

PRZYDATNOŚĆ KUKURYDZY ODMIANY MAGITOP JAKO SUBSTRATU DO PRODUKCJI BIOGAZU NA PODSTAWIE BADAŃ WSTĘPNYCH

Patrycja Sałagan, Tomasz K. Dobek
Katedra Budowy i Użytkowania Urządzeń Technicznych
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Paweł Wieliczko
Centrum Energii Sp. komandytowa

Streszczenie. W artykule przedstawiono charakterystykę kukurydzy odmiany Magitop według danych producenta oraz innych autorów. Ponadto przedstawiono wyniki wstępnych badań kiszonki z kukurydzy tej odmiany jako substratu do biogazowni. Materiałem wykorzystanym do badań były kiszonki z kukurydzy odmiany Magitop o czterech zróżnicowanych przedziałach długości siewki: do 1 cm, >1 do 3 cm, >3 do 5 cm i >5 do 8 cm. Dokonano oceny organoleptycznej (sensorycznej) wyprodukowanych kiszonek zgodnie z normą branżową. Następnie poddano ocenie zawartość suchej masy w zakiszonym surowcu według polskiej normy. Analiza wykazała różną zawartość suchej masy, w zależności od długości siewki: od 23 do 30%. Wyniki wstępnych badań kiszonki wyprodukowanej z kukurydzy odmiany Magitop potwierdzają zasadność podjęcia dalszych badań nad biogazodochodowością tego surowca, jako odmiany przeznaczonej do produkcji biogazu.

Słowa kluczowe: biogaz, jakość kiszonki, kukurydza odmiany Magitop, sucha masa

Wprowadzenie

Globalne ocieplenie oraz nieuchronne zubożenie lub wyczerpanie zasobów ropy naftowej wymuszają poszukiwanie alternatywnych i przyjaznych dla środowiska paliw, pozwalających zaspokoić wzrastające potrzeby energetyczne. Aktualnie jednym z najszerzej wykorzystywanych źródeł jest biomasa. W odróżnieniu od ropy naftowej jest bardzo zróżnicowana oraz odgrywa duże znaczenie społeczno-gospodarcze. Należy pamiętać, że wybór rodzaju biomasy nie powinien naruszać równowagi społeczno-gospodarczej, powinien być także dostosowany do określonej technologii.

Wykorzystanie naturalnych procesów zachodzących w środowisku oraz kontrola parametrów technicznych pozwoliły na wykorzystanie biomasy do procesów produkcji metanu

w warunkach kontrolowanych, czyli w biogazowniach. Jedną z najczęściej stosowanych do tego celu roślin jest kukurydza. Liczne badania, zarówno polskie, jak i zagraniczne, potwierdziły przydatność kiszonki z kukurydzy jako substratu do produkcji biogazu. Aktualnie prowadzone są badania i analizy zmierzające do wyboru takiego genotypu kukurydzy, który zwiększy potencjał uzysku metanu.

Kukurydza jako substrat do produkcji biogazu

Kukurydza (*Zea mays L.*) jako gatunek roślin o typie fotosyntezy C_4 ma wysoki potencjał uzysku plonu zielonej masy w porównaniu z innymi gatunkami należącymi do roślin uprawnych (rodzina *Poaceae*). Kukurydza w wydajny sposób wykorzystuje składniki odżywcze oraz wodę z podłoża, jest także doskonałym surowcem do sporządzania kiszonek. Ponadto uprawa, zbiór oraz technologia przechowywania są powszechnie znane. Powyższe zalety sprawiają, że kukurydza jest chętnie uprawiana nie tylko w warunkach polskich, ale i w pozostałych krajach Europy. Badania wielu autorów potwierdzają wysoki uzysk biogazu z kiszonki z kukurydzy, co przyczyniło się do popularyzacji tego gatunku [Lendzemo 2008; Niedziółka 2007].

