

СЕКЦІЯ 1.

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКО-ГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЗА ЗМІНИ КЛІМАТУ

PORÓWNANIE PLONOWANIA TRZECH ODMIAN KUKURYDZY NA ZIELONĄ MASĘ W DWÓCH SEZONACH WEGETACYJNYCH

COMPARISON OF YIELDS OF THREE MAIZE VARIETIES FOR GREEN MATTER IN TWO GROWING SEASONS

A. Borusiewicz¹, J. Lisowski², K. Szymanowski³

¹Assoc. Prof. DSc, Phd, Eng. Andrzej Borusiewicz

International Academy of Applied Sciences in 19 Studencka St. Lomza 18-402

e-mail: Andrzej.borusiewicz@mans.edu.pl

²Doctor of Agricultural, Eng., Janusz Lisowski, prof. MANS

International Academy of Applied Sciences in 19 Studencka St. Lomza 18-402

e-meil: janusz.lisowski@mans.edu.pl

³ Eng. Karol Szymanowski

International Academy of Applied Sciences in 19 Studencka St. Lomza 18-402

karol.szymanowski@poczta.mans.edu.pl

Streszczenie

W dwuletnim badaniu przeprowadzonym w latach 2022-2023 w Zakładzie Doświadczalnym Oceny Odmian w Marianowie (53°13' N, 22°07' E) porównano plonowanie trzech odmian kukurydzy na kiszonkę: SM Perseus, SM Varsovia i Inspiro. Celem pracy było wykonanie pomiarów wysokości roślin, długości i masy kolb kukurydzy oraz plonu suchej masy. Największy wpływ na plonowanie roślin miały warunki klimatyczne. W 2022 roku odmiana SM Perseus osiągnęła najwyższy plon suchej masy, wynoszący 246,17 dt·ha⁻¹, podczas gdy odmiana Inspiro uzyskała najniższy plon wynoszący 228,25 dt·ha⁻¹. W 2023 roku plon odmiany SM Perseus wyniósł 225,4 dt·ha⁻¹, a odmiany Inspiro 184,8 dt·ha⁻¹. W 2022 roku najwyższą wysokość osiągnęła odmiana SM Perseus 363,5 cm, jednak w 2023 roku wysokość jej wynosiła 328,5 cm. Natomiast najniższa wysokość roślin w 2022 roku odnotowano dla odmiany Inspiro 357,0 cm, a w 2023 roku dla odmiany SM Varsovia 319,0 cm. W zakresie długości i masy kolb kukurydzy w 2022 roku najlepsze parametry uzyskała odmiana SM Perseus, średnia masa wynosiła 293 g, a długość 23,9 cm. Najkrótszą kolbę miała odmiana Inspiro, która osiągnęła długość 21,2 cm i wagę 265 g. W 2023 roku odmiana SM Perseus nadal zachowywała przewagę, ważąc średnio 200,4 g i mierząc 16,3 cm, podczas gdy odmiana Inspiro miała tylko 188,3 g i 14,9 cm długości.

Słowa kluczowe: kukurydza, kolba kukurydzy, plonowanie, plon suchej masy, kiszonka

Abstract

In a two-year study conducted from 2022 to 2023 at the Variety Evaluation Experimental Station in Marianów (53° 13' N, 22° 07' E), the yields of three maize varieties for silage were compared: SM Perseus, SM Varsovia and Inspiro. The aim of the study was to measure plant height, length and weight of maize cobs and dry matter yield. Climatic conditions had the greatest influence on plant yield. In 2022, the SM Perseus variety achieved the highest dry matter yield of 246.17 dt·ha⁻¹, while the Inspiro variety had the lowest yield of 228.25 dt·ha⁻¹. In 2023, the yield of the SM Perseus variety was 225.4 dt·ha⁻¹, while that of the Inspiro variety was 184.8 dt·ha⁻¹. In 2022, the SM Perseus variety achieved the highest height of 363.5 cm, but in 2023 its height was 328.5 cm. In contrast, the lowest plant height in 2022 was recorded for the Inspiro variety at 357.0 cm and in 2023 for the SM Varsovia variety at 319.0 cm. In terms of maize cob length and weight, the SM Perseus variety had the best parameters in 2022, with an average weight of 293 g and a length of 23.9 cm. The shortest cob was the Inspiro variety, which reached a length of 21.2 cm and a weight of 265 g. At 2023, the SM Perseus variety continued to maintain its advantage, weighing an average of 200.4 g and measuring 16.3 cm, while the Inspiro variety was only 188.3 g and 14.9 cm long.

Keywords: maize, maize cob, yield, dry matter yield, silage

Wstęp

Kukurydza (*Zea mays L.*) jest to roślina zbożowa charakteryzująca się wysoką wydajnością ziarna, jak również dużym plonem zielonej masy z przeznaczeniem na kiszonkę. Wywodzi się z Ameryki, gdzie miały miejsce pierwsze początki jej uprawy. Do Europy dotarła i upowszechniła się po wyprawach Krzysztofa Kolumba [Ranum i inni 2014]. Obecnie plantacje kukurydzy znajdują się na całym świecie i ciągle powstają nowe odmiany mieszańców. Istotnym celem w hodowli tego zboża jest osiągnięcie jak najwyższego plonu ziarna lub suchej masy o bardzo wysokich parametrach jakościowych.

W polskich warunkach glebowo-klimatycznych kukurydza dobrze zniosła aklimatyzację [Skwarek, Pipiak 2020]. Zyskała popularność, oraz duże zainteresowanie wśród producentów rolnych i potencjalnych konsumentów. W związku z ciągle rosnącą hodowlą bydła i produkcją mleka odgrywa ważną rolę żywieniową. Stanowi również wartościowy pokarm dla innych zwierząt hodowlanych i gospodarskich takich jak drób i trzoda chlewna.

