

IRENEUSZ KOWALIK¹, TADEUSZ MICHALSKI²

¹Inżynierii Rolniczej

²Katedra Uprawy Roli i Roślin

Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu

WPŁYW NIEKTÓRYCH CZYNNIKÓW AGROTECHNICZNYCH
NA PARAMETRY JAKOŚCIOWE KISZONKI Z KUKURYDZY
ODMIANY „STAY GREEN”

Influence of selected elements of cultivation technology on the qualitative parameters of maize silage
(stay green type variety)

ABSTRAKT: W latach 1996–1997 prowadzono doświadczenia z kukurydzą odmiany „Greta”, stosując zróżnicowaną agrotechnikę: obsadę roślin 7 i 9 szt. na 1 m², zbiór w 3 terminach (dojrzałość mleczno-woskowa, woskowa i początek pełnej) oraz 3 wysokości ścinania roślin (15, 40 i 65 cm). Zebrane rośliny rozdrabniano w dwóch wariantach: mniej dokładnie (75–80% ziarn uszkodzonych) oraz dokładnie (> 95% ziarn uszkodzonych). Po 3 miesiącach kiszenia w workach foliowych kiszonkę wybierano i określono jej jakość, skład chemiczny i wielkość strat.

Ocena jakości dokonana metodą Fliega wykazała, że wszystkie kiszonki mieściły się w grupie bardzo dobrych. Wykazano jedynie, że kiszonka z roślin zebranych w dojrzałości mleczno-woskowej miała nieco niższą ocenę niż pozostałe. Spośród badanych czynników dojrzałość zakiszane surowca wywarła największy wpływ na zawartość kwasów organicznych w kiszonce i wartość pH. Opóźnienie zbioru od dojrzałości mleczno-woskowej do woskowej spowodowało wzrost zawartości kwasu mlekowego, przy niezmięnionej zawartości kwasu octowego i wartości pH. Natomiast przy zbiorze kukurydzy w początku dojrzałości pełnej w kiszonce wytwarzało się mniej kwasu mlekowego i octowego. Zawartości kwasów masłowego i propionowego były niewielkie i nie zależały od dojrzałości.

Wysokość cięcia nie wpłynęła istotnie na zawartość kwasów, ale zarysowała się tendencja do obniżenia ich wytwarzania przy cięciu wyższym, w efekcie czego nastąpił niewielki wzrost pH. Wpływ stopnia rozdrobnienia surowca na wytwarzanie kwasów był stosunkowo niewielki, ale istotną zmianą było zmniejszenie ilości kwasu masłowego przy dokładniejszym rozdrobnieniu. Stwierdzono ponadto, że poprawa dokładności rozdrobnienia wpłynęła na istotne obniżenie zawartości N-NH₃. Wyraźne zmniejszenie zawartości azotu amonowego stwierdzono również w kiszonkach zbieranych w dojrzałościach woskowej i początku pełnej. Nie udowodniono natomiast wpływu obsady roślin na ilość kwasów i ogólną kwasowość kiszonki.

słowa kluczowe – key words:

kukurydza – *maize*, kiszonka – *silage*, jakość – *quality*, dojrzałość – *maturity*, wysokość ścinania – *height of cutting*

WSTĘP

Przebieg kiszenia zależy od jakości zbieranego surowca, jego przygotowania do konserwacji oraz warunków technicznych. Według opinii wielu autorów o jakości kukurydzy na kiszonkę w największym stopniu decyduje dojrzałość roślin (1, 2, 5, 6, 8, 9). Dobry surowiec do zakiszania powinien się charakteryzować zawartością suchej masy 30–35%, co zapobiega wypływowi soków kiszonkowych i stratom składników pokarmowych. Udział dobrze wypełnionych ziarnem kolb w plonie ogólnym świeżej masy powinien przekraczać 40% (3, 4, 17, 27). Zawartość suchej masy i udział kolb w surowcu są silnie uzależnione od stosowanej agrotechniki (obsada roślin, dobór odmian) oraz przebiegu pogody. W latach o niekorzystnym przebiegu pogody lub rejonach o gorszych warunkach klimatycznych mimo prawidłowej agrotechniki uzyskuje się surowiec o parametrach poniżej oczekiwanych. Metodą poprawy jakości surowca do kiszenia może być wysokie ścinanie roślin podczas zbioru. Podwyższając cięcie kukurydzy pozostawiamy najmniej wartościowe części rośliny na polu, zwiększając udział kolb oraz zawartość suchej masy w materiale do zakiszania (14, 16).

Według Podkówki (20) konserwowanie powinno być przeprowadzone w taki sposób, by do minimum ograniczyć straty składników pokarmowych, a zakiszona pasza nie powinna być gorsza od materiału wyjściowego. Oprócz jakości surowca o dobrym przebiegu kiszenia decyduje również dokładność jego rozdrobnienia. Wraz z opóźnieniem zbioru roślin kukurydzy czynnik ten nabiera coraz większego znaczenia i staje się jednym z najważniejszych dla zapewnienia dobrych warunków konserwacji oraz pełnego wyjadania paszy przez zwierzęta (3-5). Wprowadzenie do uprawy odmian typu „stay green”, u których ziarno dojrzewa przy zachowaniu zieloności całej rośliny, spowodowało, że zalecenia dotyczące terminów zbioru i dokładności rozdrobnienia straciły w części swoją aktualność. Odmiany te w okresie jesiennym, dzięki wciąż aktywnym zielonym częściom wegetatywnym, asymilują dłużej, często aż do dojrzałości pełnej ziarna. Na skutek tego można liczyć na dodatkowy przyrost plonu i lepsze wypełnienie ziarn. W przypadku wystąpienia suszy ryzyko przedwczesnego zasychania roślin jest u tych form mniejsze. Odmiany „stay green” wykazują ponadto większą odporność na zgorzel podstawy łodygi, wywoływaną przez grzyby z rodzaju *Fusarium* (10, 22, 24).

