

IRENEUSZ KOWALIK

Instytut Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

ZMIANY PŁONU KUKURYDZY W ZALEŻNOŚCI OD OBSADY ROŚLIN, DOJRZAŁOŚCI PODCZAS ZBIORU I WYSOKOŚCI CIĘCIA

Streszczenie. W latach 1996-1997 w Napachaniu koło Poznania przeprowadzono doświadczenie polowe z uprawą kukurydzy odmiany 'Greta' FAO 230-240. Badano wpływ obsady roślin (7 i 9 szt./m²), terminu zbioru (zbiór przy dojrzałości ziarna mleczno-woskowej, wioskowej i początku pełnej) oraz wysokości ścinania kukurydzy nad ziemią (15, 40 i 65 cm) na zmiany plonów. W miarę postępującej wegetacji świeża masa łodyg pozostawianych na polu systematycznie ulegała zmniejszeniu. W dojrzałości mleczno-woskowej pozostawało średnio 142,4 dt/ha masy organicznej, w wioskowej – 124,2 dt/ha (obniżka wynosiła 12,8%), a w początku pełnej – 106,9 dt/ha. Podwyższanie wysokości ścinania roślin podczas zbioru powodowało pozostawianie dolnych odcinków źdźbeł. Podczas zbioru na wysokości 40 cm ubytek plonów świeżej masy w obydwu latach badań wynosił 72,5 dt/ha, plony zaś suchej masy były mniejsze mniej więcej o 11,5 dt/ha w porównaniu ze zbiorem na wysokości 15 cm. Przy zbiorze na wysokości 65 cm w ściernisku pozostały dalsze 52 dt/ha świeżej masy, co w suchej masie wynosiło 10 dt/ha. Wzrost wysokości ścinania przy zbiorze w większym stopniu wpływał na zmniejszanie się plonów w świeżej masie, a w mniejszym – na spadek plonów w suchej masie.

Słowa kluczowe: kukurydza, plon, wysokość ścinania, obsada, termin zbioru

Wstęp

Wartość paszowa roślin kukurydzy jest większa w górnej części rośliny, gdzie jest zlokalizowana kolba, mniejsza zaś w dolnej części pędu. Podwyższając zatem wysokość ścinania przy zbiorze, pozostawiamy najmniej wartościowe części rośliny na polu. Pozostawianie podczas zbioru wyższego ścierniska daje możliwość dodatkowej poprawy wartości energetycznej paszy – poprzez wzrost udziału kolb i koncentracji składników pokarmowych oraz zawartości suchej masy (AERTS i IN. 1976, HERTWIG i ROBOWSKY 1994, JILG 1992, JILG i SCHWEIZER 1991, MICHALSKI 1987, 1989, STIEGER 1980).

Wyższa wysokość ścinania wiąże się wprawdzie ze zmniejszeniem zbieranego plonu, ale dzięki poprawie jakości paszy można uzyskać większe przyrosty dzienne zwierząt i skrócenie okresu tuczu oraz większą wydajność mleczną (GROSS i KRZYŻEWSKI 1982, JILG 1992, JILG i SCHWEIZER 1991, KRUCZYŃSKA i IN. 2001). System podwyższonego cięcia jest zalecany szczególnie w wypadku kukurydzy o małej zawartości suchej masy i małym udziale kolb – w celu poprawienia jakości paszy i zmniejszenia strat w czasie kiszenia. Rezygnacja ze zbioru dolnych partii łodyg i zmniejszenie ich udziału w plonie może być ważna przy późniejszym zbiorze. Wraz z dojrzewaniem kukurydzy skład chemiczny oraz strawność łodyg i liści wyraźnie się pogarsza (AERTS i IN. 1976, MICHALSKI 1989, 1990). Na plantacjach przenawożonych azotem, np. przy stosowaniu nadmiernych dawek gnojowicy, ten sposób zbioru pozwala zmniejszyć w paszy zawartość azotanów koncentrujących się głównie w dolnych częściach łodyg (STIEGER 1980). Pozostawione na polu dolne części roślin są także liczącym się źródłem materii organicznej, szczególnie w warunkach monokultury kukurydzy lub gospodarki bezobornikowej.