Kukurydza ma szeroki wachlarz zastosowania, poczynając od wytwarzania paszy po przetwórstwo w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym, chemicznym, energetycznym i

produkcji biopaliw. Biorąc pod uwagę jej wysokoenergetyczne właściwości jest rośliną przyszłościową jako surowiec do uzyskiwania biogazu rolniczego. W tym kierunku tworzy się nowe odmiany kukurydzy, aby otrzymać jak najlepszej jakości kiszonkę do produkcji energii [Borusiewicz i inni 2020]. Pola uprawne z tym zbożem znajdują na terenie całego kraju, gdzie dobór odmian uzależniony jest od kierunku produkcji, jak też długości okresu wegetacyjnego w danym regionie [Bereś, Mrówczyński 2016].

Powierzchnia zasiewów kukurydzy zarówno na ziarno jak i kiszonkę w ostatnich latach ciągle wzrasta, co wiąże się z jej dużym zapotrzebowaniem w sektorze gospodarczym jak i przetwórczym. W Polsce w 2017 roku ogólna powierzchnia kukurydzy wynosiła 1158 tys. ha, zaś w 2023 roku zwiększyła się już do 1867 tys. ha. W latach 2017 - 2023 powierzchnia uprawy kukurydzy na ziarno zwiększyła się o 123,3%, natomiast powierzchnia uprawy kukurydzy przeznaczonej na zielonkę wzrosła o 2,6 %. [GUS 2021; GUS 2023]. Powierzchnia kukurydzy uprawianej na ziarno znacząco przewyższa powierzchnię uprawy przeznaczoną na zieloną masę, co przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Powierzchnia uprawy kukurydzy w Polsce w latach 2017-2023

Table 1. Area under maize cultivation in Poland between 2017 and 2023

Lata	Powierzchnia uprawy kukurydzy na zielonkę [tys. ha] <i>Area under maize for green fodder [thousand ha]</i>	Powierzchnia uprawy kukurydza na ziarno [tys. ha] <i>Area under grain maize [thousand ha]</i>	Powierzchnia uprawy kukurydzy ogółem [tys. ha] <i>Total area under maize [thousand ha].</i>
2017	596	562	1158
2018	602	645	1247
2019	600	665	1265
2020	675	946	1621
2021	692	998	1690
2022	637	1196	1833
2023*	612	1255	1867

*GUS Wynikowy szacunek głównych ziemiopłodów rolnych i ogrodnich z dnia 18.12.2023

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS 2018-2023

*CSO Resulting estimate of the main agricultural and horticultural crops of 18.12.2023

Source: own compilation based on CSO data 2018-2023

Kukurydza obecnie jest rozpowszechniona niemalże na każdym kontynencie, gdzie Stany Zjednoczone, Chiny i Brazylia są największymi producentami ziarna na świecie. Choć jest rośliną ciepłolubną, pochodzącą z bardzo ciepłego klimatu w środkowym Meksyku, to dobrze aklimatyzuje się również w innych częściach świata. Tworzenie coraz to nowszych odmian pozwala

na lepszy wzrost i rozwój roślin, a także dostosowanie ich do nowych warunków atmosferycznych panujących w danym obszarze uprawowym [Ranum i inni 2014].

Kukurydza jest jednym z podstawowych składników naszej diety jak również wartościową karmą dla bydła, drobiu i innych zwierząt hodowlanych. W przeciągu wielu wieków istotnie udoskonalono technikę jej uprawy, a rośliny pod względem genetycznym są różnie modyfikowane i dostosowywane do potrzeb konsumenckich.

Wszelakie walory odżywcze kukurydzy oraz przetwarzanie w różnych gałęziach przemysłu dają potrzebę jej uprawy na dużą skalę. W Polsce już dawno wzbudziła wielkie zainteresowanie i z roku na rok dynamicznie wzrasta powierzchnia pól zasiewanych kukurydzą. Gospodarstwa ukierunkowane na produkcję mleka, bądź hodowlę bydła opasowego stosują kukurydzę w żywieniu jako kiszonkę z całych roślin, kiszonkę z kolb (CCM) oraz w formie ziarna kiszzonego, suszonego lub mielonego. Jest to wartościowe źródło energii i białka niezbędne w prawidłowym żywieniu zwierząt, co wiąże się z wzrostem produkcji mleka i pozyskaniem dobrej jakości mięsa [Lisowski, Nicikowski 2020].

Rolnicy nieustannie zwiększają powierzchnię siewu kukurydzy, zbierając coraz to lepsze plony ziarna jak i zielonej masy przeznaczonej na kiszonkę. Potencjał plonotwórczy tej rośliny ciągle wzrasta, poprzez wprowadzanie na rynek coraz to wydajniejszych odmian mieszańcowych i doskonalenie technik agronomicznych. Według Nowaka [2023] jedna trzecia uzyskanego plonu uwarunkowana jest doбором właściwej odmiany z wysoką produktywnością. Zjawisko heterozji odzwierciedla bujność mieszańców, która ma swoje odbicie w pierwszym pokoleniu F₁. Są to odmiany wysokopienne otrzymywane poprzez dobre dopasowanie linii wsobnych jak również właściwą technikę uprawy. Chcąc osiągnąć zadawalające rezultaty w pozyskaniu wartościowych odmian, korzysta się z różnych metod biotechnologicznych takie jak: selekcja genomowa, markery molekularne, wykorzystanie podwojonych haploidów (HD), a także in vitro.