Celem badań była ocena wpływu: obsady roślin, terminu zbioru, wysokości ścinania oraz dokładności rozdrobnienia roślin kukurydzy na wielkość strat w okresie kiszenia oraz parametry jakościowe kiszonki produkowanej z odmiany typu „stay green”.

W hipotezie badawczej założono, że badane czynniki wpływają na parametry jakościowe kiszonki. Przyjęto także, że zawartość suchej masy w roślinach przed kiszeniem może być dobrym miernikiem jakości kiszonki z kukurydzy odmiany „stay green”, podobnie jak wykazano to u odmian tradycyjnych.

MATERIAŁ I METODY

Trzyczynnikowe doświadczenie polowe w układzie split-split-plot i czterech powtórzeniach przeprowadzono w latach 1996–1997 w Napachaniu koło Poznania. Wysiewano mieszańca pojedynczego firmy KWS Greta, o liczbie FAO 230–240. Odmiana ta była jednym z pierwszych mieszańców typu „stay green”.

Czynnikiem I rzędu była obsada roślin (7 i 9 szt. · m⁻²), czynnikiem II rzędu – termin zbioru odpowiadający mleczno-woskowej, wioskowej i początkowi pełnej dojrzałości ziarna, a czynnikiem III rzędu – wysokość cięcia roślin nad powierzchnią gleby (15, 40 i 65 cm). Czynnikiem IV rzędu, realizowanym już po zbiorze roślin z doświadczenia polowego, był stopień rozdrobnienia, którego miarą był procentowy udział uszkodzonych ziarn w surowcu przygotowywanym do zakiszania (mniej dokładnie – 75–80% uszkodzonych ziarn oraz dokładne 95–100% uszkodzonych ziarn).

Zebrany ręcznie materiał roślinny szczegółowo analizowano oceniając jego strukturę. Zawartość suchej masy określano metodą suszarkową. Rośliny przeznaczone do kiszenia były rozdrabniane siewnicą stacjonarną typu H-938, której ustawienia określono podczas badań wstępnych. Średnią długość siewnicy określano metodą średniej ważonej (PN –91/R-55025). Próbkę siewnicy przesiewano na sitach o kwadratowych oczkach, z podziałem na grupy co 4 mm, w zakresie od długości najmniejszej do największej. Kukurydzę zakiszano w podwójnych workach foliowych o pojemności 6 dm³, odważając 4600 g siewnicy w czterech powtórzeniach. Po ręcznym zagęszczeniu, worki szczelnie zamykano, obciążano i przechowywano w przewiewnym, nie ogrzewanym pomieszczeniu. Po upływie 3 miesięcy od daty zakiszania worki ważono, a następnie wybierano kiszonkę przygotowując próbki do oceny zawartości suchej masy kiszonki i analiz chemicznych. Straty suchej masy podczas kiszenia wyznaczano metodą bilansową.

Kiszonki analizowano na zawartość lotnych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej wg Szablotki i in. (26). Rozdział i identyfikację lotnych kwasów tłuszczowych wykonano na chromatografie gazowym Chrom 5. Odczyn oznaczono na pehametrze firmy MERA-ELWRO typ N517. Azot amonowy oznaczono metodą destylacyjną (7).

Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji i testowano na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ korzystając z programu „Statpaku”, opracowanego w AR w Poznaniu. Za pomocą tego programu określano również zależności regresyjne, wykorzystując regresję wielomianową, testowaną na poziomie $\alpha = 0,05$.

WYNIKI

Założone przedziały rozdrobnienia ziarna, ustalane oddzielnie dla poszczególnych dojrzałości wynosiły: 75–80% przy rozdrobnieniu mniej dokładnym oraz 95–100% przy rozdrobnieniu dokładnym. W materiale z każdego z kolejnych terminów zbioru parametry te zostały uzyskane (tab. 1). Przy rozdrobnieniu mniej dokładnym średnia

długość siewki wynosiła 9,1–9,7 mm, a przy rozdrobnieniu dokładnym od 7,6 do 8,5 mm. Rozdrobnienie ziarna odpowiadało założeniom badawczym i mieściło się w granicach odpowiednio od 77,5 do 79,4% oraz od 97,3 do 98%, niezależnie od terminu zbioru.

Badane czynniki wywarły istotny wpływ na cechy jakościowe kiszonki (tab. 2). Stosunkowo największy wpływ na zawartość kwasów w kiszonce i jej odczyn wy-

Tabela 1

Podstawowe parametry siewki (1996–1997)
Basic parameters of chop (1996–1997)

| Dojrzałość Maturity | Rozdrobnienie Crushing | Średnia dł. siewki Middle length of chop (mm) | Uszkodzenie ziarna Grains damage (%) |
|--------------------------------------|---|---|--|
| Mleczno-woskowa Milk-waxy | mniej dokładne; less exact dokładne; exact | 9,10 8,48 | 79,43 97,54 |
| Woskowa Waxy | mniej dokładne; less exact dokładne; exact | 9,10 7,88 | 77,48 97,95 |
| Początek pełnej Beginning of full | mniej dokładne; less exact dokładne; exact | 9,72 7,61 | 77,88 97,29 |

