

Abstract

The aim of the study was to evaluate the effect of three sowing dates (early, the optimum and late) and four levels of mineral nitrogen fertilization (40, 80, 120 and 160 kg·ha⁻¹ N) on the grain yield and grain quality of five varieties of sorghum: Arfrio, Baltio CS, Capello CS, Friggo and Iggloo grown for grain (grain sorghum). Sorghum (*Sorghum bicolor* Moench) and especially its grain varieties, is a "new" species of crops in Poland, so far uncultivated (only a few dozen hectares in the period 2014-2019), and in particular was not and it is not cultivated in Western Pomerania. The reasons are, among others, high thermal requirements of this species and the lack of acclimatized and registered varieties in Poland. The three-year experiment was carried out in the years 2014-2016 at the Agricultural Experimental Station in Lipnik near Stargard (53°20'35.8"N, 14°58'10.8"E, 21 m above sea level), belonging to the West Pomeranian University of Technology in Szczecin. The research included the assessment of the morphological traits of sorghum plants, the grain yield and their components and after harvest - an analysis of the panicle architecture of each varieties and assessment of technological value of grain (whole meal flour).

The obtained results confirmed that grain sorghum could be grown successfully in the Szczecin Lowlands. The grain yield and the yield components were determined mainly by the meteorological conditions occurring in respective years and the sowing date. The highest grain yields (ca. 8.2 Mg·ha⁻¹) were obtained in a year with favorable meteorological conditions (in 2014), while smaller grain yields by about 22% (6.4 Mg·ha⁻¹) were obtained in a year characterized by longer periods of drought (in 2015). The most preferred sowing date in the conditions of the Szczecin Lowlands was early, i.e. sowing at the end of April / beginning of May, as a result of which the highest grain yield was obtained, amounting to ca. 9 Mg·ha⁻¹, regardless of other experimental factors. As the sowing date was delayed, the grain yield decreased significantly and sowing sorghum at a late date, i.e. at the end of May / in the first decade of June, reduced the yield by approx. 32%, so that the average grain yield was only 5.1 Mg·ha⁻¹. The grain yield was determined by the significantly smaller plant density and the greater number of panicles per area unit, the greater weight of a single panicle and the greater number and weight of seeds in a single panicle. The sowing date did not affect the quality of the grain.

The applied mineral nitrogen fertilization significantly influenced the grain yield and the values of the leaf greenness index and grain quality (falling number, initial gelatinization temperature and maximum suspension viscosity). Increasing the dose of nitrogen fertilization from 40 to 120 kg·ha⁻¹ N resulted in significant increase of grain yields, in average of years of study, of approx. 15% from 6.5 to 7.5 Mg·ha⁻¹, independently of the other experiment factors. Further increase of fertilization to 160 kg·ha⁻¹ N lead to a slight decrease of the grain yield. But the effect of mineral fertilization varied in years of study. In the first (2014) and the third year of research (2016), the highest grain yield was obtained after applying the highest dose of mineral nitrogen fertilization, i.e. 160 kg·ha⁻¹ N, while in 2015 the highest yield was obtained after applying the dose of 120 kg·ha⁻¹ N.

Each of studied varieties reacted in different way to the mineral nitrogen fertilization. In the case of the Balto CS variety, a significant increase of the yield was found by application of nitrogen at a dose of 80 kg·ha⁻¹ N, while a further increase of mineral fertilization resulted in a gradual decrease of the grain yield. In the case of the varieties Capello CS and Friggo, increasing of mineral fertilization from 40 to 120 kg·ha⁻¹ N caused a significant increase of the grain yield, and a further increase to 160 kg·ha⁻¹ N resulted in a slight reduction of the grain yield by approx. 6 and 4%, respectively. The varieties Arfrio and Iggloo reacted with a progressive increase of the grain yield along with increasing of the doses of mineral fertilization and the highest yields were obtained by fertilization with the dose of 160 kg·ha⁻¹ N. They were higher on average by approx. 13% for the Arfrio variety and by approx. 30% in the case of the Iggloo variety compared to the grain yield obtained by fertilizing with a dose of 40 kg·ha⁻¹ N.

With the increase of nitrogen fertilization, the value of the leaf greenness index increased and the highest SPAD values were obtained by fertilization with the dose of 160 kg·ha⁻¹ N (by approx. 6,8%) compared to the leaf greenness index recorded by 40 kg·ha⁻¹ N. The mineral fertilization caused a decrease of the falling number from ca. 300 s after the application of 40 kg·ha⁻¹ N to about 275 s after the application of the highest dose of mineral fertilization (160 kg·ha⁻¹ N). The nitrogen fertilization increased in the initial pasting temperature from 77.3°C to 78.8°C. Moreover, the increase of nitrogen fertilization resulted in a significant decrease (by 12%) in the maximum viscosity of the sorghum flour suspension with water from 1980 (40 kg·ha⁻¹

N) to ca. 1736 AU ($160 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$), which may indicate good quality sorghum grains and its good baking properties.

The tested varieties differed significantly in morphological traits (stem diameter, culm (axis) diameter, panicle length), yield components (number of seeds in a panicle, the thousand grains weight) and the quality of grain and flour (falling number and initial gelatinization temperature). The smallest stem diameter was characteristic for plants of the Balto CS variety (13.2 mm), and the largest diameter - by Capello CS variety (15.6 mm), while the smallest panicle length was characteristic for plants of the Arfrio variety, and the largest panicle length - for the Capello CS variety (by about 20%). Capello CS was also characterized by the highest number of seeds in the panicle, which was 41% higher than that of the Balto CS variety. The cultivated sorghum varieties varied significantly in terms of the grain weight. The Arfrio variety produced the largest weight of thousand grains (TGW), and the Capello CS variety - significantly smaller TGW, by about 19%. Other varieties differed not significantly in terms of thousand grain weight. It was also observed that with the higher dose of the-mineral nitrogen fertilization, the TGW increased from 20.6 g with the fertilization-of $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ to 21.5 g with the dose of $160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$, which meant an increase of 4.4%. The sowing date did not significantly affect the TGW (thousand grain weight), although it was found that the sorghum cultivars sown in the optimal term developed the largest TGW (thousand grain weight), and the delay in sowing by two weeks resulted in a significant decrease of the TGW.

The best-yielding variety in the conditions of the Szczecin Lowlands turned out to be Capello CS the yielding potential of which was the highest in all research years and the average grain yield was ca. $7.9 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Nevertheless Iggloo variety had a stable yield in all study years, and the average grain yield was about $7.5 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$. The varieties Balto CS and Arfrio had a lower yield - ca. $6.9 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$, and the lowest yield in all years was obtained from the variety Friggo – ca. $6.5 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Despite this fact, the differences in the grain yields have not been statistically proven.

In the case of the quality parameters, the lowest falling number was found in wholemeal flour from variety Arfrio (270 s), while the highest falling number - in wholemeal flour from variety Capello CS (306 s). The initial gelatinization temperature was the lowest in the samples from grain of variety Capello CS ($75,8^{\circ}\text{C}$), and the highest - in the samples of the Balto CS variety ($79,5^{\circ}\text{C}$). The difference was almost 5%.