Cel, przedmiot i metody badań

Celem niniejszej pracy jest porównanie plonowania trzech odmian kukurydzy przeznaczonych na zieloną masę w dwóch okresach wegetacyjnych w latach 2022-2023. Prace badawcze związane z uprawą kukurydzy średniwczesnej SM Perseus, SM Varsovia i Inspiro przeprowadzono w ramach doświadczeń porejestrowanych w Zakładzie Doświadczalnym Oceny Odmian w Marianowie (53°13' N, 22°07' E). W pracy oprócz plonu, przeprowadzono porównanie wysokości źdźbeł roślin, długości i masy kolb, a także zawartości suchej masy kukurydzy w surowcu kiszonkarskim.

Badanie przeprowadzono w trzech powtórzeniach dla każdej odmiany. Wyniki każdej odmiany opierały się na ich średniej z trzech powtórzeń. Poletka doświadczalne w obydwu

sezonach wegetacyjnych miały takie same wymiary. W czasie wysiewu ziaren długość poletek wynosiła 12 m, a szerokość 1,5 m. Do zbioru długość poletek doświadczalnych wynosiła 11,5 m, a szerokość 1,5 m. Powierzchnia poletek do siewu wynosiła 18 m² powierzchni, natomiast do zbioru powierzchnia ich wynosiła 16,58 m². Uprawa kukurydzy na doświadczeniach była przeprowadzona zgodnie z metodyką COBORU.

Pomiary wysokości źdźbeł, a także masy i długości kolb kukurydzy z przeznaczeniem na kiszonkę wykonano w dniach poprzedzających zbiór roślin. W roku 2022 kukurydza na zieloną masę została zebrana w dniu 18.09.2022 roku a w roku 2023 w dniu 10.09.2023 roku. Mierzenie wysokości kukurydzy przeprowadzono na poletkach doświadczalnych za pomocą taśmy mierniczej. Przedmiotem badania były dwie rośliny każdej odmiany. Zakres pomiaru długości roślin sięgał, 7cm od podłoża (miejsca ścięcia roślin) do końca wierzchołka wiechy kukurydzy. Po oddzieleniu kolb od łodyg dokonywano pomiaru i ważenia kolb.

Do pomiaru suchej masy kukurydzy wykorzystano kuchenkę mikrofalową i wagę elektroniczną. Wycięte rośliny, każdej badanej odmiana zostały oddzielnie pokrojone na małe kawałki i umieszczone w osobnych pudełkach, a następnie dokładnie opisane. Łodygi z liśćmi oraz kolby kukurydzy zostały rozdrobnione w młynku. Powstałą sieczkę porządnie przemieszano i przy wykorzystaniu wagi elektronicznej pobrano i poważono próbki o masie 100 g. Próbki roślinne umieszczono i suszono w kuchence mikrofalowej, w temperaturze ustawionej na 100° C. W końcowej fazie suszenia do mikrofalówki wstawiono naczynko z wodą, aby zapobiec zapaleniu się suszonej sieczki. Cykl suszenia trwał do momentu, w którym osiągnięty wynik wagi nie ulegał już zmianie. Taka sama czynność była wykonywana dla każdej badanej odmiany.

Analiza gleby wykonana była w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Białymstoku. Próby gleby zostały poprane laską Egnera po zbiorze przedplonu pszenicy ozimej w sierpniu 2021 roku i po zbiorze pszenżyta ozimego w 2022 roku. Wyniki klimatyczne uzyskano ze Stacji Meteo znajdującej się przy Zakładzie Doświadczalnym Oceny Odmian w Marianowie.

Wyniki badań

W pierwszym badanym okresie wegetacyjnym (2022 r) doświadczenie wykonywane było na glebie brunatnej właściwej o odczynie obojętnym przy pH równym 6,7 zaliczanej do kompleksu pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej III a. W kolejnym sezonie wegetacyjnym (2023 r.) doświadczenie przeprowadzono na glebie kwaśnej przy pH wynoszącym 5,2. Była to gleba zaliczana do kompleksu żytniego dobrego, klasy bonitacyjnej IV a.

Zasobność gleby w fosfor była korzystna, gdyż w 2022 roku wyniosła 18,4 mg/100 g gleby, kiedy w 2023 roku wyniki z poletka wykazały 24 mg/100 g gleby (tabela 2). Kukurydza jest wyczulona na braki tego pierwiastka.

Tabela 2. Zawartość makroelementów w glebie.*Table 2. Macronutrient content of soil*

Nazwa składnika <i>Name of the ingredient</i>	Zawartość składników przyswajalnych w 2022 r. [mg/100g gleby] <i>Assimilable nutrient content in 2022. [mg/100g soil].</i>	Zawartość składników przyswajalnych w 2023 r. [w mg/100g gleby] <i>Assimilable nutrient content in 2023. [mg/100g soil].</i>
Fosfor/ <i>phosphorus</i>	18,4	24,0
Potas/ <i>potassium</i>	11,3	13,8
Magnez/ <i>magnesium</i>	4,4	3,8