Tabela 2

Kwasowość i odczyn kiszonki z kukurydzy (1996–1997)
Acidity and pH of maize silage (1996–1997)

| Czynnik Factor | Poziom czynnika Level of factor | pH | Zawartość kwasów (g·kg ⁻¹ s.m.) Content of acid (g·kg ⁻¹ d.m.) | | | |
|---|--------------------------------------|------|---|------------------|--------------------|-------------------------|
| | | | mlekowy lactic | octowy acetic | masłowy butyric | propionowy propionic |
| Obsada Density | 7 | 4,02 | 81,10 | 17,09 | 0,13 | 0,25 |
| | 9 | 4,00 | 81,58 | 17,65 | 0,09 | 0,26 |
| | NIR; LSD | r.n. | r.n. | r.n. | r.n. | r.n. |
| Dojrzałość Maturity | mleczno-woskowa milk-dough | 3,90 | 69,92 | 17,95 | 0,13 | 0,24 |
| | woskowa; dough | 3,93 | 94,79 | 18,44 | 0,08 | 0,28 |
| | początek pełnej beginning of full | 4,21 | 79,32 | 15,73 | 0,14 | 0,24 |
| | NIR; LSD | r.n. | 3,935 | 0,737 | r.n. | r.n. |
| Wysokość ścianania Height of cutting | 15 cm | 3,99 | 82,39 | 17,34 | 0,10 | 0,27 |
| | 40 cm | 4,02 | 81,55 | 17,11 | 0,12 | 0,25 |
| | 65 cm | 4,03 | 80,08 | 17,68 | 0,12 | 0,25 |
| NIR; LSD | 0,032 | r.n. | r.n. | r.n. | r.n. | |
| Rozdro- bnienie Crushing | mniej dokładne less exact | 4,00 | 81,70 | 17,62 | 0,14 | 0,27 |
| | dokładne; exact | 4,02 | 80,98 | 17,12 | 0,09 | 0,24 |
| | NIR; LSD | r.n. | r.n. | r.n. | 0,020 | r.n. |
| Lata Years | 1996 | 3,93 | 81,40 | 17,26 | 0,11 | 0,26 |
| | 1997 | 4,09 | 81,28 | 17,48 | 0,12 | 0,25 |

warła dojrzałość zakiszane surowca. Opóźnienie zbioru od dojrzałości mleczno-woskowej do woskowej spowodowało wzrost zawartości kwasu mlekowego, przy nie zmienionej zawartości kwasu octowego i odczynu. Zbiór w terminie późniejszym – w początku dojrzałości pełnej – powodował, że w kiszonce wytwarzało się nieco mniej kwasu mlekowego, ale też i kwasu octowego. Skutkiem tego zwiększył się odczyn kiszonki, ale jego wartość mieściła się jeszcze w granicach bezpiecznych dla przechowywania. Proporcje kwasów w kiszonce z roślin zbieranych w początku dojrzałości pełnej były korzystniejsze niż w kiszonce z roślin o dojrzałości mleczno-woskowej i nieco gorsze niż z roślin o dojrzałości woskowej. Zawartość kwasów masłowego i propionowego była niewielka i nie różniły się w zależności od dojrzałości. Wysokość ścinania nie wpłynęła istotnie na zawartość kwasów, ale przy podwyższaniu poziomu cięcia zarysowała się tendencja do zmniejszenia ich wytwarzania, w efekcie czego nastąpił niewielki wzrost odczynu. Również wpływ stopnia rozdrobnienia surowca na wytwarzanie kwasów był stosunkowo niewielki, ale istotną zmianą było zmniejszenie ilości kwasu masłowego przy dokładniejszym rozdrobnieniu. Nie stwierdzono natomiast wpływu obsady roślin na ilość kwasów i ogólną kwasowość kiszonki.

Badane czynniki wywarły duży wpływ na zawartość suchej masy w kiszonce (tab. 3). Sucha masa kiszonki zwiększała się istotnie i systematycznie z 253 g do 343 g w miarę opóźniania zbioru od dojrzałości mleczno-woskowej do początku pełnej. Wzrost wysokości cięcia do 40 cm powodował zwiększenie zawartości suchej masy o 17 g, a do 65 cm o 35 g·kg⁻¹. Wpływ obsady i rozdrobnienia był mniej wyraźny. Stwierdzono jednak tendencję do zmniejszania zawartości suchej masy w przypadku roślin sianych gęściej oraz wzrostu zawartości suchej masy przy dokładniejszym rozdrobnieniu. Ocena jakości dokonana metodą Fliega wykazała, że wszystkie kiszonki mieściły się w grupie bardzo dobrych. Kiszonka z roślin zebranych w dojrzałości mleczno-woskowej miała nieco niższą ocenę niż pozostałe. Zawartość azotu amonowego, wskazująca na procesy rozkładu zachodzące w kiszonce, była niewielka. Stwierdzono jednak, że poprawa dokładności rozdrobnienia wpłynęła na istotne obniżenie zawartości N-NH₃. Wyraźne zmniejszenie zawartości azotu amonowego stwierdzono również w kiszonkach z kukurydzy zbieranej w dojrzałości woskowej i początku pełnej. Niezależnie od tego wykazano kilka zależności interakcyjnych, które zestawiono w tabelach 4 i 5. Stwierdzone zależności odczynu i N-NH₃ od obsady roślin i wysokości ścinania (tab. 4) były stosunkowo niewielkie i trudne do interpretacji. Zawartość kwasu mlekowego w kiszonce zależała od dokładności rozdrobnienia i dojrzałości roślin podczas zbioru (tab. 5). Z kolei zawartość kwasu masłowego zależała od interakcji wysokości cięcia oraz dokładności rozdrobnienia roślin kukurydzy. Przy zwiększonej wysokości ścinania rozdrobnienie mniej dokładne powodowało wzrost zawartości kwasu masłowego, natomiast przy rozdrobnieniu dokładnym tendencja była odwrotna. W efekcie tego największe różnice w zawartości kwasu masłowego wystąpiły przy najwyższym ścinaniu.