W zmienionych warunkach agrotechnicznych (późny zbiór, zmniejszona obsada roślin, odmiany o większym udziale kolb i innym typie dojrzewania – „stay green”) oraz przy rosnących wymaganiach jakościowych wobec pasz objętościowych metoda podwyższonego cięcia nabiera nowego znaczenia. Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu podwyższonego zbioru – na wysokości 40 i 65 cm – na straty w plonach kukurydzy odmiany typu „stay green” w porównaniu ze zbiorem standardowym na kiszonkę na wysokości 15 cm.

Material i metody

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1996-1997 w Gospodarstwie Rolnym H. i P. Korbanków w Napachaniu koło Poznania na glebach płowych kompleksu żytniego dobrego. Gleby te charakteryzowały się dobrą zasobnością w fosfor, potas i magnez. Przedplonem w pierwszym roku był jęczmień jary, a w drugim – kukurydza na dawce obornika około 30 t/ha.

Nawożenie mineralne wynosiło odpowiednio 140-90-120 kg NPK w czystym składniku na 1 ha. Całą dawkę potasu wysiewano jesienią pod orkę przedzimową. Nawożenie azotowe było realizowane w trzech dawkach: 125 kg mocznika razem z superfosfatem potrójnym – przed doprawianiem przedsięwzięcia gleby, druga dawka to 100 kg saletry wapniowej amonowej tuż przed wschodami, trzecia zaś część azotu – 125 kg mocznika – była wysiewana pogłównie w fazie czterech-sześciu liści roślin kukurydzy. Poletka były chronione przed chwastami herbicydem Primextra, w dawce 4,5 l/ha, zaraz po siewie.

Odmiana wysiewana w doświadczeniach była mieszańcem pojedynczym firmy KWS o nazwie handlowej ‘Greta’ i liczbie FAO 230-240. Siew wykonano punktowym siewnikiem pneumatycznym Variosem S072, przy szerokości międzyrzędzi 75 cm. Nasiona wysiewano przy nastawieniu siewnika na odległości między nasionami w rzędzie na 17 i 12,9 cm, co pozwoliło uzyskać obsadę roślin do zbioru odpowiednio 7 i 9 szt./m².

Doświadczenie zakładano w układzie split-split-plot w czterech powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu były dwie gęstości siewu odpowiadające obsadom 7 i 9 roślin na

1 m². Czynnikiem II rzędu były trzy terminy zbioru odpowiadające dojrzałościom ziarna: mleczno-woskowej, woskowej i początku pełnej. Czynnikiem III rzędu były trzy wysokości cięcia nad ziemią: 15, 40 i 65 cm. Powierzchnia pojedynczego poletka wynosiła 40 m², a do zbioru 27 m². Suchą masę materiału roślinnego określano metodą suszarkową w suszarce komorowej (ĆWICZENIA... 1994).

Warunki pogodowe w latach doświadczenia były podobne i sprzyjały rozwojowi oraz plonowaniu kukurydzy. Oba lata były wilgotne o korzystnym rozkładzie opadów w okresie wegetacyjnym i sumie opadów wyższej od średniej wielolecia o 127,6 mm w 1996 i o 102,8 mm w 1997 roku. Średnia temperatura w okresie wegetacyjnym kwiecień-październik w 1996 roku była niższa o 0,4°C w stosunku do wielolecia, a w 1997 roku była taka sama. Korzystne warunki termiczne panujące w obydwu latach w sierpniu i wrześniu sprzyjały dojrzewaniu kukurydzy.

Wyniki

Podwyższenie wysokości ścinania z 15 do 40 i 65 cm powodowało, że na polu pozostawał dolny odcinek źdźbła (tzw. łodygi) z kilkoma liśćmi. Wykazano, że ilość dodatkowej masy ścierniska pozostawionej na polu istotnie zależała od terminu zbioru. Niezależnie od obsady roślin, największe straty masy łodyg w świeżej masie stwierdzono przy zbiorze w dojrzałości mleczno-woskowej (tab. 1). W miarę postępującej wegetacji świeża masa łodyg pozostawianych na polu systematycznie zmniejszała się. Między dojrzałością mleczno-woskową a woskową obniżka ta wynosiła 12,8%, a między dojrzałością woskową a początkiem pełnej – dalsze 14%. Łącznie między dojrzałością mleczno-woskową a początkiem pełnej obniżka wynosiła 25%. Nieco większe straty w postaci ścierniska stwierdzono dla obsady 9 roślin na 1 m² – o 18% większe w porównaniu z obsadą 7 roślin na 1 m².