The influence of the sowing date and four levels of mineral nitrogen fertilization on yielding of sorghum and the reaction of sorghum varieties on these factors were different in particular years of the study, which was reflected in many significant interactions discussed in this doctoral thesis.

The paper also presents the results of the analysis of the correlation between the yield of sorghum grain and traits such as: plant height, stem diameter, culm diameter, panicle length, leaf greenness index and leaf area index (LAI), plant density and panicle density per unit area, panicle weight, number of 1st order branches of panicle, number and weight of grains in the panicle and weight of one thousand grains, falling number, initial and final gelatinization temperature, maximum suspension (gel) viscosity. The strongest positive correlation in the studied years were found between the yield and yield structure components, such as density of panicles per area unit, panicle weight, number and weight of grains in panicle. The number of 1st order branches of the panicle and the mass of a thousand grains also had a significant influence on the yield. A negative correlation was found between the grain yield and the plant density per unit area, which means that the lower the plant density, the greater the grain yield. This may indicate that it is necessary to undertake research into the optimal plants distribution on the area surface and density of sorghum plants in the canopy.

Key words: grain sorghum, varieties: Arfrio, Balto CS, Capello CS, Friggo, Iggloo, sowing date, mineral nitrogen fertilization, yield, yield components and grain quality

Streszczenie

Celem pracy była ocena wpływu trzech terminów siewu (wczesny, optymalny i późny) oraz czterech poziomów nawożenia mineralnego azotem (40, 80, 120 i 160 kg·ha⁻¹ N) na plonowanie i jakość ziarna pięciu odmian sorgo zwyczajnego: Arfrio, Balto CS, Capello CS, Friggo i Iggloo, uprawianych w celu uzyskania ziarna (sorgo ziarnowe). Sorgo zwyczajne (*Sorghum bicolor* Moench), a zwłaszcza jego odmiany ziarnowe, jest „nowym” gatunkiem roślin w Polsce, do tej pory nieuprawianym (tylko kilkadziesiąt hektarów w latach 2014-2019). Sorgo ziarnowe nie było i nie jest uprawiane w województwie zachodniopomorskim. Powodem tego są m.in. duże wymagania cieplne tego gatunku oraz brak zaaklimatyzowanych i zarejestrowanych odmian w Polsce. Trzyletnie doświadczenie zostało przeprowadzone w latach 2014-2016 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Lipniku koło Stargardu (53°20'35.8"N, 14°58'10.8"E, 21 m n.p.m.), należącej do Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Badania obejmowały ocenę parametrów budowy morfologicznej roślin sorgo, elementów struktury plonu i określenie wielkości plonu ziarna, a po zbiorze - analizę budowy wiechy poszczególnych odmian oraz ocenę wartości technologicznej ziarna (mąki z pełnego przemiału).

Uzyskane wyniki potwierdziły, że sorgo ziarnowe może być uprawiane z powodzeniem na Nizinie Szczecińskiej. O wielkości plonu ziarna i kształtowaniu się elementów struktury plonu decydowały przede wszystkim warunki meteorologiczne występujące w poszczególnych latach oraz termin siewu. Największe plony ziarna, tj. 8,2 t·ha⁻¹, uzyskano w roku o korzystniejszych warunkach meteorologicznych (w 2014 roku), natomiast niższe o ok. 22% plony ziarna (ok. 6,4 t·ha⁻¹) uzyskano w roku charakteryzującym się dłuższymi okresami suszy (w 2015 roku).

Najkorzystniejszym w warunkach Niziny Szczecińskiej okazał się termin wczesny, tj. wysiew pod koniec kwietnia / na początku maja, pod wpływem którego uzyskano największy plon ziarna wynoszący ok. 9 Mg·ha⁻¹, niezależnie od pozostałych czynników doświadczenia. W miarę opóźnienia terminu siewu plon ziarna istotnie zmniejszał się i wysiew sorga w terminie późnym, tj. w końcu maja / w pierwszej dekadzie czerwca spowodował zmniejszenie plonu o ok. 32%, tak że średni plon ziarna wynosił tylko 5,06 Mg·ha⁻¹. O wielkości plonu ziarna decydowały istotnie mniejsza obsada roślin i większa liczba wiech na jednostce powierzchni, większa masa pojedynczej wiechy oraz większa liczba i masa nasion w pojedynczej wieszce. Termin siewu nie miał wpływu na jakość ziarna.

Zastosowane nawożenie mineralne azotem wpływało istotnie na plon ziarna i na wartości indeksu zieloności liści oraz jakość ziarna (liczba opadania, początkowa temperatura kleikowania i maksymalna lepkość zawiesiny). Zwiększenie dawki nawożenia mineralnego azotem z 40 do 120 kg·ha⁻¹ N, średnio z lat badań, spowodowało istotny wzrost plonu ziarna o ok. 15% z ok. 6,5 do 7,5 Mg·ha⁻¹, niezależnie od pozostałych czynników doświadczenia. Dalsze zwiększenie nawożenia mineralnego do 160 kg·ha⁻¹ N wpłynęło na niewielkie obniżenie plonu ziarna. Działanie nawożenia mineralnego było niejednakowe w poszczególnych latach badań. W pierwszym (2014r.) i trzecim roku badań (2016r.) największy plon ziarna uzyskano po zastosowaniu największej dawki nawożenia mineralnego azotem, tj. 160 kg·ha⁻¹ N, natomiast w roku 2015 największy plon uzyskano po zastosowaniu dawki 120 kg·ha⁻¹ N.

Reakcja badanych odmian na nawożenie mineralne azotem była niejednakowa. W przypadku odmiany Balto CS stwierdzono istotne zwiększenie plonu po zastosowaniu azotu już w dawce 80 kg·ha⁻¹ N, natomiast dalsze zwiększenie poziomu nawożenia mineralnego spowodowało sukcesywny spadek plonu ziarna. W przypadku odmiany Capello CS i Friggo zwiększanie poziomu nawożenia mineralnego azotem z 40 do 120 kg·ha⁻¹ N spowodowało istotny wzrost plonu ziarna, a dalsze zwiększenie dawki azotu do 160 kg·ha⁻¹ N spowodowało niewielkie obniżenie plonu ziarna odpowiednio o ok. 6 i 4%. Odmiany Arfrio i Iggloo reagowały sukcesywnym zwiększeniem plonu ziarna w miarę zwiększania dawek nawożenia mineralnego azotem i najwyższe plony uzyskano z poletek nawożonych dawką 160 kg·ha⁻¹ N. Uzyskany plon był większy średnio o ok. 13% dla odmiany Arfrio i o 30% w przypadku odmiany Iggloo w porównaniu do plonu ziarna uzyskanego pod wpływem nawożenia dawką 40 kg·ha⁻¹ N.