Uzysk biogazu oraz skład chemiczny (co ma wpływ na proces fermentacji) zależą przede wszystkim od genotypu oraz wpływu warunków środowiskowych [Lendzemo 2008]. Wszystkie powyższe czynniki mogą wpływać zarówno pozytywnie, jak i negatywnie na optymalny plon oraz jakość każdej rośliny w zależności od fazy rozwoju. Dowiedziono, że dojrzałość roślin, a także genotyp mają znaczący wpływ na jakość plonu kukurydzy oraz wytworzonych z niej produktów [Lendzemo 2008].

W dobie rozwoju biogazowni w Polsce, bazujących głównie na technologii niemieckiej, w której jednym z głównych substratów jest kiszonka z kukurydzy, można spodziewać się wzrostu areалу przeznaczonego do jej uprawy. W 2000 r. powierzchnia uprawy kukurydzy na kiszonkę wynosiła ok. 200 tys. ha i na ziarno – ok. 350 tys. ha, natomiast w 2010 r. na kiszonkę ok. 400 tys. ha oraz na ziarno ok. 350 tys. ha [Włodarz 2012]. Z kolei w roku 2012 kukurydzą obsianych zostało ok. 760 tys. ha, (ok. 340 tys. ha na ziarno i ok. 420 tys. ha na kiszonkę), z czego ok. 35 tys. ha zostanie przeznaczona na potrzeby biogazowni [Bromberek 2012]. W związku z tym można spodziewać się dalszego wzrostu areálu przeznaczonego do uprawy kukurydzy na kiszonkę do produkcji biogazu, co bezpośrednio wiąże się z rozwojem rynku biogazowni rolniczych na terenie naszego kraju.

Kukurydza może być uprawiana w naszej strefie klimatycznej od wczesnej wiosny aż do jesieni. Natomiast pozyskana z niej kiszonka może być wykorzystana na cele żywieniowe oraz produkcję biogazu. W celu uzyskania kiszonki o odpowiednich parametrach jakościowych należy przed zakiszeniem poddać ją rozdrobnieniu [Lisowski 2009].

Dobór odmian kukurydzy, tak w Polsce, jak i w wielu krajach Europy, określany jest na podstawie liczby FAO (długość okresu wegetacyjnego), polegającej na porównaniu ocenianej odmiany z przyjętymi wzorcami wczesności. Odmiany wzorcowe mogą kształtować się inaczej dla każdego kraju. W Polsce wyróżnia się trzy klasy wczesności (wczesną, średniowczesną i średniopóźną) (tab. 1). Odmiany wczesne oraz średniowczesne wykorzystywane są zazwyczaj do celów paszowych (kiszonka, CCM). Natomiast odmiany średniopóźne nadają się głównie do sporządzania kiszonek [www.piorin.gov.pl; www.portalhodowcy.pl].

Tabela 1. Typ dojrzałości oraz kierunek użytkowania kukurydzy w zależności od liczby FAO
 Table 1. Maturity type of corn and direction of using corn in relation to FAO number

Liczba FAO	Typ dojrzałości	Rejon	Cel uprawy
210–240	Wczesna	Północny	CCM*, kiszonka
		Środkowy	Ziarno, CCM*, kiszonka
		Południowy	Ziarno, CCM*, kiszonka
240–250	Średniowczesna	Północny	CCM*, kiszonka
		Środkowy	Ziarno, CCM*, kiszonka
		Południowy	Ziarno, CCM*, kiszonka
260–290	Średniopóźna	Północny**	CCM*, kiszonka
		Środkowy**	Ziarno, CCM*, kiszonka
		Południowy	Ziarno, CCM*, kiszonka

*CCM (corn-cob-mix) – kiszonka z rozdrobnionych kolb

**większe ryzyko niedojrzewania w uprawie na ziarno w rejonie środkowym oraz na kiszonkę w rejonie północnym

*CCM (corn-cob-mix) - silage from fined cobs

**higher risk of not achieving ripeness in cultivation in the central region and for silage in the northern region

Źródło: opracowanie własne na podstawie <http://piorin.gov.pl/> i <http://www.portalthodowcy.pl>