Tabela 1. Świeża masa roślin pozostała w ściernisku w przedziale wysokości 15-65 cm (dt/ha)
Table 1. Fresh matter of plants remained of stubble on height interval 15-65 cm (dt/ha)

B. Dojrzałość	A. Obsada roślin na 1 m ²			NIR 0,05
	7	9	średnio	
Mleczno-woskowa	128,7	156,1	142,4	A = (1,90)*
Woskowa	113,3	135,0	124,2	B = 15,85
Początek pełnej	101,0	112,9	106,9	AB = 3,29
Średnio	114,4	134,7	–	

* Wartość NIR testowana do błędu.

Jeżeli uwzględnimy oddzielnie dolną część łodyg (15-40 cm nad ziemią) i oddzielnie jej wyższe partie (40-65 cm), to przy obu gęstościach, jak i we wszystkich terminach zbioru większa masa była zgromadzona w dolnych odcinkach łodyg (tab. 2).

Tabela 2. Zróżnicowanie świeżej masy w dwóch dolnych odcinkach łodygi (dt/ha)
Table 2. Differentiation of fresh matter in two lower segments of stem (dt/ha)

Czynnik	Poziom	C. Odcinek łodygi			NIR 0,05
		15-40 cm	40-65 cm	średnio	
A. Obsada	7	66,3	48,0	57,2	A = (1,03)* AC = 1,46
	9	78,7	55,9	67,3	
B. Dojrzałość	Mleczno-woskowa	79,9	62,5	71,2	B = 8,87
	Woskowa	73,4	50,7	62,0	BC = 1,79
	Początek pełnej	64,3	42,6	53,5	C = 1,03
Średnio		72,5	52,0	–	

* Wartość NIR testowana do błędu.

Tabela 3. Sucha masa roślin pozostała w ściernisku w przedziale wysokości 15-65 cm (dt/ha)
Table 3. Dry matter of plants remained of stubble on height interval 15-65 cm (dt/ha)

B. Dojrzałość	A. Obsada roślin na 1 m ²			NIR 0,05
	7	9	średnio	
Mleczno-woskowa	22,0	25,6	23,8	A = 0,33
Woskowa	19,6	22,0	20,8	B = (0,41)*
Początek pełnej	19,1	21,1	20,1	AB = 0,58
Średnio	20,2	22,9	–	

* Wartość NIR testowana do błędu.

Pozostawiona na polu ilość masy organicznej była w suchej masie wyraźnie mniejsza niż w stanie wilgotnym (tab. 3). Przy obsadzie 9 roślin na 1 m² pozostałości suchej masy w ściernisku były istotnie większe w stosunku do 7 roślin na 1 m² (o 13%). Wraz z dojrzewaniem roślin kukurydzy średni plon pozostawiany w ściernisku zmniejszał się. W dojrzałości woskowej masa ścierniska była mniejsza o 12,6%, a w początku pełnej o 15% w stosunku do dojrzałości mleczno-woskowej. Masa odcinków dolnych ścierniska (15-40 cm) była średnio o 16% większa od masy odcinków górnych. Różnica ta zmieniała się wraz z opóźnianiem terminu zbioru – od 6% w dojrzałości mleczno-woskowej do 22% w początku dojrzałości pełnej (tab. 4).

Zawartość suchej masy w odciętych dolnych partiach rośliny istotnie się różniła w zależności od obsady oraz dojrzałości. We dwóch wcześniejszych terminach średnia zawartość suchej masy w odciętych odcinkach w przedziale wysokości 15-65 cm była taka sama, natomiast wyraźnie się zwiększyła w dojrzałości pełnej (tab. 5). Nieco większą zawartość suchej masy stwierdzono w tych partiach przy obsadzie 7 szt./m². Porównując zawartość suchej masy oddzielnie w odcinkach dolnych i górnych, stwierdzono,

Kowalik I., 2009. Zmiany plonu kukurydzy w zależności od obsady roślin, dojrzałości podczas zbioru i wysokości cięcia. Nauka Przyr. Technol. 3, 2, #64.

