean. W: The soybean: botany production and uses. CABI Press, Cambridge, MA., 1–23.
196. Rahman M., Hossain M., Anwar P., Juraimi A. S., 2011. Plant density influence on yield and nutritional quality of soybean seed. Asian J. Plant Sci., 10 (2), 125–132.
197. Souza R., I. Teixeira, E. Reis, and A. Silva., 2016. Soybean morphophysiology and yield response to seeding systems and plant populations, Chilean journal of agricultural research vol.76 no.1.
198. Ray D. K., Mueller N. D., West P. C., Foley J. A., 2013. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. PLOS ONE, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066428>.
199. Reicosky D. C., Kaspar T. C., Taylor H. M., 1982. Diurnal relationship between evapotranspiration and leaf water potential of field-grown soybeans. Agronomy Journal. 74: 667–673.
200. Ricks D, Christensen R, Carlson C. G., 2013. Growing 100-bushel soybeans. In: Clay

201. Robinson S. L., J. R. Wilcox, 1998. Comparison of determinate and indeterminate soybean near-isolines and their response to row spacing and planting date. *Crop Sci.*, 38: 1554–1557
202. Rose S. J., Burnside O. C., Specht J. E., Swisher B. A., 1984. Competition and allelopathy between soybeans and weeds. *Agron. J.*, 76, 523–528.
203. Schlenker W., Roberts M. J., 2008. Estimating the impact of climate change on crop yields the importance of nonlinear temperature effects. NBER Working Paper No. 13799. Protokół dostępu: <http://www.nber.org/papers/w13799.pdf> (11.12.2016).
204. Schlenker W., Roberts M. J. 2009. Nonlinear temperature effects indicate severe damages to U.S. crop yields under climate change. *National Academy of Sciences, PNAS*, 106(37): 15594–15598.
205. Schmidt J., Keller E. R., 1980. The behavior of three cold-tolerant and a standard soybean cultivar in relation to the level and the duration of a cold stress. *Can. J. Plant Sci.*, 60, 821–829.
206. Schulz T., Thelen K. D., 2008. Soybean seed inoculant and fungicidal seed treatment effects on soybean. *Crop Sci.* 48, 1975–1983.
207. Scott W. O., Aldrich, S. R., 1970. *Modern Soybean Production*. 1st Ed. S & A Publ. Inc, Champaign, IL.
208. Shibles R. M., and C. R. Weber., 1965. Leaf area, solar radiation interception and dry matter production by soybeans. *Crop Sci.* 5: 575–577.
209. Shroyer J. P., 1980. Soybean morphological characters and yield components as influenced by growth type, row spacing, population and planting date. *Retrospective Theses and Dissertations Iowa State University Capstones*, 1–187.
210. Sichilima I., Mataa M., Mweetwa A. M., 2018. Morpho-physiological and Yield Responses Associated with Plant Density Variation in Soybean (*Glycine max* L. (Merrill)), *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, vol 3, no. 1, 2018, pp.274–285.
211. Singer J. W., 2001. Soybean light interception and yield response to row spacing and biomass removal. *Crop Sci.*, 41: 424–429.

212. Skowera B., Kopcińska J., Ziernicka-Wojtaszek A., Wojkowski J. 2016. Precipitation deficiencies and excesses during the growing season of late potato in the opolskie voivodship (1981–2010). *Acta Scientiarum Polonorum. Serie Formatio Circumiectus*, 15 (3), 137–149.
213. Smita P., Kubde K. J., Sujata B., 2014. Effect of chemical weed control on weed parameters, growth, yield attributes, yield and economics in soybean (*Glycine max*). *Am.–Eurasian J. Agric. Environ. Sci.*, 14 (8), 698–701.
214. Smith J. R., R. L. Nelson, 1986. Relationship between seed-filling period and yield among soybean breeding lines. *Crop Sci.*, 26: 469–472.
215. Soares I. O., P. M. Rezende, A. T. Bruzi, A. M. Zuffo, E. V. Zambiazzi, V. Fronza, et al., 2015. Interaction between soybean cultivars and seed density. *American Journal of Plant Sciences* 6: 14251434.
216. Spurtacz S., Pudełko J., Majchrzak L., 2008. Opłacalność uprawy kukurydzy na ziarno w warunkach produkcyjnych w latach 2005–2007. *Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura* 7 (4): 117–124.
217. Strzelec A., 1989. Możliwości zwiększenia aktywności symbiotycznego wiązania N<sub>2</sub>. *Materiały Konferencji Naukowej: Przyrodnicze i agrotechniczne uwarunkowania produkcji nasion strączkowych*, 8-9.11.1989 r. Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, Cz. I. Referaty: 43–50. 165.
218. Strzelec A., Martyniuk M., 1993. Wpływ zapraw nasiennych na rozwój *Rhizobium* i *Bradyrhizobium* oraz na plonowanie szczepionych nimi roślin. *Pamiętnik Puławski*, 103, 195–207.
219. Suhre J. J., N. H. Weidenbenner, S. C. Rowntree, E. W. Wilson, S. L. Naeve, S. P. Conley, et al., 2014. Soybean yield partitioning changes revealed by genetic gain and seeding rate interactions. *Agronomy Journal* 106:1631–1642.
220. Sypniewski J., 1986. Problemy uprawy roślin strączkowych w Polsce. *Fragmenta Agronomica*. 1, 29–36.
221. Szukała J., 2012. Nowe trendy w agrotechnice roślin strączkowych i sposoby zwiększania opłacalności uprawy. *Mat. Komisji Rolnictwa i Rozwoju Wsi*. Warszawa, 45: 8–10.