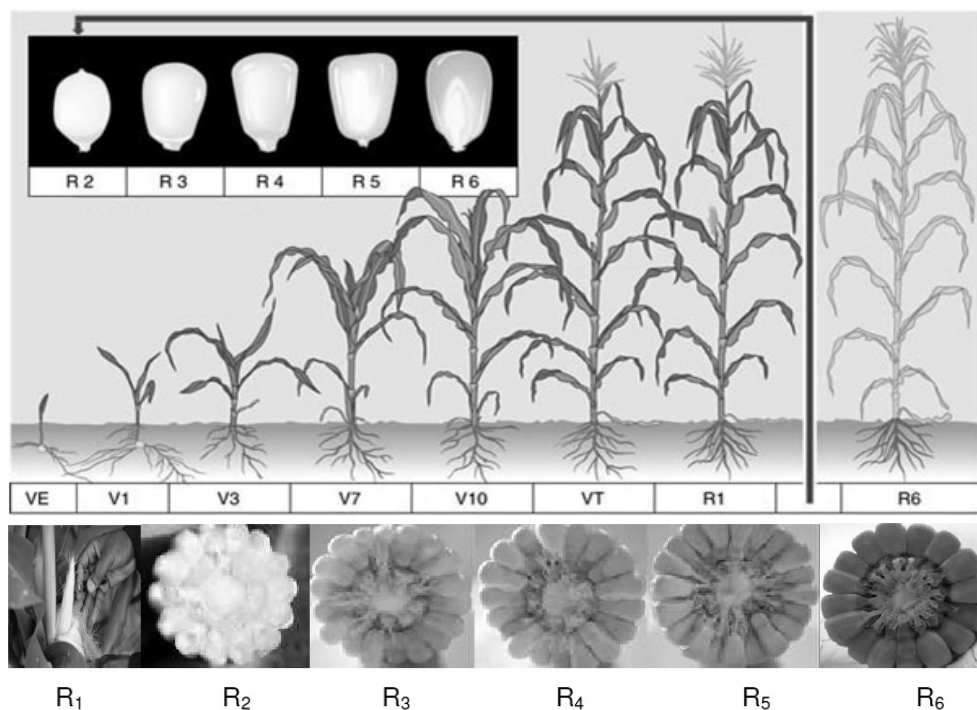
Na rysunku 1 przedstawiono uproszczoną metodę oceny poszczególnych faz wzrostu kukurydzy. Zasadniczo okres wegetacyjny dzieli się na dwie główne fazy: wegetacyjną (V) oraz rozrodczą (R).

Cel i zakres pracy

Celem pracy było wykazanie przydatności kukurydzy odmiany Magitop jako odmiany przeznaczonej typowo do produkcji biogazu. Jako kryterium przydatności tej odmiany przyjęta została jakość otrzymanej kiszonki oraz zawartość suchej masy w surowcu. Przedmiotem analizy było porównanie danych na temat kukurydzy odmiany Magitop, stosowanej zarówno jako kiszonka do skarmiania bydła, jak i substrat do biogazowni.

Metodyka i przedmiot badań

Badania wstępne przydatności kukurydzy odmiany Magitop przeprowadzono w Laboratorium Katedry Budowy i Użytkowania Urządzeń Technicznych oraz w Zakładzie Rekultywacji i Chemii Środowiska. Materiał badawczy stanowiły kiszonki sporządzone z kukurydzy odmiany Magitop, zróżnicowane pod względem długości siewki. Kiszonki zostały sporządzone w warunkach laboratoryjnych. Masa roślinna została zakiszona w minisilosach, w których przebywała ok. 6 miesięcy. Następnie kiszonki zostały poddane wstępnej ocenie według obowiązujących norm. Ocena organoleptyczną kiszonek przeprowadzono zgodnie z normą branżową BN-749162-01, polegającą na określeniu jakości kiszonki na podstawie barwy, zapachu, struktury i zawartości zanieczyszczeń mineralnych. Natomiast zawartość suchej masy określono według PN-EN 12880:2000.