Wraz ze wzrostem dawki nawożenia mineralnego azotem zwiększała się wartość indeksu zieloności liści i największe wartości SPAD stwierdzono u roślin nawożonych azotem w dawce 160 kg·ha⁻¹ N (o ok. 6,8%) w porównaniu do wartości indeksu zieloności liści zanotowanych przy dawce 40 kg·ha⁻¹ N. Zastosowane nawożenie mineralne azotem wpłynęło na jakość ziarna i spowodowało obniżenie liczby opadania z ok. 300 s po zastosowaniu 40 kg·ha⁻¹ N do ok. 275 s po zastosowaniu największej dawki azotu mineralnego (160 kg·ha⁻¹ N), co może świadczyć o niskiej aktywności α -amylazy. Zwiększenie nawożenia mineralnego azotem spowodowało zwiększenie początkowej temperatury kleikowania z 77,3°C do 78,8°C oraz istotny

spadek (o 12%) maksymalnej lepkości zawiesiny mąki z pełnego przemiału z wodą z 1980 ($40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$) do ok. 1736 AU ($160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$), co może świadczyć o dobrej jakości ziarna sorga i jego przydatności dla przemysłu zbożowo-młynarskiego i piekarskiego jako dodatek poprawiający wartość produktu końcowego.

W przeprowadzonych eksperymentach doświadczalnych badane odmiany istotnie różniły się budową morfologiczną (średnica łodygi, średnica dokłosa, długość wiechy), elementami struktury plonu (liczba nasion w wieszce, masa tysiąca ziaren) oraz jakością ziarna i mąki (liczba opadania i początkowa temperatura kleikowania). Najmniejszą średnicą łodygi cechowały się rośliny odmiany Balto CS (13,2 mm), a największą Capello CS (15,6 mm), zaś najmniejszą długością wiechy odznaczały się rośliny odmiany Arfrio, a największą - rośliny odmiany Capello CS (o około 20%). Odmiana Capello CS odznaczała się także największą liczbą nasion w wieszce, która była większa o 41% od liczby nasion odmiany Balto CS. Odmiany różniły się również pod względem wielkości wykształconego ziarna. Największą masę tysiąca ziaren wykształciła odmiana Arfrio, której MTZ wynosiła 22,9 g, a istotnie mniejszą MTZ o ok. 19% cechowała się odmiana Capello CS. Pozostałe odmiany nie różniły się istotnie masą tysiąca ziaren. Zaobserwowano także, że wraz z większą dawką zastosowanego nawożenia mineralnego azotem masa tysiąca ziaren zwiększała się z 20,6 g po zastosowaniu nawożenia w dawce $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ do 21,5 g po zastosowaniu dawki $160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$, co stanowiło wzrost o 4,4%. Termin siewu nie wpływał istotnie na masę tysiąca ziaren, natomiast stwierdzono tendencję, że odmiany sorgo wysiane w terminie optymalnym wykształciły największą masę tysiąca ziaren, natomiast zarówno siew we wczesnym terminie, a zwłaszcza opóźnienie siewu o dwa tygodnie w porównaniu do siewu w terminie optymalnym, spowodowało istotne zmniejszenie MTZ.

Najlepiej plonującymi odmianami sorga w warunkach Niziny Szczecińskiej okazały się odmiany Capello CS, której potencjał plonowania był największy we wszystkich latach badań, a średni plon ziarna wyniósł ok. $7,9 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz odmiana Iggloo, którą cechował wyrównany plon we wszystkich latach, a średni plon ziarna wyniósł ok. $7,5 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Mniejszy plon ziarna wydały odmiany Balto CS i Arfrio – ok. $6,9 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$, a najmniejszy plon we wszystkich latach badań uzyskano z odmiany Friggo – ok. $6,5 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Nie mniej jednak różnice w wielkości plonu ziarna nie były udowodnione statystycznie.

Oceniając jakość ziarna na podstawie parametrów jakościowych stwierdzono, że najniższą wartość liczby opadania charakteryzowała się odmiana Arfrio (270 s),

natomiast największą - odmiana Capello CS (306 s). Początkowa temperatura kleikowania była najniższa w próbkach pochodzących z ziarna odmiany Capello CS (75,8°C), zaś najwyższa – w próbkach odmiany Balto CS (79,5°C). Różnica ta wynosiła prawie 5%.

Wpływ terminu siewu, nawożenia mineralnego azotem i reakcja odmian nie były jednakowe w poszczególnych latach, co wyraziło się w wielu omówionych w pracy istotnych interakcjach.

W pracy przedstawiono również wyniki analizy współzależności pomiędzy plonem ziarna sorgo a cechami takimi jak: wysokość roślin, średnica łodygi, średnica dokłosa, długość wiechy, indeks zieloności liści oraz indeks pokrycia liściowego (LAI), obsada roślin, obsada wiech na jednostce powierzchni, masa wiechy, liczba rozgałęzień I-go rzędu wiechy, liczba i masa ziaren w wieszce oraz masa tysiąca ziaren liczba opadania, początkowa i końcowa temperatura kleikowania, maksymalna lepkość zawiesiny. Najsilniejszą pozytywną korelację z plonem ziarna w badanych latach i duży wpływ bezpośredni stwierdzono dla elementów struktury plonu takich jak obsada wiech na jednostce powierzchni, masa wiechy, liczba i masa ziaren w wieszce. Istotny wpływ na plonowanie miały też liczba rozgałęzień I-go rzędu wiechy oraz masa tysiąca ziaren. Stwierdzono natomiast ujemną zależność plonu ziarna od obsady roślin na jednostce powierzchni, co oznacza, że im mniejsza była obsada roślin, tym większy był plon ziarna. To może świadczyć o tym, że trzeba podjąć badania dotyczące optymalnego rozmieszczenia i zagęszczenia roślin sorgo ziarnowego w łanie.

Słowa kluczowe: sorgo ziarnowe, odmiany: Arfrio, Balto CS, Capello CS, Friggo, Iggloo, termin siewu, nawożenie mineralne azotem, plon, elementy struktury plonu i jakość ziarna



UNIwersytet
PRzyrodniczy
WE WROCLAWIU

INSTYTUT AGROEKOLOGII I PRODUKCJI ROŚLINNEJ

Wrocław 04.02.2021

Pan
Prof. dr hab. Arkadiusz Telesiński
Dziekan Wydziału Kształtowania Środowiska i
Rolnictwa
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny
w Szczecinie

Szanowny Panie Dziekanie,

Przesyłam recenzję rozprawy doktorskiej **mgr inż. Natalii Gierasimiuk** pt. „Wpływ terminu siewu i poziomu nawożenia azotem na plonowanie oraz jakość ziarna odmian sorgo zwyczajnego (*Sorghum bicolor* Moench)”.
Dziekanat Wydziału Kształtowania Środowiska i Rolnictwa

Informuję, że podpisaną umowę o dzieło, rachunek i pozostałe załączniki odesłane zostały bezpośrednio po otrzymaniu w połowie stycznia 2021 roku.

Z wyrazami szacunku

Sowinski Jozef



UNIwersytet PRzyrodniczy WE WROCLAWIU
INSTYTUT AGROEKOLOGII I PRODUKCJI ROŚLINNEJ
pl. Grunwaldzki 24 A, 50-363 Wrocław
tel. 071 320 15 12
e-mail: iaipr@upwr.edu.pl • www.upwr.edu.pl

Dziekanat Wydziału Kształtowania
Środowiska i Rolnictwa

Wrocław, dnia 20..... r.