Przeprowadzona analiza regresji wykazała, że między kwasowością, stratami podczas kiszenia i odczynem a zawartością suchej masy w surowcu zachodzą ściśle

Tabela 3

Cechy jakościowe kiszonki (1996–1997)
Specific quality traits of maize (1996–1997)

| Czynnik Factor | Poziom czynnika Level of factor | Sucha masa Dry matter (g·kg ⁻¹) | Jakość wg skali Fliega-Zimmera Quality according to Flig-Zimmer scale | Straty Losses (%) | Zawartość N-NH ₃ (g·kg ⁻¹ s.m.) Content of N-NH ₃ (g·kg ⁻¹ d.m.) |
|--|--------------------------------------|---|--|-------------------------|---|
| Obsada Density | 7 | 302,9 | 97,89 | 6,8 | 0,40 |
| | 9 | 292,5 | 97,78 | 7,1 | 0,50 |
| | NIR; LSD | r.n. | r.n. | r.n. | r.n. |
| Dojrzałość Maturity | mleczno-woskowa milk-dough | 253,4 | 96,92 | 9,1 | 0,57 |
| | woskowa dough | 296,4 | 98,33 | 6,1 | 0,55 |
| | początek pełnej beginning of full | 343,4 | 98,25 | 5,2 | 0,23 |
| | NIR; LSD | 57,48 | 1,151 | 0,53* | r.n. |
| Wysokość ścinania Height of cutting | 15 cm | 280,3 | 97,75 | 7,4 | 0,44 |
| | 40 cm | 297,3 | 98,08 | 6,6 | 0,47 |
| | 65 cm | 315,5 | 97,67 | 6,4 | 0,44 |
| | NIR; LSD | 17,21 | r.n. | 0,64 | r.n. |
| Rozdro- bienie Crushing | mniej dokładne less exact | 290,8 | 97,72 | 7,8 | 0,50 |
| | dokładne exact | 304,6 | 97,94 | 6,1 | 0,40 |
| | NIR; LSD | r.n. | r.n. | 0,43* | 0,053 |
| Lata Year | 1996 | 289,2 | 97,94 | 7,7 | 0,36 |
| | 1997 | 306,2 | 97,72 | 6,1 | 0,52 |

* wartość NIR testowana do błędu; LSD value tested to error

Tabela 4

Wpływ obsady i wysokości ścinania roślin na pH i zawartość N-NH₃ w kiszonce (1996–1997)
Influence of density and cutting height on the pH and content N-NH₃ in silage (1996–1997)

| Wysokość ścinania Height of cutting (cm) | pH | | N-NH ₃ (g·kg ⁻¹ s.m.; g·kg ⁻¹ d.m.) | |
|--|---|------|--|------|
| | obsada (szt·m ⁻²); density (plant·m ⁻²) | | | |
| | 7 | 9 | 7 | 9 |
| 15 | 4,03 | 3,94 | 0,36 | 0,52 |
| 40 | 4,00 | 4,04 | 0,45 | 0,50 |
| 65 | 4,03 | 4,03 | 0,38 | 0,49 |
| NIR; LSD | 0,045 | | 0,056 | |

Tabela 5

Wpływ rozdrobnienia na zawartość kwasu mlekowego i masłowego w zależności od dojrzałości i wysokości ścinania przy zbiorze (1996–1997)
Influence of crushing on content of lactic and butyric acids depending on maturity and cutting height during the harvest (1996–1997)

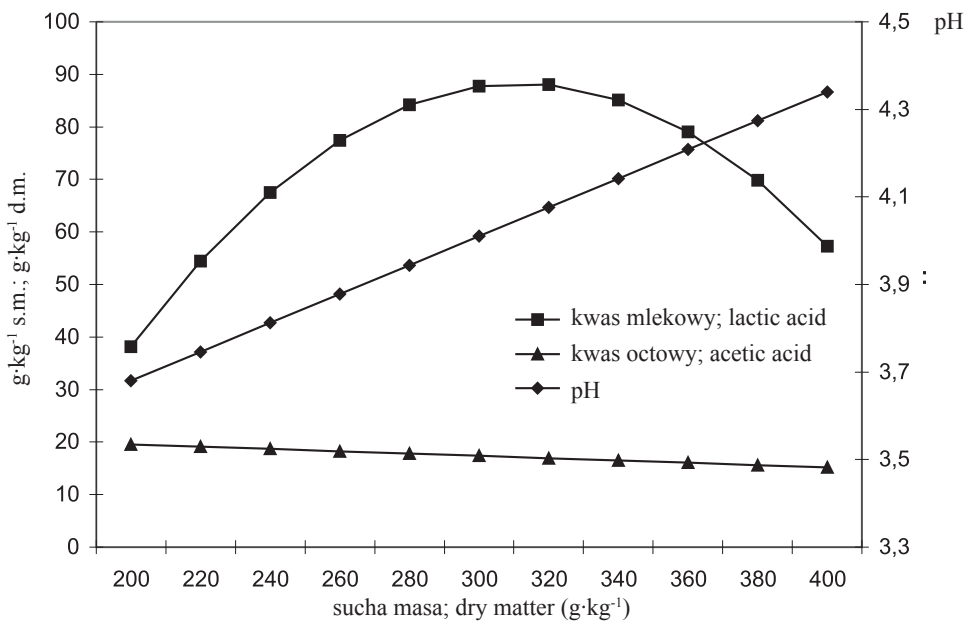
| Czynnik Factor | Poziom czynnika Level of factor | Rozdrobnienie; Crushing | | NIR LSD |
|--|--------------------------------------|-----------------------------|-------------------|------------|
| | | mało dokładne less exact | dokładne exact | |
| Kwas mlekowy (g·kg ⁻¹ s.m.); Lactic acid (g·kg ⁻¹ d.m.) | | | | |
| Dojrzałość Maturity | mleczno-woskowa milk-dough | 69,9 | 69,9 | |
| | woskowa dough | 97,8 | 91,7 | 4,43 |
| | początek pełnej beginning of full | 77,4 | 81,3 | |
| Kwas masłowy (g·kg ⁻¹ s.m.); Butyric acid (g·kg ⁻¹ d.m.) | | | | |
| Wysokość ścinania Height of cutting | 15 cm | 0,10 | 0,09 | |
| | 40 cm | 0,14 | 0,12 | 0,035 |
| | 65 cm | 0,16 | 0,07 | |