Źródło: opracowanie własne na podstawie: Lenzemo 2008; <http://weedsoft.unl.edu/>

Rys. 1. Podział faz okresu wegetacyjnego kukurydzy: V – kolejna faza okresu wegetacyjnego: VE – kiełkowanie, V1 – faza pierwszego liścia, V3 – faza trzeciego liścia, V7 – faza siódmego liścia, V10 – faza dziesiątego liścia, VT – okres wiechowania, R – kolejna faza okresu rozrodczego: R₁ – początek tworzenia kolb, R₂ – zawiązywanie ziarniaków, R₃ – dojrzałość mleczna, R₄ – mleczno-woskowa, R₅ – woskowa, R₆ – dojrzałość fizjologiczna

Fig. 1 Division of phases of vegetation period of corn: V – next phase of a vegetation period: VE – germination, V1 – the first leave phase, V3 – the third leave phase, V7 – the seventh leave phase, V10 – the ninth leave phase, VT – panicle phase, R – next phase of reproductive period: R₁ – cobs begin to form, R₂ – potatoes set up, R₃ – milk ripeness, R₄ – milk-wax ripeness, R₅ – wax ripeness, R₆ – physiological ripeness

Materiał wykorzystany do badań został zebrany 23 września 2011 r. z poletek stacji Doświadczalnej w Lipniku (województwo zachodniopomorskie). Podczas uprawy wykonane zostały podstawowe zabiegi agrotechniczne (orka jesienna, wiosną bronowanie i zbieranie kamieni, przed siewem doprawianie agregatem – kultywator z wałem strunowym), następnie nawożenie PK oraz po siewie jednorazowo N w dawce 100 kg N·ha⁻¹. Przed zakiszeniem rośliny zostały rozdrobione na różne przedziały długości siewki: do 1 cm, >1 do 3 cm, >3 do 5 cm oraz >5 do 8 cm. Przyjęte w badaniach przedziały długości siewki wynikały z różnic w danych literaturowych na temat stosowanego rozdrobnienia kiszonki z kukurydzy do produkcji biogazu w skali laboratoryjnej. Odmiana Magitop jako odmiana dedykowana do produkcji biogazu charakteryzuje się wysoką zawartością suchej

masy. W związku z powyższym postanowiono przeanalizować wpływ dłuższej siewki, niż powszechnie stosowane rozdrobnienie roślin na kiszonki, na jakość kiszonki oraz zawartość w niej suchej masy, co ma istotny wpływ na produkcję biogazu. Po ręcznym rozdrobnieniu całych roślin kukurydzy materiał został umieszczony w minisilosach, ugnieciony i pozostawiony na ok. 6 miesięcy. Po upływie tego czasu zakiszony materiał został poddany ocenie organoleptycznej zgodnie z normą branżową BN-749162-01. Po ocenie wszystkich parametrów zestawiono sumy uzyskanych punktów, która przypisana była do odpowiedniej jakości kiszonki.

Analiza wyników

Do analizy została wykorzystana kukurydza odmiany Magitop, należąca do typu mieszańców pojedynczych o liczbie FAO 260. Natomiast suma temperatur efektywnych, czyli suma ciepła potrzebnego do rozwoju, dla tego gatunku wynosi 1450. Jej głównym kierunkiem użytkowania jest przeznaczenie do produkcji kiszonek oraz biogazu. [Ulotka informacyjna firmy Syngenta: NK Magitop – znakomita kiszonka].

Jest to gatunek o dużym plonie zielonej masy, bogato ulistniony oraz umożliwiający wydłużenie terminu zbioru. Nadaje się na wszystkie kompleksy glebowe, ze wskazaniem na stanowiska lekkie. Zalecana obsada nasion z przeznaczeniem kukurydzy do produkcji kiszonki powinna wynosić 85 000 do 90 000 szt. \cdot ha⁻¹. Według wskazań producenta kiszonka sporządzona z odmiany Magitop powinna zawierać co najmniej 30% suchej masy [Ulotka informacyjna firmy Syngenta: NK Magitop – znakomita kiszonka]. W tabeli 2 przedstawiono dane dotyczące zawartości podstawowych składników kukurydzy odmiany Magitop.