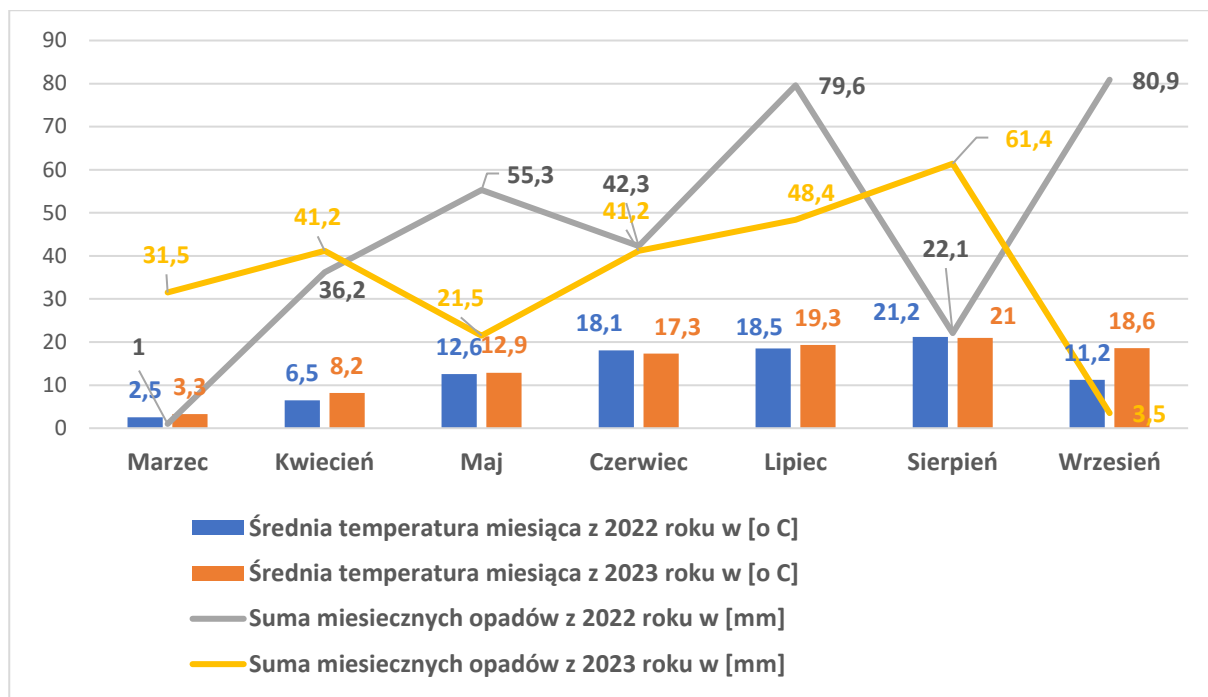
Źródło: Własne opracowanie na podstawie danych SDOO Marianowo

Source: own elaboration based on data from SDOO Marianowo

Zawartość magnezu w roku 2022 wynosiło 4,4 mg/100 g gleby, a w następnym roku było niższe i wynosiło 3,8 mg/100 g gleby. Zawartość potasu w 2022 roku wynosiła 11,3 mg/100 g gleby, zaś w kolejnym sezonie wegetacyjnym jego zasobność była nieco większa i wynosiła 13,8 mg/100 g gleby (tabela 2). Mimo to jego ilość była na średnim poziomie.

Wiosenne warunki klimatyczne panujące w latach 2022 i 2023 nie służyły dobremu kiełkowaniu kukurydzy, ponieważ spowalniała je dość niska temperatura. Wysiewy były znacznie opóźnione. W obu badanych okresach wegetacyjnych siew ziarniaków wykonywano pod koniec trzeciej dekady kwietnia, kiedy temperatury wynosiły powyżej 10° C., gdy gleba była lepiej nagrzana. Marzec 2022 r. był bez opadów atmosferycznych, ale w kwietniu spadło ogółem 36,2 mm deszczu i stworzyło korzystne warunki wilgotnościowe w glebie do wysiewu ziarna kukurydzy. Wiosna 2023 roku była dość mokra, gdzie suma opadów w kwietniu wyniosła 41,2 mm. Ilość opadów była większa od poprzedniego sezonu o 5 mm co przedstawia ryc.1

Majowy wzrost temperatury zaczął stwarzać lepsze warunki wzrostu kukurydzy. Średnia temperatura w maju w obu sezonach wegetacyjnych była powyżej 12,6° C. Pojawiające się deszcze w 2022 roku w trzeciej dekadzie maja polepszyły uwilgotnienie gleby dając tym korzystniejsze warunki dla wzrostu roślin. Deficyt majowych opadów atmosferycznych w 2023 roku obrazuje ryc. 1, gdzie opady wyniosły tylko 21,5 mm i były niższe o 33,8 mm od sezonu poprzedniego. Czerwcowa średnia temperatura w 2022 roku była wyższa o 0,8° C jak w roku 2023 i wynosiła 18,1° C. Zaś opady atmosferyczne były podobne w obu sezonach wegetacyjnych i oscylowały na poziomie 41,2 mm – 42,3 mm. Wzrost i rozwój kukurydzy zdecydowanie poprawił się.



Ryc. 1. Temperatura i opady w SDOO Marianowo

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych meteorologicznych ze SDOO Marianowo

Fig. 1 Temperature and precipitation in SDOO Marianowo

Source: own elaboration based on meteorological data from SDOO Marianow

Suma opadów w lipcu 2022 roku wynosiła 79,6 mm i była zdecydowanie większa niż w tym samym miesiącu 2023 r. Miało to pozytywny wpływ, gdyż w tym czasie kukurydza kwitnie i wytwarza wiechę, co rzutuje na rozwój kolb i ich uziarnienie. W tym okresie rośliny mają dość duże wymagania wodne. Zbyt mała ilość opadów atmosferycznych w lipcu 2023 odbiło się niekorzystnie na roślinach. Lipiec w obu sezonach wegetacyjnych był ciepły, gdzie średnie temperatury miesięczne sięgały 18,5 – 19,3° C.