222. Szyrmer J., 1971. Wpływ niektórych czynników środowiska i agrotechniki, na plon nasion soi oraz zawartość tłuszczu i jego jakość. Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Rozprawy Naukowe, 15, 99.
223. Szyrmer J., 1968. Badania przebiegu wegetacji niektórych zagranicznych odmian soi w warunkach Polski. Zesz. Nauk. SGGW, Rolnictwo, 11, 165–173.
224. Szyrmer J., 1969 a. Vlijanie srokov siewa na urożajnost i chemiczeskij sostav semjon różnych sortov soi. Izv. Timir. Seichoz. Akadem, nr 5, Moskwa, 73–79.
225. Szyrmer J., 1969 b. Wpływ odmiany i zróżnicowanych warunków siedliska na plon nasion soi. Zesz, Nauk. SGGW, Rolnictwo, 12, 117–139.
226. Szyrmer J., 1979. Stan badań i perspektywa wprowadzenia soi do uprawy w Polsce. Postępy Nauk Rolniczych, 3 36–42.
227. Szyrmer J., Federowska B., 1975. Kierunki badań i hodowli roślin soi. Biul. IHAR, 3–4, 3–7.
228. Szyrmer J., Federowska B., 1978. Badania odmian i form soi ze światowej kolekcji. Biul. IHAR, 134, 123–144.
229. Szyrmer J., Szczepańska K., 1982. Screening of soybean genotypes for cold-tolerance during germination. Z. Pflanzenzüchtg, 88, 255–260.
230. Taj F. H., A. Arif, K. M. Kakar, 2003. Effect of seed rates on mungbean varieties under dryland conditions. Int. J. Agric. Biol., 5: 160–161.
231. Tang H., Sezen U., Paterson A. H., 2010. Domestication and plant genomes. Curr. Opin. Plant Biol., 13 (2), 160–166.
232. Taylor H. M., 1980. Soybean growth and yields affected by row spacing and by seasonal water supply. Agron. J., 69: 729–732.
233. Taylor H. M., Mason W. K., Bennie A. T. P., Rowse H. R., 1982. Responses of soybeans to two row spacings and two soil water levels. I. An analysis of biomass accumulation, canopy development. Solar radiation, interception and components of seed yield. Field Crop Research, 5: 1–14.
234. Thompson J. A., Nelson R. L., 1998. Utilization of diverse germplasm for soybean yield improvement. Crop Sci., 38 (5), 1362–1368.
235. Thompson N. M., Larson J. A., Lambert D. M., Roberts R. K., Mengistu A., Bellaloui N., Walker E. R., 2015. Mid-south soybean yield and net return as affected by plant population and row spacing. Agronomy Journal. 107: 979–989.



- 
236. Tian Z., Wang X., Lee R., Li Y., Specht J. E., Nelson R. L., McClean P. E, Qiu L., Ma J., 2010. Artificial selection for determinate growth habit in soybean. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 107 (19), 8563–8568.
237. Ulloa S. M., Datta A., Malidza G., Leskovsek R., Knezevic S.Z., 2010 a. Timing and propane dose of broadcast flaming to control weed population influenced yield of sweet maize (*Zea mays* L. var. *rugosa*). *Field Crops Res.*, 118 (3), 282–288.
238. Ulloa S. M., Datta A., Malidza G., Leskovsek R., Knezevic S. Z., 2010 b. Yield and yield components of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] are influenced by the timing of broadcast flaming. *Field Crops Res.*, 119 (2–3), 348–354.
239. Upadhyay A. P., Summerfield, R. J., Ellis, R. H., Roberts, E. H., and Qi, A., 1994. Variation in the duration of the photoperiod-sensitive phases of development to flowering among eight maturity isolines of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Ann. Bot. (London)* 74:97-101
240. USDA-NASS 2019
241. Van Acker R. C., Swanton C. J., Weise S. F., 1993 a. The critical period of weed control in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. *Weed Sci.*, 41, 194–200.
242. Van Acker R. C., Wiese S. F., Swanton C. J., 1993 b. Influence of interference from a mixed weed species stand on soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] growth. *Can. J. Plant Sci.*, 73, 1293–1304.
243. Vollmann J., Wagentristl H., Hartl W., 2010. The effects of simulated weed pressure on early maturity soybeans. *Eur. J. Agron.*, 32 (4), 243–248.
244. Wajid A., A. Hussain, A. Ahmed, A. R. Goheer, M. Ibrahim, M. Mussaddique, 2004. Effect of sowing date and plant population on biomass, yield and yield components of wheat. *Int. J. Agric. Biol.*, 6: 1003–1005.
245. Walker E. R., A. Mengistu, N. Bellaloui, C. H. Koger, R. K. Roberts, J. A. Larson., 2010. Plant population and row-spacing effects on maturity group III soybean. *Agronomy Journal* 102: 821–826.
246. Wallace D. H., Yan, W., 1998. Plant breeding and whole crop systems, improving adaptation, maturity, and yield. CAB International, Wallingford, UK.
-