Tabela 2. Zawartość podstawowych składników kukurydzy odmiany Magitop według danych producenta

Table 2. Content of basic elements of Magitop corn according to the producer's data

Parametr	Średnia z doświadczeń producenta (2009 r.) [%]	Normy składu chemicznego surowca kiszonkarskiego [%]
Skrobia	38,0	min. 30,0
Zawartość białka	7,5	7-9
Popiół surowy	4,1	4-6
Tłuszcz surowy	3,1	3-4
Włókno surowe	19,2	19-22
ADF*	21,3	max.25
NDF**	38,2	max. 45
BNW***	67,0	60-70

* ADF – włókno kwaśne detergentowe,

**NDF – włókno obojętne detergentowe,

*** BNW – bezazotowe wyciągowe.

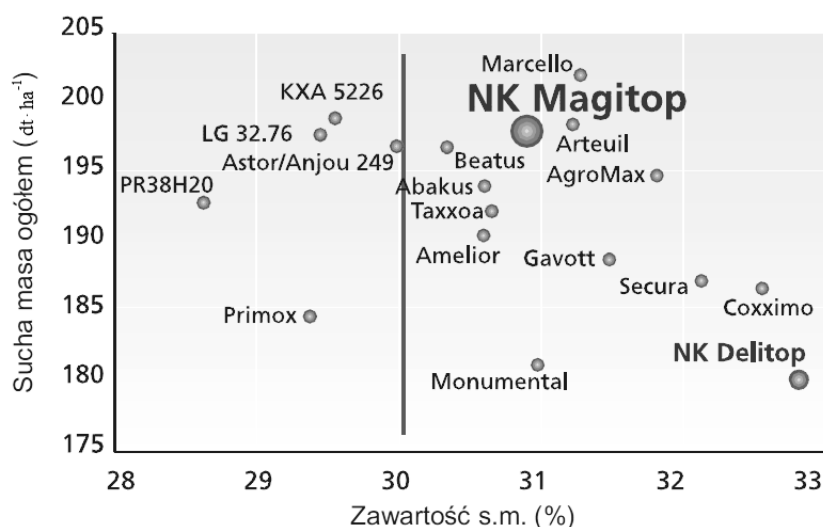
* ADF - acid detergent fibre,

* NDF - neutral detergent fibre,

*** BNW - nitrogen free

Źródło: opracowanie własne na podstawie : Ulotka informacyjna firmy Syngenta: NK Magitop – znakomita kiszonka

Na rysunku 2 przedstawiono wyniki badań Północno-Niemieckiej Izby Rolniczej, która w 2005 roku prowadziła doświadczenie z odmianami kukurydzy na biogaz w północno-zachodnich i północnych Niemczech. Jak wynika z tych danych kukurydza odmiany Magitop uzyskała ok. 31% suchej masy, przy ogólnym plonie suchej masy z hektara wynoszącym 20 t.



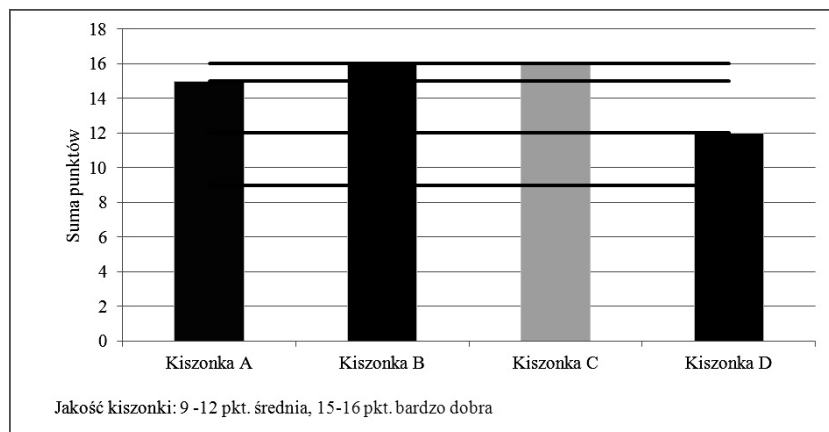
Źródło: kukurydza NK na biogaz: <http://www.nk.com/>