Sierpień był najgorętszym miesiącem zarówno w całym okresie wegetacyjnym 2022 jak i 2023 roku. Jego średnia temperaturze dobową wynosiła 21,0° C w 2022 r. i 21,2° C w 2023 r. Wysokie temperatury i brak wilgotności powodowały suszę. Deficyt opadów atmosferycznych w sierpniu 2022 roku utrzymywał się także przez pierwszą dekadę września. W sierpniu 2023 roku ilość opadów wzrosła do 61,4 mm, ale nie były one systematyczne, co niekorzystnie odbiło się na roślinach. Wysokie temperatury przyspieszały wegetację roślin. Pierwsza dekada września była ciepła i sucha bez większych opadów. Warunki meteorologiczne panujące we wrześniu nie miały znaczącego oddziaływania na rozwój kukurydzy, ponieważ zbiory nastąpiły szybko i przypadają na jego drugą dekadę.

Zbiór kukurydzy na zieloną masę w roku 2022 przeprowadzony został 19 września, wtedy średnia temperatura miesiąca wyniosła 11,2° C. Zbiór kukurydzy w 2023 roku przeprowadzono 11 września przy temperaturze 21,5° C.

Najwyższy plon świeżej masy kukurydzy w roku 2022 uzyskano z odmiany SM Perseus i wynosił on na poziomie 846,8 dt·ha⁻¹, a najniższy plon uzyskano z odmiany Inspiro który wynosił 713,4 dt·ha⁻¹. Plon odmiany SM Varsovia wynosił 788,1 dt·ha⁻¹. Różnica między najwyższym i najniższym plonem świeżej masy wyniosła 15,8%. W 2023 r. plon SM Perseus był niższy i wyniósł 651,1 dt·ha⁻¹. Plon SM Varsovia wyniósł 575,9 dt·ha⁻¹, a plon odmiany Inspiro 552,3 dt·ha⁻¹, co przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Plon świeżej i suchej masy
Table 3. Fresh and dry matter yields

Odmiana kukurydzy <i>Maize variety</i>	Plon świeżej masy z poletka <i>Fresh weight yield per plot</i> [kg]		Plon świeżej masy <i>Fresh matter yield</i> [dt·ha ⁻¹]		Plon suchej masy <i>Dry matter yield</i> [dt·ha ⁻¹]		Zawartość suchej masy <i>Dry matter content</i> [%]	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
SM Perseus	1404,0	1079,5	846,8	651,1	246,17	225,4	29,1	34,8
SM Varsovia	1306,7	954,8	788,1	575,9	238,82	195,5	30,3	33,9
Inspiro	1182,8	915,7	713,4	552,3	228,25	184,8	32,0	33,7

Źródło: Własne opracowanie
Source: Own study

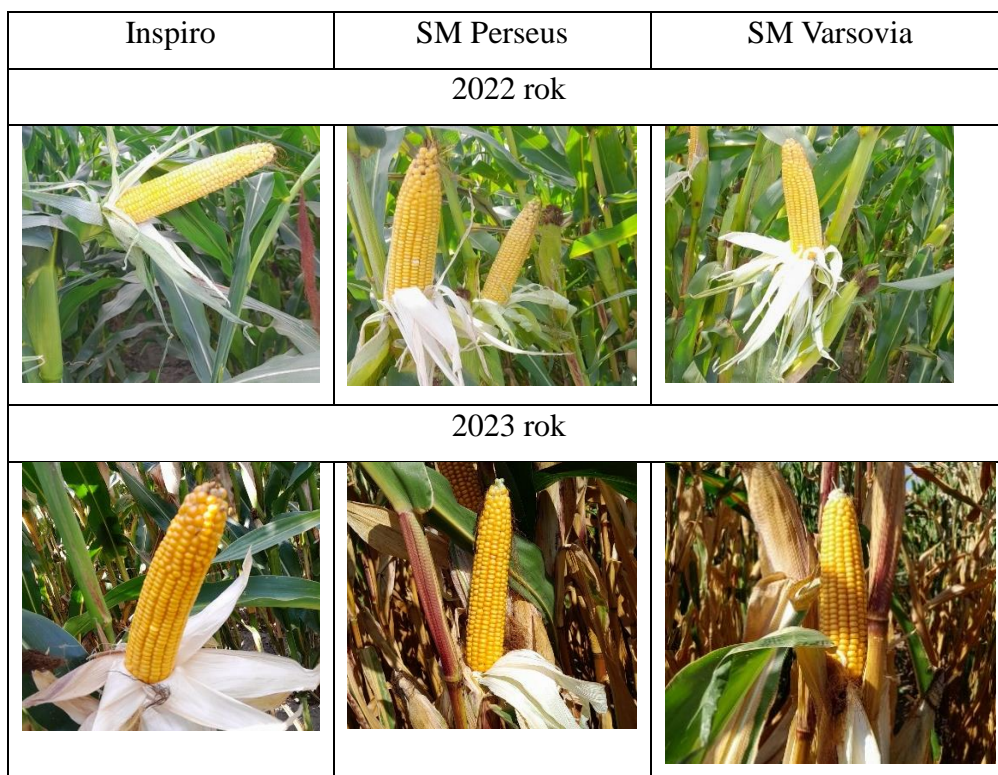
Najwyższy plon suchej masy w 2022 roku uzyskano z odmiany SM Perseus 246,17 dt·ha⁻¹, ale zawartość suchej masy wynosiła tylko 29,1%, zaś w następnym sezonie osiągając 34,8% plon suchej masy równał się 225,4 dt·ha⁻¹. Odmiana SM Varsovia uzyskała pośredni plon suchej masy na poziomie 238,82 dt·ha⁻¹, natomiast w roku 2023 wynik był niższy o 43,32 dt·ha⁻¹, przy różnicy w zawartości suchej masy wynoszącej 3,6%. W przeciągu dwóch lat najniższy plon suchej masy odnotowała odmiana Inspiro. W pierwszym okresie było to 228,25 dt·ha⁻¹, a w drugim 184,8 dt·ha⁻¹, ale zawartość suchej masy różniła się jedynie o 1,7%. W 2022 roku zawartość świeżej i suchej masy wszystkich badanych mieszańców kukurydzy była wyższa niż w roku następnym co przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 4. Wysokość kukurydzy, masy i długości kolby
Table 4. Maize height, cob weight and length