Wrocław 05.02.2021

Prof. dr hab. Józef Sowiński

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgr inż. Natalii Gierasimiuk

pt. „Wpływ terminu siewu i poziomu nawożenia azotem na plonowanie oraz jakość ziarna odmian sorgo zwyczajnego (*Sorghum bicolor* Moench)”

Zasięg uprawy sorga zwyczajnego w świecie w ostatnim dwudziestoleciu jest na stabilnym poziomie i powierzchnia zasiewów w tym okresie wahała się od 39 do 46 mln ha. W tym samym czasie zbiory ziarna wynosiły od 53-68 mln ton. Pod względem produkcji ziarna sorgo zajmuje w świecie 5 miejsce wśród zbóż po kukurydzy, ryżu, pszenicy i jęczmieniu. Uprawa sorga ziarnowego jest możliwa w obszarach o szczególnie niekorzystnych warunkach klimatycznych i w krajach o niskim zużyciu przemysłowych środków produkcji oraz niskim poziomie infrastrukturalnego wyposażenia rolnictwa. Dlatego sorgo jest gatunkiem zbożowym o niskim poziomie plonowania, wynoszącym średnio w świecie 1,3-1,6 t ziarna z ha (lata 2000-2019).

Wartość gospodarcza sorga i jego potencjalne możliwości zagospodarowania i wykorzystania jak również potencjał plonowania zostały docenione w krajach o wysokim poziomie rolnictwa, a w szczególności w USA. Potwierdzeniem tego jest liczba zarejestrowanych mieszkańców znajdująca się na liście OECD, wynosząca prawie 1400 odmian *Sorghum bicolor* (L.) Moench i ponad 300 *Sorghum bicolor* (L.) Moench x *S. sudanense* (Piper) Stapf. Szerokie zainteresowanie tym gatunkiem wynika z dużego potencjału plonowania, adaptacji do stresowych warunków uprawy, zwłaszcza w kontekście niedoboru wody oraz szerokiego wykorzystania zarówno całej rośliny jak i ziarna sorga jako gatunku alternatywnego do kukurydzy. W USA od połowy lat 80-tych ubiegłego



wieku organizowany jest krajowy konkurs dla farmerów uprawiających sorgo (Konkurs plonów) i w 2020 roku zwyciężyła farmerka, która uzyskała 15,4 t ziarna sorga z ha (245,86 buszli z akra).

Dlatego wysoko oceniam podjęcie badań dotyczących uprawy sorga ziarnowego w północno-zachodniej Polsce. W naszych warunkach siedliskowych mało jest opracowań dotyczących możliwości uprawy sorga i wpływu wybranych elementów agrotechniki, zwłaszcza dotyczących sorga ziarnowego. Moim zdaniem przeprowadzenie takich badań było uzasadnione i celowe oraz aktualne pod względem naukowym jak i praktycznym, poszerzającym wiedzę o nadal mało znanym i słabo rozpowszechnionym w naszym kraju gatunku rośliny zbożowej.

Przedłożona do recenzji praca obejmuje 135 stron maszynopisu (41 tabel w tym 4 w aneksie i 7 fotografii). Wykaz literatury liczy 201 pozycji z czego 121 obcojęzycznych, głównie w języku angielskim i 11 pozycji ze źródeł Internetowych. Opracowania opublikowane w ostatnich 20 latach stanowią 94%. Układ dysertacji jest standardowy i składa się z 6 rozdziałów, których treści uwzględniają wszystkie elementy wymagane w pracach doktorskich. Wstęp, przegląd literatury wraz bibliografią obejmują łącznie 34 strony, metodyka 15 stron, wyniki badań zostały opisane na 30 stronach a dyskusja i wnioski na 22. Przesłana do oceny dysertacja nie zawiera wyodrębnionego celu pracy jak również cel nie został sprecyzowany jako odrębny akapit we wstępie jak również w przeglądzie literatury. Poza tą uwagę układ i proporcje pracy oceniam prawidłowo.

Tytuł pracy. „Wpływ terminu siewu i poziomu nawożenia azotem na plonowanie oraz jakość ziarna odmian sorgo zwyczajnego (*Sorghum bicolor* Moench)” odpowiada założeniom metodycznym i uzyskanym wynikom.

Wstęp. Autorka opisała podział sorga ze względów użytkowych nie ograniczając się jedynie do sorga ziarnowego. Scharakteryzowała grupy odmian i formy sorga podpierając się dostępną literaturą. Opis morfologiczny został przedstawiony ogólnie i ograniczony do organów generatywnych.

Następnie Autorka przedstawiła wartość żywieniową ziarna sorga porównując jego jakość do prosa i do kukurydzy. W kolejnym podrozdziale „Zagospodarowanie plonu” opis dotyczył zarówno ziarna jak i całych roślin sorga, słomy oraz produktów powstałych po wstępnych procesach przerobu biomasy (np. wytloki uzyskane po odzysku soku).

Wykorzystanie sorga przedstawiono szeroko i dotyczyło wielu obszarów zagospodarowania tej rośliny (od konsumpcyjnego do energetycznego i allelopatycznego).

Najszerzej opisanym podrozdziałem jest agrotechnika w której dokładnie przedstawiony został sposób uprawy „mix cropping”, który bezpośrednio uprawy sorga ziarnowego nie dotyczy. Przedstawione zagadnienia w większości zostały poprawnie zredagowane. Z małymi wyjątkami (np. „mix cropping”, czy wykorzystanie wytłoków po pozyskaniu soku z sorga cukrwego) są spójne i logiczne.

Cel pracy. Jak wspomniano wyżej cel pracy nie został wyodrębniony jak również opisany w odrębnym akapicie. Za uzasadnienie do podjętego tematu można uznać znajdujące się w końcowej części wstępu informacje, gdzie Autorka podaje zasadność podjęcia uprawy sorga jako alternatywnego gatunku do kukurydzy, zwłaszcza na glebach lekkich.

Metodyka badań. Autorka oprócz opisowego przedstawienia schematu doświadczenia, zamieściła dokumentację fotograficzną którą jednak nie powiązała stosownym cytowaniem. Wyjaśnienia wymaga również przeprowadzenie doświadczenia w 2 powtórzeniach i wpływu małej liczby powtórzeń na ścisłość doświadczenia. W podrozdziale dotyczącym opisu doświadczenia i metod badań zamieszczono informacje o technice uprawy. W rozdziale Materiał i metody podano zakres badań polowych i laboratoryjnych, opis wykorzystanych w doświadczeniu odmian, a także zastosowane metody analiz statystycznych i warunki doświadczenia.

Nie podano kiedy pobrano próby do pomiarów morfologicznych roślin sorga oraz na jakiej liczbie roślin dokonano pomiarów. Zamieszczona informacja, że próby zostały pobrane z 1 m² - 4 krotnie, wskazuje wykonanie pomiarów na różnej liczbie roślin wynoszącej od 20 do 25,5 rośliny (wartości uśrednione) (Tab. 18).