Rys. 2. Zawartość suchej masy różnych odmian kukurydzy przeznaczonej do produkcji biogazu
 Fig. 2. Content of dry mass of different varieties of corn intended for biogas production

Wyniki badań uzyskane przez różnych autorów wskazują na zróżnicowane zawartości suchej masy kukurydzy odmiany Magitop, które wynoszą od 21,7 do 36,7% [Lendzemo 2008] oraz od 27,5 do 33,1% [Söchting, Zwerger 2012].

Według szacunków z 2011 roku plony uzyskiwane przy zbiorze kukurydzy odmiany Magitop kształtowały się na poziomie ok. 30 t·ha⁻¹.

Przeprowadzona ocena sensoryczna wykazała, że trzy spośród czterech kiszonek charakteryzowały się bardzo dobrą jakością. Jedynie kiszona D (długość siewki >5 do 8 cm) uzyskała średnią jakość. Mogło być to spowodowane większymi rozmiarami siewki, przez co niedostatecznie wyparte zostało powietrze z przestrzeni międzycząsteczkowych, co wpłynęło na warunki procesu fermentacji beztlenowej podczas zakiszania (rys. 3).



Kiszonka z kukurydzy (rozdrobienie):	A: do 1 cm	B: > 1 cm do 3 cm	C: > 3 cm do 5 cm	D: > 5 cm do 8 cm
Jakość kiszonki:	15-16 pkt.: bardzo dobra		9-12 pkt.: średnia	
Maize silage (fragmentation)	A: up to 1 cm	B: > 1 cm up to 3 cm	C: > 3 cm up to 5 cm	D: > 5 cm up to 8 cm
Silage quality:	15-16 points: very good		9-12 points: average	

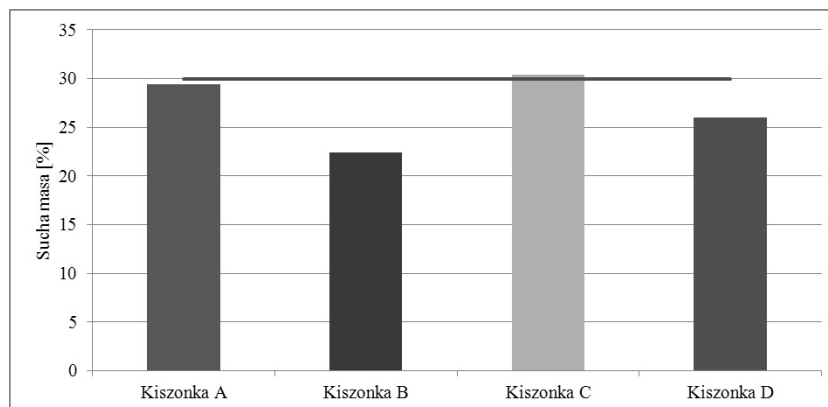
Źródło: obliczenia własne

Rys. 3. Jakość kiszonek według różnego stopnia rozdrobnienia zgodnie z normą branżową BN-749162-01

Fig. 3. Quality of silage according to a varied degree of fragmentation according to sectoral standard BN-749162-01

Jednocześnie z jakością kiszonek skorelowana jest zawartość suchej masy surowca poddanego kiszeniu. Jak już wspomniano, kukurydza odmiany Magitop powinna charakteryzować się co najmniej 30% zawartością suchej masy. Jednak z danych przedstawionych na rysunku 4 wynika, że najwyższą zawartością suchej masy (powyżej 30%) charakteryzowała się kiszonka C. Sucha masa kiszonki A była zbliżona do tej wartości i wynosiła 29%. Natomiast kiszonki B i D charakteryzowały się zawartością suchej masy na poziomie 23% oraz 26%.