;

Tabela 6

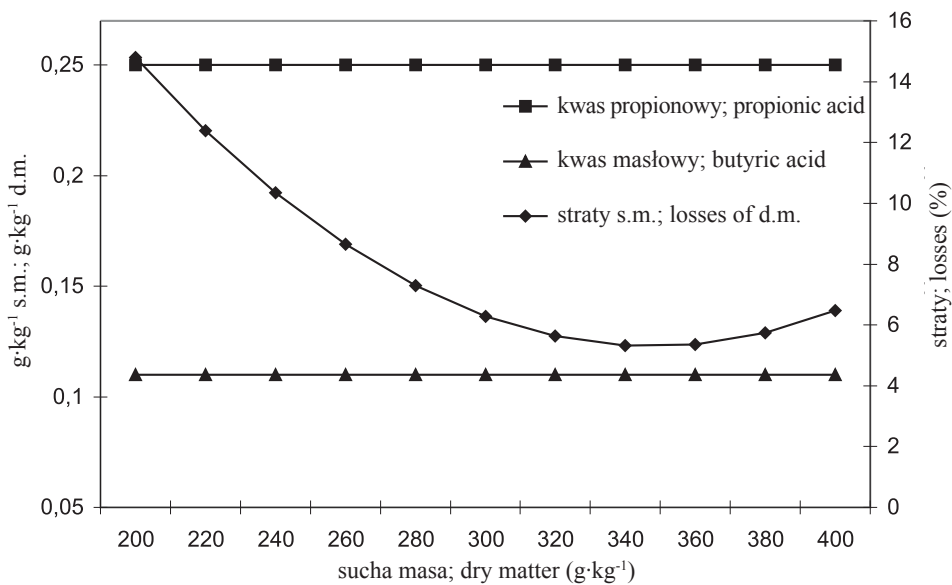
Zależności między zawartością suchej masy przed kiszeniem a kwasowością, stratami podczas kiszenia i pH
Relationship between content of dry matter before silages and acidity, losses during silages and pH

| Zależność Relationship | | r | Regresja; Regression (α = 0,05) |
|---|-----|-------|---|
| Zawartość suchej masy przed kiszeniem Dry mater content before silages (g·kg ⁻¹) | (X) | | |
| N-NH ₃ (g·kg ⁻¹ s.m.) N-NH ₃ (g·kg ⁻¹ d.m.) | (Y) | 0,856 | Y = 1,498 - 0,00348x |
| Kwas mlekowy (g·kg ⁻¹ s.m.) Lactic acid (g·kg ⁻¹ d.m.) | (Y) | 0,754 | Y = -301 + 2,496x - 0,004x ² |
| Kwas octowy (g·kg ⁻¹ s.m.) Acetic acid (g·kg ⁻¹ d.m.) | (Y) | 0,612 | Y = 23,97 - 0,02197x |
| Kwas masłowy (g·kg ⁻¹ s.m.) Butyric acid (g·kg ⁻¹ d.m.) | (Y) | - | Y = 0,114 |
| Kwas propionowy (g·kg ⁻¹ s.m.) Propionic acid (g·kg ⁻¹ d.m.) | (Y) | - | Y = 0,225 |
| Straty suchej masy podczas kiszenia (%) Losses of dry matter before silages (%) | (Y) | 0,767 | Y = 57,83 - 0,302x + 0,000434x ² |
| pH | (Y) | 0,919 | Y = 3,018 + 0,033x |



Rys. 1. Wpływ zawartości suchej masy przed kiszeniem na pH i zawartość kwasu mlekowego i octowego w kiszonce

Influence of content of dry matter before silages on pH and content of lactic and acetic acid in silage



Rys. 2. Wpływ zawartości suchej masy przed kiszeniem na straty podczas kiszenia i zawartość kwasu masłowego i propionowego w kiszonce

Influence of content of dry matter before silages on losses during silages and content of butyric and propionic acid in silage

związki (tab. 6, rys. 1, 2). Wraz ze wzrostem zawartości suchej masy stwierdzono liniowy spadek zawartości kwasu octowego i azotu amonowego oraz zwiększanie wartości odczynu. Zależność zawartości kwasu mlekowego oraz wielkości strat suchej masy w kiszonce od zawartości s.m. w surowcu miała przebieg krzywoliniowy (paraboliczny). Wskazuje to, że przy wyższej zawartości suchej masy zaczynają nasilać się niekorzystne procesy i prawdopodobne jest pogorszenie jakości kiszonki.