Dokonane pomiary były standardowe. W ocenie jakościowej ziarna zamieszczono MTZ i ocenę wartości wypiekowej mąki pełnoziarnistej według metod stosowanych jak u zbóż chlebowych. Przydatność tej analizy kwestionowała Autorka pisząc, że sorgo nie należy do zbóż chlebowych. Proszę o wyjaśnienie dlaczego ten wysilek został podjęty jak również dlaczego wartość pełnoziarnistej mąki sorga porównywano z gatunkami chlebowymi tzn. pszenicą i żytem. Może zasadnym byłoby porównanie z kukurydzą, która podobnie jak sorgo jest wykorzystana w przygotowaniu produktów dla osób dla których zalecana jest dieta bezglutenowa.

W szerokim zakresie przedstawiono warunki doświadczenia. Opis warunków glebowych nie uwzględnia międzynarodowej klasyfikacji FAO WRB. Wykonano standardową analizę zasobności w makroskładniki oraz przedstawiono skład granulometryczny. W charakterystyce warunków pogodowych zamieszczono średnią temperaturę, sumę opadów i usłonecznienia podając wartości dla poszczególnych dekad jak i dla miesięcy w okresie od kwietnia do października. Proszę Autorkę o wyjaśnienie dlaczego w opisie (pomijając dane w tabelach) niektórych parametrów pogody podawała wartości dla października podczas gdy zbiór sorga dokonywano w I lub II dekadzie września. Wartość pracy podnosi wskaźnik relacji opadów atmosferycznych do warunków termicznych. Do tego celu wykorzystano współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa w układzie miesięcznym. Zapewne lepszą możliwość opisu przebiegu wegetacji w zależności od warunków hydrotermicznych miałyby Autorka gdyby zamiast przedstawienia współczynnika hydrotermicznego w układzie miesięcznym obliczyć dla najważniejszych fenofaz sorga np.: siew-wschody itd., itp. Przedstawiony współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa umożliwia taką prezentację wyników.

Wyniki badań i dyskusja. Opis wyników podzielono na 21 podrozdziałów i zamieszczono w 29 czytelnych tabelach. Każda cecha została opisana bardzo szczegółowo w odrębnych podrozdziałach co było dużym ułatwieniem w opanowaniu materiału faktograficznego. Autorka starała się odnieść do wszystkich statystycznych różnic występujących w obrębie oznaczonej cechy i je skomentować. Utrudnieniem dla czytającego jest różny układ tabel przy kolejno opisywanych cechach. Proszę Autorkę o wyjaśnienie dlaczego np. w opisie wysokości roślin (tabela 9) przyjęto prezentację uzyskanych wyników w układzie:

- ✓ lata badań → w obrębie których wyróżniono nawożenia → a następnie termin siewu, natomiast wartości dla odmian i lat przedstawiono w odrębnej tabeli (tabela 10).

Podczas gdy dla średnicy łodygi (tabela 11) wyniki zaprezentowano w następujący sposób:

- ✓ termin siewu w obrębie którego zamieszczono wartości dla poszczególnych lat,
- ✓ nawożenie w obrębie którego zamieszczono wartości dla poszczególnych lat,
- ✓ odmiany w obrębie którego zamieszczono wartości dla poszczególnych lat.

W bardzo rozbudowanej dyskusji, Autorka przeanalizowała dostępną w temacie literaturę z uzyskanymi wynikami badań własnych. Dyskusja jest wartościową częścią pracy i mogłaby stanowić materiał do opracowania przeglądowego dotyczącego aktualnego stanu wiedzy na temat agrotechniki

Instytut Agroeologii i Produkcji Roślinnej

sorga. Autorka nie uniknęła w dyskusji pokusie opisanie wszystkiego co zostało opublikowane z zakresu tego gatunku. Szczególnie dotyczyło to cech morfologicznych sorga takich jak wysokość roślin czy średnica łodygi. Na przykład odmiana Sucrosorgo 506 nie zawiązuje w warunkach Polski ziarna a inne odmiany sorga cukrowego czy paszowego mające wysokość roślin w zakresie 250-400 cm charakteryzują się innymi cechami morfologicznymi i proporcjami poszczególnych organów niż sorgo ziarnowe.

Wnioski. Merytoryczną część pracy podsumowuje 12 bardzo rozbudowanych wniosków, w których dokonano konkluzji uzyskanych wyników badań. W niektórych przypadkach są to stwierdzenia a nie wnioski. Ponadto część z nich, w oparciu o przeprowadzone badania moim zdaniem powinny być inaczej sformułowane. Szczególnie dotyczy to wniosków 3, 8, 11.

Autorka w charakterystyce odmian podała, że bardzo wczesne odmiany to: Arfrio, Iggloo. Do grupy wczesnych zaliczona zostały odmiany Balto CS i Friggo, a średniowczesnych Capello CS. Niezależnie od odmiany i terminu siewu odmiany zostały zebrane w tym samym terminie, bez podania w jakiej fazie zbiór został przeprowadzony oraz jaka była wilgotność ziarna. Dodatkowo Autorka podkreśliła we wniosku 8. brak zmian w jakości ziarna od terminu siewu sorga, natomiast odmiany różniły się istotnie w wartości liczby opadania i początkowej temperaturze kleikowania. Z przeprowadzonych badań nie można wywnioskować, czy jest to efekt cech odmianowych czy zróżnicowanej dojrzałości ziarna. Jest to ważna informacja dla praktyki sugerująca, że niezależnie od terminu siewu, a w niektórych cechach również od odmiany uzyskuje się ziarno o podobnych parametrach jakościowych.

Brak zróżnicowanej reakcji odmian w plonie ziarna kwestionuje także zasadność wniosku 11. Na podstawie przeprowadzonych badań z odmiany średniowczesnej Capello CS uzyskano najwyższy plon ziarna (7,90 t z ha), podczas gdy z odmian bardzo wczesnych (średnio z dwóch odmian) plon ziarna był niższy o 0,65 t z ha. Uzyskane wyniki jednoznacznie wskazują, że uprawa odmian średniowczesnych zapewniła korzystniejsze efekty produkcyjne w północno-zachodniej Polsce niż odmiany wczesne pomimo, że statystycznie ta różnica nie została potwierdzona.

Podobnie uważam, że w oparciu o przeprowadzone badania powinien zostać sformułowany wniosek do praktyki sugerujący, że optymalny termin siewu sorga to koniec kwietnia. Uzyskany wyższy plon ziarna wskazuje na możliwość wcześniejszego siewu sorga na Nizinie Szczecińskiej i

INSTYTUT AGROEKOLOGII I PRODUKCJI ROŚLINNEJ

jednocześnie zweryfikowania założonego w badaniach terminu optymalnego. Brakuje takiego wniosku w ocenionej pracy.

Autorka wysiewała sorgo w obsadzie 35 ziaren na 1 m². Uzyskana obsada końcowa była o 29-43% niższa od planowanej. Jednocześnie we wszystkich latach badań i dla wielolecia wykazano negatywną korelację pomiędzy liczbą roślin a plonem ziarna. Jest to bardzo ważna informacja, uzyskana w trakcie przeprowadzonych doświadczeń. Sugeruje ona, że zalecana w literaturze obsada roślin na glebie lekkiej jest zbyt wysoka. Uzyskane wyniki potwierdzają zalecenia agrotechniczne w uprawie kukurydzy, gdzie na glebach lekkich zaleca się mniejszą obsadę niż na zasobnych i o dobrych warunkach wilgotnościowych.