W analizowanej bibliografii zarówno polskiej, jak i zagranicznej zawartość suchej masy kiszonki z kukurydzy przyjmowana jest na poziomie 20–36% [Głodek 2010; Myczko i in. 2011; Al. Seadi i in. 2008; Oslaj i in. 2010]. W związku z powyższym, zasadne są dalsze badania nad kiszonymi z kukurydzy odmiany Magitop, które będą wykorzystane jako substrat do produkcji biogazu w skali laboratoryjnej.



Kiszonka z kukurydzy (rozdrobienie):	A: do 1 cm	B: > 1 cm do 3 cm	C: > 3 cm do 5 cm	D: > 5 cm do 8 cm
Maize silage (fragmentation)	A: up to 1 cm	B: > 1 cm up to 3 cm	C: > 3 cm up to 5 cm	D: > 5 cm up to 8 cm

Źródło: obliczenia własne

Rys. 4. Zawartość suchej masy w kiszonkach sporządzonych z kukurydzy odmiany Magitop o różnej długości siewki

Fig. 4. Content of dry mass in maize silage made of Magitop variety of different length of chaff

Podsumowanie

Kukurydza odmiany Magitop jako mieszańiec jednoliniowy o liczbie FAO 260 (odmiana średniopóźna) nadaje się do uprawy na terenie zachodniej Polski. Jednakże badania własne wykazały nieznaczne różnice od określonej przez producenta 30% zawartości suchej masy. Mogło być to spowodowane odmiennymi warunkami klimatycznymi w porównaniu z terenami, na których były wykonywane badania odmianowe. Niemniej jednak z kukurydzy odmiany Magitop można uzyskać kiszonkę dobrej jakości, bez wycieku soków kiszonkowych podczas zakiszania.

Najwyższą jakością oraz zawartością suchej masy charakteryzowała się kiszonka C (długość siewki >3 do 5 cm i zawartość s.m. 30%) oraz kiszonka A (długość siewki do 1 cm i zawartość s.m. 29%). Zawartość suchej masy w kiszonkach B (długość siewki >1 do 3 cm) i D (>5 do 8 cm) była na porównywalnym poziomie.

Wyniki wstępnych badań oceny sensorycznej kiszonki z kukurydzy odmiany Magitop oraz zawartość w niej suchej masy potwierdzają zasadność podjęcia dalszych prac nad tą odmianą, które polegać będą na produkcji biogazu z kiszonki tej odmiany o zróżnicowanym stopniu długości siewki.