DYSKUSJA

Na cechy jakościowe kiszonki największy wpływ wywarła dojrzałość zbieranych roślin kukurydzy. Opóźnienie zbioru od dojrzałości mleczno-woskowej do wioskowej spowodowało wzrost zawartości kwasu mlekowego, przy niezmięnionej zawartości kwasu octowego i odczynu. Zbiór w początku dojrzałości pełnej spowodował, że w kiszonce wytworzyły się mniej kwasów mlekowego i octowego, skutkiem czego pH kiszonki zwiększyło się do poziomu 4,21. Podwyższona wartość odczynu jest typowa dla kiszonek o większej zawartości suchej masy (19). Oprócz odczynu o jakości świadczy także zawartość kwasu masłowego i azotu amonowego, które w ocenianych kiszonkach były bardzo niskie. Ocena metodą Fliega-Zimmera wykazała wysoką jakość kiszonek niezależnie od terminu zbioru. Mniejszą ilość punktów uzyskała kiszonka z kukurydzy zebranej w dojrzałości mleczno-woskowej, zaś różnice w jakości między zbiorem w dojrzałości wioskowej a początkiem pełnej były już niewielkie. Podobne polepszenie kiszonki wraz z opóźnianiem terminu zbioru uzyskał również Luddecke (11). Natomiast pogorszenie kiszonki przy późnym zbiorze stwierdził m.in. Michalski (13), co wiązało się ze zbiorem późnych odmian kilka tygodni po zniszczeniu roślin przez przymrozek.

Podczas kiszenia pasz występują nieuniknione straty suchej masy i składników pokarmowych. Poziom tych strat może być różny, lecz przy dobrej jakości surowca do kiszenia i spełnieniu podstawowych wymagań odnośnie warunków kiszenia, mieści się najczęściej w zakresie od 10 do 20% (19, 21, 25, 28, 29). Składają się na to straty w procesie oddychania (początkowa faza fermentacji), straty energii w procesie tworzenia kwasów tłuszczowych i alkoholu oraz straty związane z wypływającymi sokami. Wielkość strat w wyniku wypływania soku jest ściśle związana z wilgotnością zakiszane surowca i wilgotnością kiszonki (21, 19) i zależy przede wszystkim od dojrzałości zakiszanej kukurydzy i związanej z tym zawartości suchej masy. Kukurydza nie należy do roślin, u których straty z sokiem kiszonkowym są najwyższe, ale przy dużej wilgotności (rzędu 85%) mogą sięgać 11% suchej masy (19). W miarę wzrostu zawartości suchej masy odpływ soku jest coraz mniejszy i praktyczne ustaje, gdy sucha masa w zielonce przekracza 30% (28). Dlatego też w większości prac stwierdza się, że wraz z opóźnianiem terminu zbioru straty podczas kiszenia maleją (9, 12, 13, 21, 28, 29). Przy wyższych zawartościach suchej masy w surowcu większą rolę zaczynają odgrywać inne rodzaje strat, do których dochodzi na przykład z powodu niedojadów czy niestrawienia ziarna.

Procesy fermentacji, które zachodzą w każdej kiszonce i są konieczne dla uzyskania odpowiedniej ilości kwasów, powodują również określone straty. Tworzenie kwasu mlekowego wiąże się ze stratą ok. 3,5% energii, jeśli przewagę mają bakterie homofermentacyjne, zaś sięga kilkunastu procent przy przewadze bakterii heterofermentacyjnych (21, 29). Charakterystyczna dla kukurydzy może być też fermentacja alkoholowa, która mimo dość dużych strat w masie nie powoduje jednak większych strat energii, bowiem niewielkie ilości alkoholu są dobrze wykorzystywane przez zwierzęta (29). Przy tworzeniu kwasu octowego, które nasila się przy małej zawartości suchej masy, straty energii mogą sięgać do 35% (27). Według Mistele (19) aktualnie, przy zachowaniu odpowiednich parametrów agrotechniki i kiszenia, poziom strat suchej masy na skutek fermentacji określić można na 5–10%. W badaniach własnych, gdzie sposób kiszenia eliminował prawie całkowicie inne typy strat, stwierdzone metodą bilansową straty suchej masy były tego właśnie rzędu. Wahały się od 9,1 do 5,2% i malały wraz z postępującą dojrzałością zbieranego surowca, choć różnice między kukurydzą zbieraną w dojrzałości woskowej i początku pełnej były już mniejsze. Wielu autorów wskazuje na możliwość zwiększenia strat przy kiszeniu dojrzałego i wyschniętego surowca (17, 19). W doświadczeniu własnym nie potwierdzono tego, co tłumaczyć można użyciem w badaniach odmiany charakteryzującej się opóźnionym dojrzewaniem części wegetatywnej. W efekcie tego, jak i sprzyjającej pogody w okresie zbiorów (brak przymrozków wczesnojesiennych), rośliny nawet w początku dojrzałości pełnej zachowywały żywe, zielone liście i łodygi. Jednakże i w tym przypadku po przeprowadzeniu analizy regresji wykazano krzywoliniowy przebieg zmian dla strat w czasie kiszenia, a punkt przegięcia krzywej strat leżał w pobliżu $350 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$ Wskazuje to, że przy wysokiej zawartości suchej masy mogą nasilać się niekorzystne procesy i prawdopodobne jest pogorszenie jakości kiszonki. Przy nieco niższej zawartości s.m. w surowcu załamywała się też ilość kwasu mlekowego w kiszonce. Punkty przegięcia obu krzywych (optimum) leżą w granicach $320\text{--}350 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$, co jest zgodne z przyjętymi w nowoczesnej agrotechnice kukurydzy wytycznymi odnośnie zawartości suchej masy w surowcu (3, 15, 18, 23).

Pod wpływem zwiększania wysokości ścinania kukurydzy podczas zbioru zmniejszały się straty w czasie kiszenia oraz zarysowała się tendencja do słabszego wytwarzania kwasów i niewielkiego wzrostu odczynu. Zmniejszenie strat w czasie kiszenia było wyraźniejsze przy rezygnacji ze zbioru dolnego odcinka łodygi (15–40 cm). Podobny przebieg zmian zachodzących w kiszonkach pod wpływem podwyższania wysokości ścinania stwierdził również Michalski (14, 16).