Podczas czytania pracy doktorskiej nasunęły się pytania szczegółowe oraz propozycja uściślenia lub uzupełnienia podczas przygotowywania pracy do druku:

- w jednym zdaniu Autorka pisze, że sorgo jest gatunkiem w Polsce nieuprawianym a jednocześnie podaje, że uprawiane jest na kilkudziesięciu ha (str. 7),
- sugeruję stosowanie identycznych jednostek w pracy, zwłaszcza podstawowych do których zaliczam plon ziarna (str. 8),
- co Autorka rozumie pod pojęciem *...naturalnie występuje w pasie obejmującym ...* (str. 17). W literaturze przedmiotu podaje się, że centrum pochodzenia sorga to północno-wschodnia Afryka skąd sorgo wraz z wędrówką ludów rozprzestrzeniło się na obszary wskazane przez Autorkę,
- nie podano źródła informacji o liczbie gatunków jakie należą do rodzaju sorgo (str. 18),
- powtórzone zdanie o występowaniu sorga (str. 19),
- sorgo zawiązuje, jak inne zboża jednonasienne ziarniaki a nie nasiona (str. 23). Określenie nasiona powtarza się kilkakrotnie w pracy,
- proszę skorygować ilość wysiewu. Podano MTZ w zakresie 28-35 g, obsadę 180-325 tys. na ha, to ilość wysiewu nie może być w tak szerokim zakresie 6,0-30,0 kg na ha (str. 28). Podany zakres wymaga weryfikacji,
- podawanie plonu wiech sorga paszowego jest niezasadne. U tej formy sorga zbiera się całe rośliny i wiechy nie stanowią odrębnego plonu (str. 30). Ponadto sorgo paszowe (cukrowe

Instytut Agroeologii i Produkcji Roślinnej

- głównie) w większości w naszych warunkach nie zawiązuje ziarna lub ziarno nie osiąga dojrzałości zbiorczej,
- nie podano jakie nawozy zostały zastosowane zwłaszcza do nawożenia pogłównego, co mogło mieć wpływ na uszkodzenia roślin,
 - nie należy mylić Soil Plant Analysis Development (SPAD) który podaje wartości nie jednostkowe z zawartością chlorofilu a i b wyrażoną mg g^{-1} świeżej masy. Miernik SPAD na podstawie koloru liści określa stan odżywienia azotem określany indeksem zieloności i pośrednio może świadczyć o zawartości chlorofilu (str. 57). Stwierdzenie takie należałoby potwierdzić poprzez równoczesne z pomiarem SPAD oznaczenie zawartości chlorofilu a i b i obliczenie współczynnika korelacji,
 - niewłaściwe jest określenie „W 2016 roku odmiany *Friggo* i *Capello CS* wykształciły istotnie większy indeks zieloności ... (str. 59),
 - czy plon ziarna jest elementem struktury plonu? (str. 60),
 - co według Autorki oznacza określenie sukcesywnie? Jeśli plon ziarna w 2016 roku w terminie optymalnym zmniejszył się w stosunku do wczesnego o 0,46 t z ha, a w terminie późnym o dalsze 3,65 t z ha czy taki spadek można określić jako sukcesywny? Ponadto słowo sukcesywnie było zbyt często używane w pracy.
 - Autorka posługuje się określeniami powszechnymi lub niezręcznymi np. *polskich uprawach, w takiej sytuacji, w momencie, fundamentalne, cała uprawa, groźne w skutkach uszkodzenie skrobi*.

W pracy nie znalazłem cytowanych w spisie dwóch pozycji literatury:

Kruczek i in. 2014a i Samborski i in. 2006. Ponadto na stronie 45 Autorka powołuje się na opracowanie Stachowskiego 2010, które nie zostało umieszczone w spisie bibliografii.

Pozytywnie oceniam pracę a za szczególne cenne uważam:

- aktualność problematyki i podjęcie tematu słabo udokumentowanego w literaturze pochodzącej z naszego kraju,
- prawidłowo opracowany i bogaty zasób literatury (w tym dominujące źródła literatury w językach obcych).



Instytut Agroeologii i Produkcji Roślinnej

Stwierdzam, że zrealizowano zakres badań jaki jest niezbędny do uzyskania stopnia naukowego doktora. Oceniam pracę jako dobrą wnoszącą wartościowe informacje do przedmiotu badań. Szczegółowe komentarze mają na celu wskazanie na co Autorka powinna zwrócić większą uwagę w przyszłości w trakcie pracy naukowej, krytycznego podejścia do naukowej aktywności jak i przy przygotowaniu pracy do druku.

Biorąc po uwagę całokształt pracy stwierdzam, że rozprawa Pani mgr inż. Natalii Gierasimiuk „Wpływ terminu siewu i poziomu nawożenia azotem na plonowanie oraz jakość ziarna odmian sorgo zwyczajnego (*Sorghum bicolor* Moench)” spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim z dziedziny nauk rolniczych, dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo zgodnie z ustawą z dnia 18 marca 2011 roku o zmianie ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym, ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki oraz o zmianie niektórych innych ustaw (Dz.U. 2011 nr 84, poz. 455) z późn. zm. oraz Rozporządzeniem MNiSW z dnia 20 września 2018 r. (Dz.U. z 2018 r poz. 1818) i wnioskuję do Senatu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie o dopuszczenie mgr inż. Natalii Gierasimiuk do dalszych etapów przewodu doktorskiego i publicznej obrony tej pracy doktorskiej.

Sowiński Józef

Prof. dr hab. Hanna Sulewska
Nauki rolnicze, dyscyplina rolnictwo i ogrodnictwo
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Agronomii
60-632 Poznań, ul. Dojazd 11

R e c e n z j a

rozprawy doktorskiej mgr inż. Natalii Gierasimiuk zatytułowanej:

„Wpływ terminu siewu i poziomego nawożenia azotem na plonowanie oraz jakość ziarna odmian sorgo zwyczajnego (*Sorghum bicolor* Moench)”

Recenzję wykonałam na zlecenie Pana Dziekana Wydziału Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, prof. dr hab. inż. Arkadiusza Telesińskiego, skierowane na podstawie uchwały 260 Senatu ZUT w Szczecinie z 21 grudnia 2020.

Ocena wyboru problematyki badawczej

Ocieplaniu się klimatu na kuli ziemskiej, które postępuje we wszystkich strefach geograficznych, towarzyszą zauważalne zmiany we florze i faunie zbiorowisk naturalnych. Obserwujemy także nowo pojawiające się organizmy szkodliwe zarówno dla biocenoz jak i pól uprawnych. Zmiany te wymuszają dostosowania do zmieniających się warunków, a w dalszej perspektywie przetrwają tylko gatunki, które zdołały się przystosować. Również w działalności człowieka ciągle następują adaptacje do zmian podyktowanych różnymi względami w tym klimatycznymi.