Bibliografia

- Al Seadi T., Rutz D., Prassl H., Köttner M., Fisterwalder T., Volk S., Janssen R.** (2008): Biogas Handbook (on-line), ISBN 978-87-992962-0-0, [dostęp 12-03-2009]. Dostępny w Internecie: <http://www.lemvigbiogas.com/BiogasHandbook.pdf>
- Bromberek J.** (2012): Przybywa biogazowni. Kukurydza w mistrzowskiej uprawie. Top Agrar, 152-154.
- Eder B., Eder J., Papst C., Darnhofer B., Mukengele M., Heuwinkel H., Oechner H.** Welcher Maissortentyp zur Biogaserzeugung? [on-line], [dostęp 12-05-2012],
- Głodek E.** (2010): Przewodnik biogaz rolniczy (on-line), [dostęp 12-05-2012], Dostępny w Internecie: <http://weedsoft.unl.edu/documents/GrowthStagesModule/Corn/Corn.htm>
- Kaniuczak Z., Pruszyński S.** (red.). (2009): Metodyka Integrowanej Produkcji Kukurydzy (on-line), [dostęp 12-05-2012], Dostępny w Internecie: http://piorin.gov.pl/cms/upload/Metodyka_IP_Kukurydzy.pdf
- Lendzemo T.** (2008): The impacts of genotype and harvest time on dry matter, biogas and methane yields of maize (*Zea mays L.*) (on-line), [dostęp 10-05-2012], Dostępny w Internecie: <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2008/6572/pdf/TatahEugene-2008-10-09.pdf>
- Lisowski A.** (red.). (2009): Efekty działania elementów wspomagających rozdrabnianie roślin kukurydzy a jakość kiszonki. Wydawnictwo SGGW, Warszawa, ISBN 978-83-7583-158-0.
- Myczko A.** (red.). (2011): Budowa i eksploatacja biogazowni rolniczych. Poradnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych. Wydawnictwo ITP, Warszawa-Poznań, ISBN 978-83-62416-23-3.
- Niedziółka I., Zuchniarz A.** (2007): Kukurydza energetyczna. Agroenergetyka, 4, 19-22.
- Oslaj M., Mursec B., Vindis P.** (2010) : Biogas production from maize hybrids. Biomass and Bioenergy, 34, 1538-1545.
- Rogowska A.** Kukurydza – uprawą z przyszłością? (on-line), [dostęp 10-05-2012], Dostępny w Internecie: <http://www.portalhodowcy.pl/hodowca-bydla/52-numer-4-2008/161-kukurydza-uprawa-z-przyszloscia>
- Söchting H., Zwerger P.** (2012): Unkrautkonkurrenz und Biomassebildung von Mais und Sorghum bei unterschiedlicher Herbizidintensität [on-line], [dostęp 10-05-2012], Dostępny w Internecie: <http://pub.jki.bund.de/index.php/JKA/article/viewFile/1749/2092>
- Włodarz R.** (2012): Kukurydza – to się opłaca. Kukurydza w mistrzowskiej uprawie. Top Agrar, 31-33. BN-749162-01. Norma branżowa oceny organoleptycznej kiszonek.
- Corn Growth and Management Quick Guide (on-line), [dostęp 12-05-2012], Dostępny w Internecie: <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/rowcrops/a1173/a1173w.htm>
- Corn Growth Stage Development (on-line), [dostęp 12-05-2012], Dostępny w Internecie: <http://pub.jki.bund.de/index.php/JKA/article/viewFile/1749/2092>
- http://www.lfl.bayern.de/ipz/forschung_und_zuechtung/33184/science_eder.pdf
- http://www.nk.com/media/256955/kukurydza_folder_betonowa_krowa.pdf
- PN-EN 12880:2000. Charakterystyka osadów ściekowych – Oznaczanie suchej pozostałości i zawartości wody.
- Ulotka informacyjna Firmy Syngenta: NK Magitop – znakomita kiszonka.
- Ulotka informacyjna: Kukurydza [on-line], [dostęp 12-05-2012], Dostępny w Internecie: http://www.syngenta.com/country/pl/pl/produkty/ssup/kukurydza/Documents/katalog_kukurydza_2012.pdf

SUITABILITY OF MAGITOP CORN AS A SUBSTRATE FOR BIOGAS PRODUCTION BASED ON INITIAL RESEARCH

Abstract. The article presents description of Magitop corn according to the producer's data and other authors. Moreover, results of the initial research of maize silage of this variety as a substrate for biogas works was presented. The material used for research was maize silage of Magitop variety of four varied ranges of chaff length: up to 1 cm, >1 up to 3 cm, >3 up to 5 cm and >5 up to 8 cm. Organoleptic assessment (sensory) of the produced silage was carried out according to the trade standard. Then, a content of dry mass in ensiled raw material was assessed according to the Polish standard. The analysis proved varied content of dry mass in relation to the length of chaff: from 23 to 30%. The results of the initial research of the produced maize of Magitop variety confirm that further research on biogas profitability of this raw material, as a variety intended for biogas production is necessary.

Key words: biogas, silage quality, corn of Magitop variety, dry mass

Adres do korespondencji:

Patrycja Sałagan; e-mail: patrycja.salagan@zut.edu.pl
Katedra Budowy i Użytkowania Urządzeń Technicznych
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Papieża Pawła VI/3
71-459 Szczecin