Dokładność rozdrobnienia jest jednym z ważniejszych czynników decydujących o parametrach jakościowych kiszonki. Wraz z rosnącą dojrzałością zbieranych roślin, powinny one być cięte na krótsze odcinki. Wiąże się to z rosnącą zawartością suchej masy i trudnościami z zagęszczeniem zakiszanej zielonki. Ponadto w szeregu badań Daccord (3) i Mistele (19) stwierdzili, że ziarno zbliżające się do pełnej dojrzałości musi dla dobrej strawności być rozdrobnione lub przynajmniej uszkodzone. Z drugiej jednak strony nadmierne rozdrobnienie paszy pogarsza pracę żwacza, strawność i stwa-

rza problemy zdrowotne. Dlatego jako optymalną średnią długość siewki przyjmuje się 12–15 mm – przy zbiorze w dojrzałości mleczno-woskowej, do 8–10 mm w dojrzałości późnowoskowej i początku pełnej, przy jednoczesnym zapewnieniu pełnego uszkodzenia ziarna – najczęściej za pomocą dodatkowego rozdrabniacza walcowego (3, 16, 24). Podawane często w literaturze długości 4–6 mm odnoszą się do wartości teoretycznych, wynikających z nastaw siewkarni, które w praktyce dają siewkę o 20–30% dłuższą (5). W badaniach własnych różnice w stopniu rozdrobnienia były stosunkowo niewielkie – średnia ważona długość siewki wynosiła od 7,6 do 9,7 mm. Dlatego nie należało oczekiwać znaczących różnic w zawartości kwasów i wielkości strat. Przy dokładniejszym rozdrobnieniu stwierdzono jednak istotne zmniejszenie ilości kwasu masłowego oraz azotu amonowego, co wskazuje na korzystniejszy przebieg procesu kiszenia. W efekcie zaznaczyła się tendencja do wzrostu zawartości suchej masy oraz poprawy jakości kiszonki (skala Fliega-Zimmera). Podobny trend uzyskali również Dubas i Michalski (6).

WNIOSKI

1. Spośród badanych czynników największy wpływ na zawartość suchej masy i jakość kiszonki wywierała dojrzałość zbieranych roślin.
2. Wraz z opóźnianiem terminu zbioru zwiększała się zawartość suchej masy w kiszonce, zmniejszały się straty w czasie kiszenia oraz poprawiała jakość kiszonki.
3. Podwyższenie poziomu ścinania z 15 do 40 cm oraz z 40 do 65 cm nad ziemią wpłynęło na zwiększenie zawartości suchej masy w kiszonce odpowiednio o 17 i 18 g·kg⁻¹. Znaczące zmniejszenie strat (o 0,8%) następowało tylko przy zwiększeniu wysokości ścinania z 15 na 40 cm.
4. Większa dokładność rozdrobnienia prowadziła do zwiększenia zawartości suchej masy o 14 g·kg⁻¹ oraz zmniejszenia zawartości azotu amonowego.
5. U odmiany typu „stay green”, mimo odmiennego tempa gromadzenia suchej masy w poszczególnych organach, średnia zawartość suchej masy w całych roślinach okazała się dobrym wskaźnikiem zmian zachodzących podczas kiszenia i miernikiem ostatecznej jakości kiszonki.

LITERATURA

1. Barszczak Z.: Wpływ ważniejszych czynników na plonowanie i skład chemiczny kukurydzy uprawianej na kiszonkę. Biul. IHAR, 1971, 1-2: 129-135.
2. Brzóska F.: Metody konserwacji i wartość pokarmowa kukurydzy w zależności od kierunku użytkowania. Mat. z konf. Problemy racjonalnego wykorzystania kukurydzy w żywieniu zwierząt. Kraków 1978, 6-41.
3. Daccord R., Arrigo Y., Vogel R.: Nährwert von Maissilage. Agrar Forsch., 1995, 9: 397-400.