Proces ocieplania się klimatu jest bardzo groźny, a naruszona w latach 70' XX wieku równowaga i zdolność planety do powrotu do stanu homeostazy obrazują w jak złym położeniu jesteśmy. Z trudem przychodzi nam dostosowywanie produkcji roślinnej do aktualnie permanentnie występujących w sezonach wegetacyjnych okresów suszy. W tym aspekcie podjęcie przez Panią mgr inż. Natalię Gierasimiuk badań nad sorgiem, rośliną jak podaje literatura bardziej niż kukurydza odporną na suszę, a ponadto różniącą się od niej okresem największego zapotrzebowania na wodę uznaję za bardzo trafne zarówno w aspekcie poznawczym jak i użytkowym.

Autorka oceniła możliwości plonowania pięciu odmian sorgo, różniących się długością wegetacji w zależności od terminu siewu i nawożenia azotem, wskazując najtrafniejsze agrotechniczne rozwiązania w uprawie przedmiotowego gatunku.

Świat żywi się dziś w zasadzie 10 gatunkami roślin uprawnych, nie wykorzystując 99,6% istniejących roślin użytkowych (Priwieziencsev ucbs.uw.edu.pl/wyklady2010/wyklad-Priwieziencsev-Sieniarska.doc). Tak drastyczne w porównaniu z naszymi dalekimi przodkami ograniczenie diety jest między innymi przyczyną tzw. „chorób cywilizacyjnych”. Doktorantka analizując wybrane parametry oceny technologicznej ziarna sorga przybliżyła możliwości spożywczego wykorzystania tego gatunku, co w mojej opinii jest również cenne.

2. Formalna ocena pracy

Tytuł rozprawy zasadniczo został właściwie sformułowany i dobrze opisuje obszar zainteresowań mgr inż. Natalii Gierasimiuk, choć w mojej opinii fragment „...oraz jakość ziarna” jest nieprecyzyjny, gdyż osoba czytająca spodziewa się znaleźć w pracy zawartości składników odżywczych, a nie tylko wybranych parametrów oceny technologicznej ziarna.

Przedstawiona do oceny rozprawa składa się ze 123 stron tekstu i 8 stron aneksu (na których zamieszczono współczynniki korelacji Pearsona plonu z cechami morfologicznymi, komponentami plonowania oraz parametrami jakościowymi ziarna). W pracy zamieszczono 37 tabel z wynikami przeprowadzonych badań oraz 8 fotografii dokumentujących materiał doświadczalny. Rozprawa składa się z 7 rozdziałów, ułożonych w sposób klasyczny: Wstęp z przeglądem literatury, Materiał i metody, Wyniki badań, Dyskusja, Stwierdzenia i wnioski, Piśmiennictwo, Spis tabel. Praca, zgodnie z wymaganiami zawiera także streszczenia w języku polskim i angielskim.

Autorka przytoczyła 201 pozycji literatury tematu, w tym 109 zagranicznych (54,2%), a 96 (47,8%) z nich zostało opublikowanych w ostatnich 10 latach. Ponadto Doktorantka przytoczyła 11 prac internetowych.

Merytoryczna ocena pracy

W rozdziały „Wstęp” i „Przegląd literatury” zostały opracowane prawidłowo. Doktorantka charakteryzuje gatunek, jako stosunkowo nowy w uprawie na terenie Europy, przedstawiając jego wymagania i agrotechnikę. Zamieściła zarówno opis morfologii różnych form sorga jak i scharakteryzowała wartość żywieniową ziarna oraz możliwości zagospodarowania plonu. Autorka przytoczyła prace innych autorów dotyczące także terminu siewu i nawożenia sorga, w tym azotem, przybliżając stan aktualnej wiedzy na temat reakcji gatunku na wybrane przez siebie czynniki badawcze.

Pani Magister w wielu miejscach tego rozdziału a także innych porównała sorgo z kukurydzą, wskazując wymagania i szczególne wartości obu gatunków, co odbieram jako potrzebne i właściwe, gdyż są to gatunki subtropikalne, o fotosyntezie typu C4.

W standardowym opracowaniu rozpraw doktorskich rozdział „Wstęp” kończy się podaniem celu badań, a czasem nawet wydzieleniem celów szczegółowych. W przedmiotowej pracy cel podano w streszczeniach polskim i angielskim, zatem można go znaleźć na początku pracy.

W rozdziale „Materiał i metody” można znaleźć opis doświadczenia i czynników badawczych z ich poziomami, precyzyjny opis lokalizacji i agrotechniki doświadczenia, podano także metody, którymi posłużono się przy pomiarach i analizach poszczególnych cech i parametrów. Znajduje się tu także charakterystyka odmian sorga i metody analizy statystycznej, które wykorzystano przy opracowywaniu wyników. Odrębne podrozdziały 2.5.1. i 2.5.2. poświęcono charakterystyce warunków glebowych i pogodowych. Rozdział ten został opracowany dobrze i zawiera precyzyjne opisy oraz odwołania literaturowe do metod jakimi posłużono się w ocenie badanych parametrów roślin sorga.

Proszę wyjaśnić z jakiej przyczyny doświadczenia wykonano w dwóch replikacjach, podczas gdy standardem dobrej praktyki eksperymentalnej są trzy a nawet cztery powtórzenia, co w sytuacjach losowych pozwala na oszacowanie wyniku z każdej kombinacji.

Proszę również podać na ilu roślinach wykonywano pomiary biometryczne, gdyż w pracy podano, że na roślinach z 1m^2 , co pozwala przypuszczać, że liczba roślin poddawanych pomiarom była różna dla poszczególnych obiektów doświadczalnych, skoro jak podano na str. 61 „...były wypadki roślin z różnych przyczyn”.

Przygotowując zebrane materiały do publikacji sugeruję przedstawienie zaopatrzenia roślin w wodę w poszczególnych latach metodą Sielianinowa w ujęciu dekadowym, co będzie bardziej precyzyjne i pozwoli trafniej wyznaczyć okresy suszy oraz lepszego uwilgotnienia.

Rozdział „Wyniki badań” został opracowany w sposób standardowy i poprawny. Doktorantka dla każdej z badanych cech w odrębnych tabelach przedstawiła istotność zróżnicowania wyników, a w innych wyniki uzyskane w każdym z trzech lat badań oraz w ujęciu syntezy z lat.

Sugeruję, że przygotowując publikację pewnie warto przedstawić tylko syntezę z trzech lat, co umożliwi jasne wskazanie najkorzystniejszych z badanych wariantów uprawy.

Pani Magister określiła i przeanalizowała wpływ badanych czynników na wiele cech morfologicznych sorga takich jak: wysokość roślin, średnice łodyg i dokłosa, długość wiech, liczbę rozgałęzień pierwszego rzędu wiech, indeks zieloności liści (SPAD), indeks pokrycia liściowego (LAI), określiła również plon ziarna i komponenty plonowania przedstawiając obsadę roślin i wiech, masę pojedynczej wiechy, masę ziarna z pojedynczej wiechy, liczbę ziaren, MTZ, a także wybrane cechy charakteryzujące wartość technologiczną ziarna zebranego ze wszystkich badanych wariantów uprawy. Szeroki wachlarz przebadanych cech pozwala z całą pewnością na uzupełnienie ubogiej dotychczas charakterystyki pięciu badanych odmian sorga. W mojej opinii jest to bardzo ważny rezultat przedmiotowej pracy, który ponadto pozwoli na lepsze, precyzyjniejsze dopasowywanie odmian sorga do warunków uprawy. Badania te otwierają także dalsze perspektywy, i wskazują celowość rozszerzenia badań o aspekt oddziaływań również regionalnych.