Tabela 4. Zróżnicowanie suchej masy w dwóch dolnych odcinkach łodygi (dt/ha)
Table 4. Differentiation of dry matter in two lower segments of stem (dt/ha)

Czynnik	Poziom	C. Odcinek łodygi			NIR 0,05
		15-40 cm	40-65 cm	średnio	
A. Obsada	7	10,9	9,4	10,1	A = 0,17
	9	12,3	10,6	11,5	AC = r.n.
B. Dojrzałość	Mleczno-woskowa	12,3	11,6	11,9	B = (0,21)*
	Woskowa	11,4	9,4	10,4	BC = (0,29)*
	Początek pełnej	11,0	9,0	10,0	C = (0,17)*
Średnio		11,6	10,0	–	

* Wartość NIR testowana do błędu.

Tabela 5. Zawartość suchej masy w ściernisku w przedziale wysokości 15-65 cm (%)
Table 5. Content of dry matter in stubble on height interval 15-65 cm (%)

B. Dojrzałość	A. Obsada roślin na 1 m ²			NIR 0,05
	7	9	średnio	
Mleczno-woskowa	17,1	16,4	16,8	A = 0,26
Woskowa	17,3	16,3	16,8	B = 1,64
Początek pełnej	18,9	18,7	18,8	AB = 0,45
Średnio	17,8	17,1	–	

Tabela 6. Zawartość suchej masy w dwóch dolnych odcinkach łodygi (%)
Table 6. Content of dry matter in two lower segments of stem (%)

Czynnik	Poziom	C. Odcinek łodygi			NIR 0,05
		15-40 cm	40-65 cm	średnio	
A. Obsada	7	16,4	19,7	18,0	A = (0,12)*
	9	15,7	19,3	17,5	AC = r.n.
B. Dojrzałość	Mleczno-woskowa	15,3	18,6	17,0	B = 1,83
	Woskowa	15,5	18,6	17,1	BC = 0,21
	Początek pełnej	17,2	21,2	19,2	C = (0,12)*
Średnio		16,0	19,5	–	

* Wartość NIR testowana do błędu.

że wyższe części ścierniska miały większą zawartość suchej masy, zwłaszcza w dojrzałości pełnej. Przy większej gęstości zawartość suchej masy w analizowanych odcinkach zmniejszała się. Różnice w obsadzie roślin nieco silniej wpływały na procentową zawartość suchej masy dolnego odcinka łodygi (tendencja niepotwierdzona statystycznie, tab. 6).

Dyskusja

Interesującą możliwością sterowania wartością paszową kiszonki jest zróżnicowana wysokość ścinania roślin podczas zbioru. W wyniku podwyższania wysokości ścinania, powyżej standardowej wysokości 15 cm (SYSTEM... 1988), jako ściernisko pozostaje na polu dość duża masa materii organicznej. Jest to pewna strata w ogólnej masie zebranego plonu, ale jednocześnie uzyskuje się możliwość wpływania i sterowania jakością uzyskiwanej paszy. Jak podaje MICHALSKI (1980, 1990), o wartości energetycznej kiszonki decyduje przede wszystkim udział kolb w ogólnej masie plonu. Wartość paszowa łodyg kukurydzy jest najmniejsza w dolnej, a największa w górnej części rośliny (JILG 1992, JILG i SCHWEIZER 1991, STIEGER 1980). Zatem pozostawianie podczas zbioru wyższego ścierniska daje możliwość poprawy wartości energetycznej paszy – poprzez wzrost udziału kolb i koncentracji składników pokarmowych oraz zwiększenie zawartości suchej masy. Metoda ta powoduje jednak zmniejszenie wielkości zbieranego plonu (AERTS i IN. 1976, HERTWIG i ROBOWSKY 1994, JILG 1992, JILG i SCHWEIZER 1991, MICHALSKI 1987, 1989, STIEGER 1980). Podwyższenie wysokości ścinania kukurydzy powoduje, że na polu pozostaje wysokie ściernisko (w badaniach własnych było to 40 i 65 cm), w skład którego wchodzi dolny odcinek źdźbła (tzw. łodygi) z kilkoma liśćmi. W porównaniu ze standardową wysokością ścinania – około 15 cm – na polu pozostaje znacznie większa masa. Przy podwyższaniu wysokości ścinania z 15 do 40 cm obniżka plonów świeżej masy wyniosła około 72 dt/ha, przy ścinaniu zaś na wysokości 65 cm plony zmniejszyły się o dalsze 52 dt/ha. W przeliczeniu na suchą masę spadek plonów wynosił odpowiednio 11,6 oraz 10,0 dt/ha. Podobny kierunek zmian przy zwiększeniu wysokości ścinania podczas zbioru (najczęściej do 40 cm) wykazali w swoich badaniach AERTS i IN. (1976), GROSS i KRZYŻEWSKI (1982), HERTWIG i ROBOWSKY (1994), MICHALSKI (1987, 1989) i STIEGER (1980). Po porównaniu dolnych i górnych 25-centymetrowych odcinków pozostawionych łodyg stwierdzono, że w dolnych częściach łodyg pozostawało nieco więcej masy, natomiast górne charakteryzowały się większą zawartością suchej masy. Podobne wyniki uzyskali JILG (1992) i STIEGER (1980).