4. Dubas A.: Kukurydza w gospodarstwie wielkoobszarowym. PWRiL Warszawa, 1981.
5. Dubas A., Michalski T.: Wpływ rozdrobnienia roślin kukurydzy zbieranej w różnych fazach dojrzałości na cechy ilościowe i jakościowe kiszonki. Cz. I. Plony i jakość surowca. PTPN, Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych, 1991, **LXXI**: 11-19.
6. Dubas A., Michalski T.: Wpływ rozdrobnienia roślin kukurydzy zbieranej w różnych fazach dojrzałości na cechy ilościowe i jakościowe kiszonki. Cz. II. Plony i jakość kiszonki. PTPN, Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych, 1991, **LXXI**: 21-28.
7. Gawęcki K. (red.): Ćwiczenia z żywienia zwierząt i paszoznawstwa. Praca zbiorowa, Wyd. AR Poznań, 1994.
8. Gross F.: Einfluß des Erntezeitpunktes auf den Futterwert von Maisgärfutter. Mais eine Pflanze mit Zukunft. Das Wirtschaftseigene Futter, 1970, **4**: 306-336.
9. Gross F., Riebe K.: Gärfutter. Verl. E. Ulmer Stuttgart, 1974.
10. Hartmann A., Presterl T., Geiger H., H.: Bestimmung des optimalen Erntezeitpunktes in Silomaisarten mit langsamer *versus* schneller Restpflanzenabreife. LANDBAUFORSCHUNG VÖLKENRODE. Tagungsband: „Zum Futterwert von Mais“. 28-29.03.2000; FAL, 2000, **217**: 86-93.
11. Luddecke F.: Welche Faktoren beeinflussen die Qualität und den Nährstoffgehalt der Maissilage. Die Deutsche Landwirtschaft, 1958, **9**: 428-435.
12. Luddecke F., Bartels A., Hoffman M., Knüppel D., Voigt M.: Die Bedeutung der Schnitzzeit für den Nährstofftrag des Silomais und für die Substanzverluste bei der Maiseinsäuerung. Die Deutsche Landwirtschaft, 1960, **8**: 387-400.
13. Michalski T.: Wpływ obsady roślin, wczesności odmian oraz terminu zbioru na plony i wartość pastewną kukurydzy kiszonkowej. Roczn. AR Poznań, 1980, Rozprawy Naukowe, **104**.
14. Michalski T.: Wpływ wysokości cięcia na plony i wartość pastewną kiszonki z kukurydzy. Roczn. AR Poznań, 1987, Rolnictwo, **CLXXXVI**: 61-73.
15. Michalski T.: Plony i wartość pastewną kukurydzy zbieranej na kiszonkę w późnych stadiach dojrzałości. Pozn. Tow. Przyjaciół Nauk (PTPN), Prace Kom. Nauk Rol. i Leśnych, 1988, **LXV**: 149-158.
16. Michalski T.: Wpływ wysokości cięcia na plony i wartość pastewną kukurydzy zbieranej na kiszonkę. Roczn. Nauk Rol., 1989, Seria A, 108(2): 177-189.
17. Michalski T.: Wpływ stopnia dojrzałości i struktury kolb kukurydzy na plony i jakość uzyskanej z nich kiszonki. Roczn. AR Poznań, 1990, Rozprawy Naukowe, **194**.
18. Michalski T.: Wartość pastевна plonów kukurydzy w zależności od sposobów i terminów zbioru. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **450**: 117-131.
19. Mistele M.: Quantifizierung von Verlusten bei Silomais. Mais, 1991, **4**: 16-19.
20. Podkówka W.: Możliwości ograniczenia strat przy zakiszaniu pasz w przyrmach naziemnych. Międzynarodowe Czasopismo Rolnicze, 1977, **4**: 76-80.
21. Podkówka W.: Nowoczesne metody kiszenia pasz. PWRiL Warszawa, 1978.
22. Schlagheck A., Entrup N, L., Freitag M.: Auswirkungen des Abreifeverhaltens („Stay Green“/„Dry Down“) auf die *in vitro* Verdaulichkeit von Mais-Genotypen unter Berücksichtigung verschiedener Pflanzenfraktionen. LANDBAUFORSCHUNG VÖLKENRODE. Tagungsband: „Zum Futterwert von Mais“. 28-29.03.2000; FAL, 2000, **217**: 94-101.
23. Schukking S.: Maize for silage. Maize - Technical Monograph. Ciba-Geigy Ltd. Basle, 1979, 90-94.
24. Schwarz F. J., Ettle T.: Erntezeitpunkt, Sorte und deren Einfluss auf Inhaltsstoffe, Verdaulichkeit und in situ-Abbaubarkeit der Stärke von Silomais. LANDBAUFORSCHUNG VÖLKENRODE. Tagungsband: „Zum Futterwert von Mais“. 28-29.03.2000; FAL, 2000, **217**: 102-114.
25. Stählin A.: Mais als silofutterpflanze. Das wirtschaftseigene Futter, 1968, **2**: 164-176.
26. Szebiotko K., Sławińska L., Wąsowicz E.: Oznaczanie lotnych kwasów tłuszczowych w kiszonce metodą chromatografii gazowej. Przem. Ferm. Rol., 1973, **9**: 23-25.

27. Uppenkamp N.: Lohnunternehmer ernten Qualitätsfutter. Lohnunternehmen, 1989, **11**: 508-510.
28. Weissbach R.: Straty składników pokarmowych przy kiszeniu i sposoby ich określania. Międzynarodowe Czasopismo Rolnicze, 1970, **1**: 57-62.
29. Zimmer E.: Nähwert von Mais im frischen, silierten und getrockneten Zustand. 24 Jahrestagung der Europäischen Vereinigung für Tierzucht, Wiedeń, 1973.

INFLUENCE OF SELECTED ELEMENTS OF CULTIVATION TECHNOLOGY
ON THE QUALITATIVE PARAMETERS OF MAIZE SILAGE
(STAY GREEN TYPE VARIETY)

S u m m a r y

In 1996–1997 the experiments with the GRETA maize variety were carried out. The following factors were taken into account: crop density – 7 and 9 plants per 1 m², harvest in 3 terms (milk-dough and dough stage and the beginning of full maturity) and 3 heights of cut (15, 40 and 65 cm). Collected plants were crumbled in two variants: less precisely (75–80% of damaged grains) and strictly (> 95% of damaged grains). After 3 months of pickling in the foil bags, the silage was picked up and the quality, chemical composition and the size of losses were defined.

Estimation of quality with the Flieg's-Zimmer's method showed that all silages were in the group of very good quality. Only silage from plants picked up in the milk-dough stage had a slightly lower quality than the remaining. Among the investigated factors the maturity of silages mostly affected the content of organic acids in the silage and the pH value. The delay of harvest from the milk-dough to dough stage increased lactic acid content, however did not affect content of the acetic acid and pH value. Whereas during the harvest at the beginning of full maturity there was lower production of lactic and acetic acids in the silage. Content of butyric and propionic acids was relatively low and did not depend on the maturity.

The height of cut did not considerably influence the content of acids, but the tendency to lower concentration was observed, and in consequence pH value slightly increased. Influence of raw material fragmentation on the production of acids was relatively small, however diminution of the butyric acid concentration was observed when more precise fragmentation was performed. Moreover it has been stated that improvement of the fragmentation precision significantly decreased N-NH₃ content. Considerable diminution of the N-NH₃ content was also observed in the silages picked up in the waxen stage and on the beginning of full maturity. Influence of crop density on the content of acids and total acidification of the silage was not proven.

Praca wpłynęła do Redakcji 11 I 2005 r.