Odmiany kukurydzy <i>Maize variety</i>	Wysokość źdźbeł <i>Blade height</i> [cm]		Masa kolby <i>Flask weight</i> [g]		Długość kolby <i>Flask length</i> [cm]	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023
SM Perseus	363,5	328,5	293,0	200,4	23,9	16,3
SM Varsovia	359,0	319,0	282,0	190,6	22,6	15,2
Inspiro	357,0	325,0	265,0	188,3	21,2	14,9

Źródło: Własne opracowanie
Source: Own study

W 2022 roku wszystkie badane mieszance kukurydzy osiągnęły wysokość ponad 350 cm. Najwyższą odmianą był SM Perseus, którego średnia wysokość źdźbła wynosiła 363,5 cm.

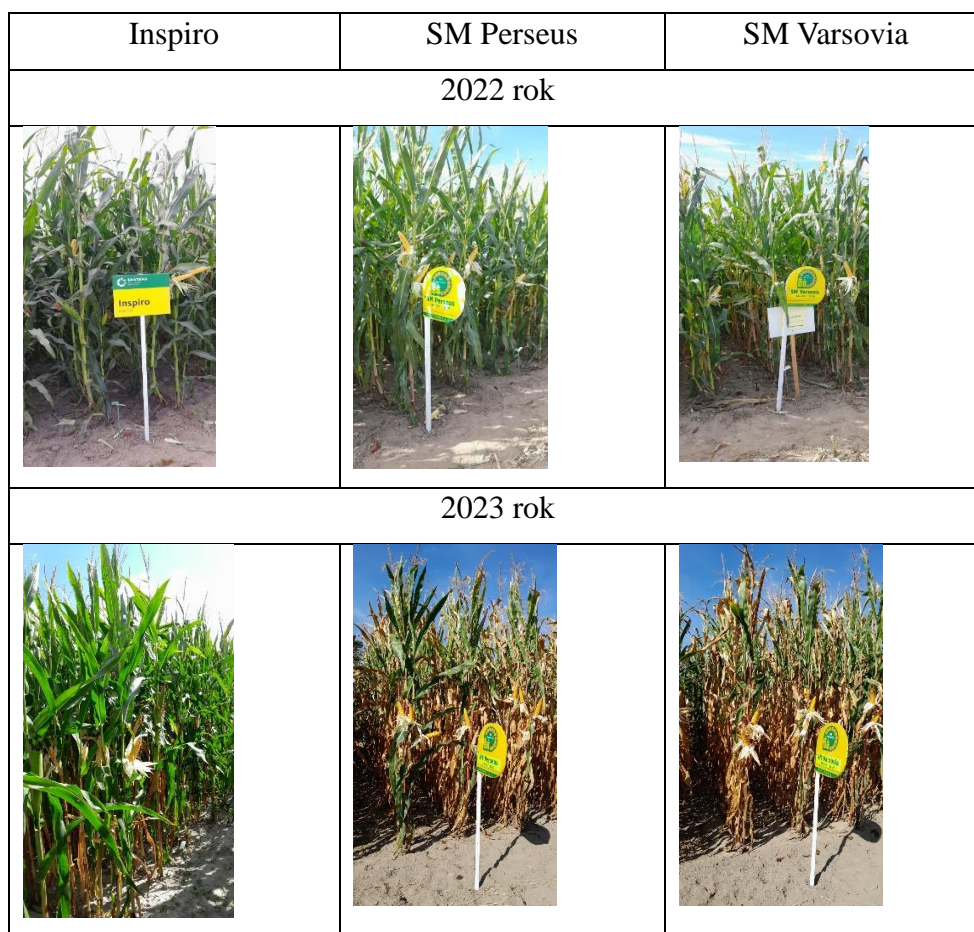


Ryc. 2. Kolby kukurydzy przed zbiorem / Fig. 2. Maize cobs before harvesting
 Źródło: zdjęcia własne / Source: own photographs

Odmiana SM Varsovia osiągnęła 359,0 cm, zaś mieszaniec Inspiro był o 2 cm krótszy co przedstawiono w tabeli 4. Sezon 2023 okazał się słabszy, odmiana SM Perseus w odniesieniu do ubiegłego okresu wegetacyjnego była niższa o 35 cm. Jednak jej rozmiary przewyższały wielkość odmian biorących udział w doświadczeniu. Wysokość odmiany Inspiro wynosiła 325 cm, a najbardziej zróżnicowaną odmianą była odmiana SM Varsovia z różnicą 40 cm.

Wielkości kolb każdej badanej odmiany były zróżnicowane ryc.2. W 2022 roku rośliny wykazały się dobrze wykształconą kolbą z całkowitym uziarnieniem.

Mieszaniec SM Perseus miał największą kolbę o średniej długości 23,9 cm i masie wynoszącej 293,0 g. W kolejnym okresie badawczym wielkość kolby zmalała o 7,6 cm, zaś masa spadła do 200,4 g. Drugą pozycję w 2022 roku zajmowała SM Varsovia o gramaturze kolby 282,0 g i wielkości 22,6 cm, jednak we wtórnym badaniu zmniejszyła masę o 91,4 g, a długość o 7,4 cm. Najslabiej w obu powtórzeniach wypadła odmiana Inspiro. W 2022 roku długość jej kolby wynosiła 21,2 cm przy wadze 265g, natomiast rok później długość kolby wynosiła 14,9 cm, a jej masa miała tylko 188,4g.