- 
247. Wax L., Stoller E. W., 1985. Aspects of weed-crop interference related to weed control practices. Proceed of World Soybean Research Conf. Ed. R Shibles, III, 1116–1124.
248. Weber C. R., Shibles R. M., Byth D. F., 1966. Effect of plant population and row spacing on soybean development and production. *Agronomy Journal*. 58: 99–102.
249. Weiner J., L. G. Campbell, J. Pino, L. Echarte, 2009. The allometry of reproduction within plant populations. *J. Ecol.*, 97: 1220–1233.
250. Wells R., 1991. Soybean growth response to plant density: Relationships among canopy photosynthesis, leaf area, and light interception. *Crop Sci.*, 31: 755–761.
251. Westgate M. E., 1999. Managing soybeans for photosynthetic efficiency. p. 223–228. In HE Kauffman (ed) *World soybean research Proc World Soybean Res Conf, 4th, Chicago, IL 4–7 Aug 1999 Superior Print, Champaign, IL*.
252. Wheeler T. R., Craufurd P. Q., Elis R. H., Porter J. R., Prasad P. V. V., 2000, Temperature variability and the yield of annual crops. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 82: 159-167
- Wiggans, R. G., 1939. The influence of space and arrangement on the production of soybean plants. *J. Am. Soc. Agron.* 31: 314–321.
253. Wilcox J. R., Boerma H. R., Specht J. E., 2004. In *Soybeans: Improvement, Production, and Uses*, eds Boerma HR , Specht JE (Am Soc of Agronomy, Crop Sci Soc of Am, Soil Sci Soc of Am, Madison, WI) Vol Agronomy, no 16, 303–416.
254. Wilson R. F., 2008. Soybean: market driven research needs. In: Stacey G., (ed.) *Genetics and Genomics of Soybean, Plant Genetics and Genomics*, Springer, 2, 3–15.
255. Wojtysiak A., Jasińska Z., 1959 a. Wpływ ilości wysiewu i terminów siewu 3 odmian soi na zmienność plonów i skład chemiczny nasion. *Zesz. Nauk. WSR Wrocław*, nr 25, Rolnictwo.
256. Wojtysiak A., Jasińska Z., 1959 b. Wpływ terminu siewu i rozstawy rzędów na wielkość i jakość plonów dwóch odmian soi. *Zesz. Nauk. WSR Wrocław*, nr 23, Rolnictwo VII, s. 19–31.
-

- 
257. Wolf R. B., J. F. Cavins, R. Kleiman, L. T. Black., 1982. Effect of temperature on soybean seed constituents: Oil, protein, moisture, fatty acids, amino acids and sugars. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 59:230–232. doi:10.1007/BF02582182.
  258. Worku M., Astatkie T., 2011. Row and plant spacing effects on yield and yield components of soybean cultivar under hot humid tropical environment of Ethiopia. *J. Agron. Crop Sci.*, 197, 67–74.
  259. Woynarowska S., 1972. Soja. PWRiL, Warszawa, 91.
  260. Zhang L. X., Kyei-Boahen S., Zhang J., Zhang M. H., Freeland T. B., Watson C. E., Liu X., 2007. Modifications of Optimum Adaptation Zones for Soybean Maturity Groups in the USA. *cm 6*, 1: 0.
  261. Zhou X. B., Yang G. M., Sun. S. J., Chen Y. H., 2010. Plant and row spacing effects on soil water and yield of rainfed summer soybean in the northern China, *Plant Soil and Environment* 56(1) DOI: 10.17221/73/2009-PSE.
  262. Zhou Z., Jiang, Y., Wang, Z. et al., 2016. Resequencing 302 wild and cultivated accessions identifies genes related to domestication and improvement in soybean. *Nat Biotechnol* 33, 408–414.
  263. Zimdahl R. L., 2013. *Fundamentals of Weed Science*, fourth ed. Academic Press.