W badaniach własnych metodę podwyższonego ścinania roślin kukurydzy podczas zbioru realizowano przy stosunkowo małym zagęszczeniu roślin, co poszerza zakres informacji i daje możliwość wnioskowania odnośnie do kukurydzy uprawianej na tzw. paszę wysokoenergetyczną. Wysokiej jakości paszy nie osiągnie się jednak tylko dzięki odpowiedniemu stadium dojrzałości roślin. Należy wykorzystywać również inne środki agrotechniczne: technikę zbioru, dokładność rozdrobnienia, obsadę roślin, jak też osiągnięcia w dziedzinie hodowli (odmiany typu „stay green”). Lepszą jakość surowca próbowano też uzyskać poprzez dodanie do paszy osobno zerwanych kolb lub omlóconego ziarna. Jednak według HONIGA i ROHRA (1982), SAVICIA (1976) i STIEGERA

(1980) najprościej jest zbierać rośliny na wyższych wysokościach. W związku z tym trzeba się liczyć z pozostawieniem na polu dodatkowej ilości masy organicznej, którą będą stanowiły odcinki łodyg z liśćmi powyżej standardowej wysokości ścierniska (15 cm).

Wnioski

1. Wraz ze wzrostem wysokości ścinania roślin kukurydzy zmniejszała się masa zbieranych na kiszonkę roślin.

2. W porównaniu ze zbiorem na wysokości 15 cm, przy zbiorze na wysokości 40 cm ubytek plonów świeżej masy wynosił 72,5 dt/ha, plony zaś suchej masy były mniejsze mniej więcej o 11,5 dt/ha. Przy podwyższeniu zbioru do wysokości 65 cm w ściernisku pozostało dalsze 52 dt/ha świeżej masy, co w suchej masie wynosiło 10 dt/ha.

3. Postępująca dojrzałość zbieranych roślin kukurydzy wpływała na zmniejszanie się masy materii organicznej pozostającej w ściernisku.