Ryc. 3. Kukurydza przed zbiorem / *Fig. 3. Maize before harvest*
 Źródło: zdjęcia własne / *Source: own photographs*

Rok później warunki pogodowe uległy pogorszeniu. Ilość opadów była zdecydowanie mniejsza, a temperatura wzrosła, co niekorzystnie wpłynęło na wzrost kukurydzy, co potwierdzają zdjęcia na ryc. 3.

Dyskusja

Kukurydza zbierana na zieloną masę jest rośliną pastewną stanowiącą podstawową bazę paszową dla bydła. Na potencjał plonotwórczy mieszańców kiszonkarskich wpływa genetyka, warunki środowiskowe i klimatyczne w jakich są uprawiane oraz dbałość rolnika wykonującego zabiegi agrotechniczne i pielęgnacyjne. To samo stwierdzenie podziela Puczel i inni [2016] oraz Gołębiowska [2015], że na kształtowanie plonu przekłada się wiele czynników niezależnych od człowieka. Jednak wiedza i doświadczenie rolnika pozwala wspomóc proces rozwoju i wzrostu roślin. Doświadczenie porównujące plonowanie kukurydzy na zieloną masę w pierwszym badanym okresie wegetacyjnych w 2022 roku przeprowadzono na kompleksie pszнным dobrym, a w 2023 roku na kompleksie żytnim dobrym. Zdaniem Beresia i Mrówczyńskiego [2016] kukurydza ma niskie wymagania glebowe i można ją uprawiać na prawie wszystkich rodzajach gleby. Jednak lepszy kompleks przydatności agronomicznej to korzystniejsze warunki do jej rozwoju Wyniki

analizy gleby na badanym terenie dostarczyły informacji o tym, jakie ilości poszczególnych makroelementów zawiera gleba i czym wymaga uzupełnienia. Według Idziaka [2021] oraz Beresia i Mrówczyńskiego [2016] znajomość składników pokarmowych w glebie oraz właściwe nawożenie jest podstawą prawidłowego odżywiania roślin.

W przeprowadzonych doświadczeniach gleba w pierwszym jak i drugim okresie wegetacyjnym kukurydzy była dobrze zaopatrzona w fosfor, co już na samym początku korzystnie wpłynęło na kształtowanie systemu korzeniowego, a następnie dojrzewanie roślin. W początkowej fazie rozwoju roślin pierwiastek ten jest bardzo potrzebny, gdyż przyczynia się do rozbudowy korzenia, który jest fundamentem całej rośliny. Jego prawidłowe ukształtowanie i rozwinięcie rzutuje na efektywniejszy pobór wody z głębszych partii gleby oraz składników pokarmowych. Do właściwego pobierania tego pierwiastka przez rośliny przyczyniło się także uregulowane pH 6,7 gleby, jednak w drugim sezonie wegetacyjnym gleba była zakwaszona pH 5,2 co mogło ograniczać pobór składników pokarmowych oraz obniżyć plon. Podobnego zdania są Idziak [2021] oraz Szulca [2022], że właściwe pH daje roślinom lepsze możliwości na wykorzystanie pierwiastków mieszczących się w glebie.

Mieszance kukurydzy w obu przypadkach wysiano pod koniec trzeciej dekady kwietnia, kiedy temperatura wzrosła do 10° C i ziemia była lepiej ogrzana. Kukurydza bardzo lubi ciepło i potrzebuje dość wysokich temperatur do właściwego rozwoju siewek i dalszej wegetacji. Zdaniem Szulca [2022] gleba o strukturze gruzełkowatej szybciej się nagrzewa dając korzystniejsze warunki dla kiełkowania i wschodów roślin. Materiał kiszonkarski był porównywalnie wysadzony jak w badaniach prowadzonych przez Beresia i Mrówczyńskiego [2016] w obsadzie 88 tys. ziaren na hektar.

Zdaniem Marchewki i innych [2014] zróżnicowane wyniki plonowania są efektem zmiennych warunków atmosferycznych występujących w różnych okresach wegetacyjnych. W pierwszym sezonie badawczym rośliny radziły sobie dobrze. Okresowe braki opadów rekompensowała wilgotność gleby, którą utrzymywała po przelotnych deszczach. Susza w sierpniu nie wpłynęła zbyt mocno na rozwój generatywny, gdyż rośliny miały wiechy i wykształcone już kolby. Sezon 2023 roku był zdecydowanie gorszy dla rozwoju roślin. Przy deficycie opadów w maju i wysokich temperaturach w lipcu i sierpniu wigor rośliny uległ pogorszeniu. Wpłynęło to na obniżenie plonu. Mimo, iż były to odmiany typu „stay green” z większą tolerancją na suszę efektywność ich plonowania była niższa w stosunku do roku poprzedniego.

Bereś i Mrówczyński [2016] oraz Puczel i inni [2015] są zgodni, że zawartość suchej masy w materiale kiszonkarskim nie powinna przekraczać 35%. Badane odmiany mieszańcowe wykazały dobre parametry, mieszczące się w granicach normy. Odpowiednio w 2022 roku ilość suchej masy oscylowała między 29,1 - 32 %, zaś w 2023 roku była w przedziale 33,7 - 34,8%. Części

generatywne roślin w pierwszym sezonie były zdecydowanie lepszej jakości i wielkości. W opinii Beresia i Mrówczyńskiego [2016] to kolby w dużym stopniu decydują o wartości plonu suchej masy. W drugim roku doświadczenia wysokość źdźbeł wszystkich trzech odmian kukurydzy była mniejsza, co wpłynęło na obniżenie plonu świeżej masy w stosunku do poprzedniego sezonu.