Autorka w większości przypadków umiejętnie wykorzystała wyniki analizy wariancji, pokazując, że zna meritum takich ocen. Mam zastrzeżenia jednak do kilku interpretacji, które z obowiązku recenzenta muszę wskazać.

Na str. 69 podano, że „...plon ziarna rósł do $120\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\text{ N}$ ”, a istotny przyrost plonu ziarna nastąpił tylko do dawki $80\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\text{ N}$, a dalszy wzrost plonu po zastosowaniu dawki $120\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\text{ N}$ był już nieistotny statystycznie.

Podobnie i nieprecyzyjnie zinterpretowano reakcję odmiany Capello CS na nawożenie, dla której podano, że „...zwiększenie poziomu nawożenia azotem z 40 do $120\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\text{ N}$ spowodowało istotny wzrost plonu ziarna, a dalsze zwiększanie dawki do $160\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\text{ N}$ spowodowało obniżenie...”. Zwracam uwagę, że istotny wzrost plonu nastąpił po zmianie dawki z 40 do $80\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\text{ N}$, a dalsze zwiększanie dawki do $120\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\text{ N}$ nie generowało istotnego statystycznie przyrostu plonu. Oczywiście różnica w plonie pomiędzy dawkami 40 i $120\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\text{ N}$ była statystycznie istotna.

Podobnie na str. 73, na której opisano dane zawarte w tab. 31 – „Zwiększenie nawożenia azotowego z 40 do 160 kg·ha⁻¹ ...spowodowało istotny spadek liczby opadania”, natomiast istotny spadek tej liczby nastąpił już po zwiększeniu dawki do 120 kg·ha⁻¹ N.

Podobne niedociągnięcia w interpretacji wyników analizy wariancji wystąpiły również przy opisie innych cech (np. str. 74 - tab.31, str. 35 – tab. 32).

Ta nieprecyzyjna interpretacja analizy wariancji została dalej powielona w rozdziałach „Dyskusja” i „Wnioski”.

Rozdział „Dyskusja” zasadniczo został opracowany właściwie. Autorka umiejętnie wykorzystała literaturę tematu, przytaczając badania wykonane w podobnym zakresie w Polsce i innych krajach w tym tropikalnych.

Podsumowaniem pracy są „Stwierdzenia i wnioski”, wśród których więcej jest tych pierwszych, dlatego sugeruję, że przygotowując publikację należy zredagować je bardziej syntetycznie. Chcę jednak podkreślić, że ujęto w nich wszystkie najważniejsze wyniki przeprowadzonych badań i uwaga ta dotyczy ich strony redakcyjnej.

Wszystkie uwagi traktuję jako pewne niedociągnięcia i jestem przekonana, że nie obniżają one wysokiej wartości merytorycznej recenzowanej pracy doktorskiej.

Za najważniejsze rezultaty w przedłożonej do oceny pracy uznaję:

- wykazanie, że w Polsce można osiągać stosunkowo wysokie i zadawalające plony ziarna sorga uprawiając odmiany bardzo wczesne, wczesne ale także średnio-wczesne, które w zależności od warunków uprawy w latach mogą wahać się od 4,4 do 10,6 t·ha⁻¹,
- znakomite poszerzenie charakterystyki pięciu badanych odmian sorga o wiele cech biometrycznych i technologicznych,
- udokumentowanie reakcji pięciu odmian sorga na zróżnicowane nawożenie azotem i termin siewu,
- potwierdzenie silnego związku pomiędzy terminem siewu a regionem uprawy, co w pewnym zakresie porządkuje wyniki prac prezentowanych przez innych autorów,
- wykazanie, że mąka sorga z pełnego przemiału, z uwagi na podobną liczbę opadania jak mąka pszenna o wysokiej jakości może służyć jako polepszacz mąk pszennych i żytnich o wysokiej aktywności α -amylazy.

Chcę ponadto podkreślić, że Doktorantka potrafiła formułować podsumowanie dla praktyki rolniczej (wniosek 11), co oceniam wysoko.

Pani Magister zebrała i przytoczyła właściwe pozycje literatury, a jej wykaz został przygotowany prawie bezbłędnie.

Praca doktorska Pani mgr inż. Natalii Gierasimiuk jest w mojej opinii wartościowym opracowaniem, które poszerza wiedzę z zakresu uprawy i wykorzystania sorga w Polsce.

Wniosek końcowy

Przedstawiona do oceny rozprawa mgr inż. Natalii Gierasimiuk spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim z dziedziny nauk rolniczych, w dyscyplinie Rolnictwo i Ogrodnictwo, zgodnie z ustawą z dnia 18 marca 2011 r. o zmianie ustawy – Prawo o szkolnictwie wyższym, ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz o zmianie niektórych innych ustaw (Dz.U. 2011 nr 84, poz. 455) z późn. zm. oraz Rozporządzeniem MNiSW z dnia 20 września 2018r. (Dz. U. z 2018r. poz. 1818).

Stawiam zatem wniosek do Senatu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, o dopuszczenie mgr inż. Natalii Gierasimiuk do dalszych etapów postępowania w przewodzie doktorskim.

Uwagi:

W nomenklaturze agronomicznej przed laty określenie „elementy struktury plonu” zastąpiono nazwą „komponenty plonowania” lub „składowe plonu”, uznając, że wyraz struktura oznacza procentowy udział przykładowo jakiejś części rośliny w jej całej masie [udział kolb w plonie s.m. kukurydzy (%)].

W wielu miejscach użyto określenia „nawożenie azotowe”, poprawnie jest nawożenie azotem.

Tytuł tab. 20 – „Współczynnik krzewistości sorgo...”; powinien brzmieć „Współczynnik krzewienia produkcyjnego sorgo...”.

Brak opisów udowodnionych interakcji czynników we wpływie na długość wiechy (tab. 13), MTZ (tab. 24).

W rozdziałach „Wyniki badań” i „Dyskusja” znajdują się powtórzenia treści dotyczących liczby opadania.

Na str. 18 jest Goldwin i in. 2000; powinno być Godwin i Gray 2000.

Na str. 21 jest Popescu i in. 2014; powinno być Popescu i Condei 2014.

Na str. 24 i 28 jest Frankowski 2017 a w wykazie jest Frankowski 2016.



Hanna Sulewska

Poznań, 01.02.2021

UCHWAŁA NR 84
Senatu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie
z dnia 17 maja 2021 r.

w sprawie nadania mgr inż. Natalii Gierasimiuk
stopnia doktora

Na podstawie art. 179 ust. 1 i 3 pkt 2b ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1669, z późn. zm.) w związku z art. 14 ust. 2 pkt 5 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (tekst jedn. Dz. U. z 2017 r. poz. 1789, z późn. zm.) uchwala się, co następuje:

§ 1.

Senat Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie nadaje mgr inż. Natalii Gierasimiuk stopień doktora w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

§ 2.

Uchwała wchodzi w życie z dniem podjęcia.

Przewodniczący Senatu

Rektor

dr hab. inż. Jacek Wróbel, prof. ZUT