Literatura

- AERTS J.U., DE BRABANDER D.L., COTTYN B.G., BOUCQUE CH.V., BUYSSE F.X., 1976. Evolution de la composition, de la digestibilité et du rendement du maïs en fonction du stade de maturité. *Rev. Agric. (Bruss.)* 2: 379-430.
- ĆWICZENIA z żywienia zwierząt i paszoznawstwa. 1994. Red. K. Gawęcki. Wyd. AR, Poznań.
- GROSS F., KRZYŻEWSKI M., 1982. Einfluß der Schnitthöhe auf Nährstoffgehalt und Ertrag. *Mais* 4: 16-19.
- HERTWIG R., ROBOWSKY K.D., 1994. Hohe Energiekonzentration ist entscheidend. *Neue Landwirtschaft* 8: 77-79.
- HONIG H., ROHR K., 1982. Zur Bedeutung des Zerkleinerungsgrades von Silomais. Mitteilung: Einfluß des Zerkleinerungsgrades auf die Verluste durch unverdaut ausgeschiedene Körner und Körnerbruchstücke. *Wirtschaftseigene Futter* 3: 182-192.
- JILG T., 1992. Höherer Schnitt bringt höheren Gewinn. *DLZ-Landtech. Z.* 8: 31-33.
- JILG T., SCHWEIZER B., 1991. Die Wirtschaftlichkeit der Bullenmast - eine Frage der Schnitthöhe? *Mais* 4: 10-12.
- KRUCZYŃSKA H., DARUL K., NOWAK W., KOWALIK I., 2001. The chemical composition and ruminal degradability of maize silages depending on the cultivar and moving height at harvest. *J. Anim. Feed Sci.* 10, Suppl. 2: 331-337.
- MICHALSKI T., 1980. Wpływ obsady roślin, wczesności odmian oraz terminu zbioru na plony i wartość pastewną kukurydzy kiszonkowej. *Rocz. AR Pozn. Rozpr. Nauk.* 104.
- MICHALSKI T., 1987. Wpływ wysokości cięcia roślin przy zbiorze na plony i wartość pastewną kiszonki z kukurydzy. *Rocz. AR Pozn.* 186, Roln. 33: 61-73.
- MICHALSKI T., 1989. Wpływ wysokości cięcia na plony i wartość pastewną kukurydzy zbieranej na kiszonkę. *Rocz. Nauk Roln. Ser. A* 108, 2: 177-189.
- MICHALSKI T., 1990. Wpływ stopnia dojrzałości i struktury kolb kukurydzy na plony i jakość uzyskanej z nich kiszonki. *Rocz. AR Pozn. Rozpr. Nauk.* 194.
- MICHALSKI T., 1997. Wartość pastевна plonów kukurydzy w zależności od sposobów i terminów zbioru. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 450: 117-131.

- SAVIĆ R., 1976. The use of techniques of maize cultivation to maximize feed for beef production. *Anim. Feed Sci. Technol.* 1, 2-3: 229-236.
- STIEGER W., 1980. Środki agrotechniczne zmierzające do ulepszenia jakości kiszonki kukurydzianej. W: Materiały z konferencji naukowo-technicznej SITR Poznań – KWS Einbeck. WOPR, Sielinko: 1-29.
- SYSTEM maszyn rolniczych. 1988. Część 8. Produkcja pasz objętościowych. IBMER, Warszawa.

CHANGES OF YIELD OF SILAGE MAIZE DEPENDING ON PLANTS DENSITY, MATURITY DURING HARVEST AND HEIGHT OF HARVEST

Summary. The field experiment with maize tillage was carried out in the years 1996-1997 in Napachanie, near Poznań. The influence of plants density (7 and 9 plants per 1 m²), harvest term and maize cutting height of 'Greta' FAO 230-240 variety on yield losses was investigated. The harvest was in three terms: milk-waxen, waxen and at the beginning of full maturity and the plants were cut at 15, 40 and 65 cm over the ground. As the research showed, along with an increasing vegetation, the fresh mass of stalks left on the field was systematically decreasing. In milk-waxen maturity the organic matter amounted average 142.4 dt/ha, in waxen maturity – 124.2 dt/ha and at the beginning of full maturity it was 106.9 dt/ha. Raising the cut height during the harvest caused the leaving of bottom sections of stalks. Harvest at 40 cm of cut height the yield losses of dry matter in both research years amounted 72.5 dt/ha, whereas the yields of dry matter were lower of approximately 11.5 dt/ha in comparison with harvest at 15 cm. During harvest on 65 cm there was 52 dt/ha of fresh matter in the stubble, which amounted 10 dt/ha in dry matter. The growth of cut height during the harvest in a higher rate influenced decrease of yields in fresh matter, and to a lower level decrease of yields in dry matter.

Key words: maize, yield, height of harvest, density, maturity during harvest

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Ireneusz Kowalik, Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 50, 60-625 Poznań, Poland, e-mail: ikowalik@up.poznan.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

13.01.2009

Do cytowania – For citation:

*Kowalik I., 2009. Zmiany plonu kukurydzy w zależności od obsady roślin, dojrzałości podczas zbioru i wysokości cięcia. *Nauka Przyr. Technol.* 3, 2, #64.*