Wnioski

Na podstawie wykazanej literatury oraz dwuletnich doświadczeń przeprowadzonych w Zakładzie Doświadczalnym Oceny Odmian w Marianowie można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Najwyższy plon w 2022 roku uzyskała odmiana SM Perseus, której plon świeżego zbioru wyniósł $846,8 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$. Najniższy plon uzyskała odmiana Inspiro, który był o 15,8% niższy od plonu najwyższego. Podobnie sytuacja wyglądała w roku 2023, gdzie najwyższy plon świeżej masy, który spadł o 23,1% w stosunku do roku poprzedniego, uzyskała odmiana SM Perseus, zaś najniższy Inspiro wynoszący $552,3 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$.

2. Wszystkie odmiany z 2022 roku miały wysokość źdźbeł wyższą niż odmiany z 2023 roku, a liderem był SM Perseus, który osiągnął 363,5 cm wzrostu. Najniższa była odmiana Inspiro, osiągająca 357,0 cm wzrostu. W 2023 roku uległa zmianie kolejność odmian, najwyższa pozostała SM Perseus i wynosiła 328,5 cm, a najniższa SM Varsovia – 319,0 cm.

3. W 2022 roku najdłuższe kolby kukurydzy miała odmiana SM Perseus, uzyskując długość 23,9 cm i masę 293,0 g, a w kolejnym sezonie zmalała do 16,3 cm z masą 200,4 g. Najkrótszą kolbę w obu sezonach miała odmiana Inspiro, w 2022 roku o długości 21,2 cm i masie 265,0 g, zaś 2023 roku długość 14,9 cm i masę 188,3 g.

4. W roku 2022 najniższą zawartość suchej masy miała odmiana MS Perseus, która wyniosła 29,1%, natomiast osiągnęła najwyższy plon suchej masy, który wyniósł $246,17 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$. Odmiana Inspiro miała najwyższą zawartość suchej masy 32%, przy najniższym plonie suchej masy wynoszącej $228,25 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$. W roku 2023 odmiana Inspiro miała najniższą zawartość suchej masy 33,7%, oraz najniższy plon suchej masy wynoszący $184,8 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$. Odmiana SM Perseus uzyskała największą zawartość suchej masy 34,8%, a także najwyższy plon suchej masy wynoszący $225,4 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$.

5. Najlepsze efekty plonowania w latach 2022-2023 uzyskała odmiana SM Perseus.

6. Chociaż temperatury w obu sezonach wegetacyjnych były na podobnym poziomie, opady w 2023 roku uległy znacznemu zmniejszeniu, co odbiło się na wynikach plonów zielonej masy kukurydzy w roku 2023.

Bibliografia

1. Bereś P.K., Mrówczyński M. 2016. Metodyka integrowanej ochrony i produkcji kukurydzy dla doradców. Instytut Ochrony Roślin-PIB: 15-213.
2. Borusiewicz A., Derehajło S., Tymińska M. 2020. Energia pozyskiwana z biogazu jako innowacyjna technologia stosowana w gospodarstwach rolnych. Zesz. Nauk. WSA Łomża nr 78: 5-17.
3. Gołębiowska H. 2015. Wpływ wybranych herbicydów na plon i cechy jakościowe oraz poziom ich substancji czynnych w ziarnie kilku odmian kukurydzy. *Fragm. Agron.* 32(2): 7–19. GUS 2017-2023. Produkcja upraw rolnych i ogrodnich.
4. GUS 2018-2023 Produkcja upraw rolnych i ogrodnich
5. GUS 2023. Wynikowy szacunek głównych ziemiopłodów rolnych i ogrodnich
6. Idziak R. 2021. Potrzeby nawozowe i nawożenie naturalne i mineralne kukurydzy. *Kukurydza. Wyd. PZPK.* 2(59):7-10.
7. Lisowski J., Nicikowski M. 2020. Ocena plonowania kukurydzy uprawianej na kiszonkę w systemie tradycyjnym i uproszczonym. *Zesz. Nauk. WSA Łomża nr 78:* 25-34.
8. Marchewka P., Puczel J., Puczel B. F. 2014. Plonowanie trzech odmian kukurydzy uprawianej na ziarno w latach 2012 – 2014. *Zesz. Nauk. WSA Łomża nr 56:* 50-65.
9. Nowak B. 2023. Wykorzystanie metod biotechnologicznych w hodowli kukurydzy. *Fragm. Agron.* 40(1):25-32.
10. Puczel J., Puczel B.F., Borusiewicz A. 2015. Plonowanie zgłoszonych do badań odmian kukurydzy użytkowanej na kiszonkę, w celu uzyskania rekomendacji i wpisania na Listę Odmian Zalecanych do uprawy na terenie woj. podlaskiego. *Zesz. Nauk. WSA Łomża nr 57:* 53-62.
11. Puczel J., Puczel B. F., Adamczyk J. 2016. Stopień porażenia kukurydzy użytkowanej na ziarno przez grzyby z rodzaju *Fusarium* w latach 2014 – 2015. *Zesz. Nauk. WSA Łomża nr 61:* 23-30.
12. Ranum P., Pena-Rosas J. P., Garcia-Casal M. N. 2014. Global maize production, utilization and consumption. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1312: 105-112.
13. Skwarek M., Pipiak P. 2020. Choroby patogeniczne kukurydzy i rola biostymulatorów w ich zwalczaniu. *Sieć Badawcza Łukasiewicz - Łódzki Instytut Technologiczny Technologia i Jakość Wyborów* 65:129-143.
14. Szulc P. 2022. Racjonalne nawożenie kukurydzy. *Kukurydza. Wyd. PZPK.* 1(61): 42-52.