

PORÓWNANIE SKŁADU CHEMICZNEGO ZIARNA RÓŻNYCH ODMIAN KUKURYDZY OKREŚLANEGO METODAMI ANALITYCZNYMI I Z WYKORZYSTANIEM SPEKTROSKOPII ODBICIOWEJ W BLISKIEJ PODCZERWIENI (NIRS)

Lucyna Podkówka, Bogna Kowaliszyn

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

Streszczenie. Ocenie poddano ziarno 43 odmian kukurydzy: 7 wczesnych (FAO 200-210) – grupa I, 26 średnio-wczesnych (FAO 220-240) – grupa II i 10 średnio-późnych (FAO 245-280) – grupa III, uprawianych w ujednoliconych warunkach glebowych i agrotechnicznych. Zbioru kukurydzy dokonano w 169. dniu wegetacji, w fazie pełnej dojrzałości ziarna. Porównano wyniki składu chemicznego ziarna kukurydzy określonego laboratoryjnie (metodami referencyjnymi) z wynikami uzyskanymi za pomocą analizy spektroskopowej (NIRS). Istotność różnic między poziomami poszczególnych składników w próbkach w zależności od metody badania (laboratoryjne i NIRS) oraz odmiany ziarna testowano, wykorzystując dwuczynnikową analizę wariancji. Odnotowano wysoką zależność pomiędzy wartościami białka ogólnego i tłuszczu surowego badanych różnymi metodami. Obliczona zawartość związków bezazotowych wyciągowych również wykazywała wysoką zależność pomiędzy użytymi metodami szacowania. Zależność między poziomami włókna surowego, analizowanymi standardowo i spektrofotometrycznie, była wysoko istotnie ujemna. Stwierdzono, że istnieje możliwość stosowania spektroskopii odbiciowej w bliskiej podczerwieni do szybkiego oznaczania zawartości białka ogólnego, tłuszczu surowego i włókna surowego w ziarnie kukurydzy. Niskie wartości współczynników korelacji potwierdzają duże różnice w zawartość suchej masy i popiołu surowego, szacowanych metodami laboratoryjnymi i metodą NIRS. Potencjalne wykorzystanie techniki NIRS dla tych składników byłoby możliwe po określeniu równań uwzględniających poprawki.

Słowa kluczowe: NIRS, skład chemiczny, ziarno kukurydzy

WSTĘP

Ziarno kukurydzy należy do ważnych zbóż paszowych na świecie. Jest paszą o najwyższej koncentracji składników pokarmowych, wykorzystywaną w żywieniu drobiu oraz do produkcji mieszanek treściwych [Korniewicz i in. 2000, Brzóska 2001].

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr inż. Lucyna Podkówka, Wydział Hodowli i Biologii Zwierząt, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz, e-mail: podkowa@utp.edu.pl

Poznanie wartości pokarmowej paszy możliwe jest dzięki oznaczeniu jej składu chemicznego, a procedura ta metodami analitycznymi jest czasochłonna. Alternatywą dla metod laboratoryjnych może być metoda spektroskopii odbiciowej w bliskiej podczerwieni (NIRS), należąca do fizycznych metod analitycznych. Pozwala ona na skrócenie czasu, jak i zmniejszenie kosztów analiz [Zimmer i in. 1990, Dorszewski i in. 2004].

Określanie za pomocą metody NIRS może być wykorzystywane w ocenie składu pasz objętościowych, bowiem często współgra z rzeczywistymi wynikami, które uzyskiwane są laboratoryjnie [Zimmer i in. 1990, Lee i in. 2001, Dorszewski i in. 2004, Kański i in. 2008]. Pasze treściwe, w tym ziarna zbóż, ze względu na dość stabilny skład chemiczny powinny wykazywać podobną zależność [Orman i Schumann 1991, Czarnik-Matusiewicz 1993]. Dlatego w pracy przyjęto założenie, że metoda spektroskopii odbiciowej w bliskiej podczerwieni (NIRS) może służyć do oceny składu chemicznego ziarna kukurydzy.

Celem pracy było porównanie wyników składu chemicznego ziarna kukurydzy określonego laboratoryjnie (metodami referencyjnymi) z wynikami uzyskanymi za pomocą analizy spektroskopowej.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie uprawowe przeprowadzono w Przedsiębiorstwie Rolniczo-Handlowym w Wieszczykach sp. z o.o. w województwie kujawsko-pomorskim, gmina Tuchola.

Materiał badawczy stanowiło ziarno 43 mieszańców kukurydzy:

grupa I – 7 odmian wczesnych (FAO 200-210),

grupa II – 26 odmian średnio-wczesnych (FAO 220-240),

grupa III – 10 odmian średnio-późnych (FAO 245-280).

Każdego mieszańca uprawiano na powierzchni 20 arów, po osiem rzędów z każdej odmiany. Warunki glebowe (klasa bonitacyjna IVa, kompleks żytni bardzo dobry) i agrotechniczne dla wszystkich ocenianych mieszańców były jednakowe. Przedplonem była kukurydza na kiszonkę, po zbiorze kukurydzy wysiano międzyplon – żyto ozime. Wiosną zastosowano nawożenie obornikiem w dawce $30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ z równoczesną orką. Kukurydżę wysiano 25 kwietnia w ilości $85 \text{ 000 nasion} \cdot \text{ha}^{-1}$, przy rozstawie międzyrzędzi 75 cm. Wraz z siewem kukurydzy zastosowano nawożenie fosforowo-potasowe w dawce $300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Bezpośrednio po siewie zastosowano preparaty zwalczające chwasty. Pod koniec maja zastosowano nawożenie pogłównie (N) w dawce $300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Nawożenie dolistne składało się z mocznika ($10 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), siarczanu magnezu ($7,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) oraz preparatu zawierającego cynk ($1 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Zbioru kukurydzy dokonano w 169. dniu wegetacji, w fazie pełnej dojrzałości ziarna, po 12 kolb z każdej odmiany. Kolby zbierano w drugim, czwartym, piątym i siódmym rzędzie, pobierając w każdym z nich po trzy (w części początkowej, środkowej i końcowej rzędu). Wszystkie kolby oznaczono numerami. Zebrane kolby pozostawiono na około 3 tygodnie celem przesuszenia. Średni współczynnik podsuszania wynosił: dla ziarna odmian wczesnych 0,568, odmian średnio-wczesnych 0,557, a dla odmian średnio-późnych 0,520. Ziarniaki z trzech kolb z każdego rzędu zsypywano razem, tworząc próbę zbiorczą. Tak uzyskany materiał mielono na młynku Tecator (rozdrobienie 0,5 mm).

Próby poddano analizom w laboratorium Katedry Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej Wydziału Hodowli i Biologii Zwierząt na zawartość podstawowych składników pokarmowych (analiza weendeńska) [AOAC 1995].

Jednocześnie z analizą laboratoryjną przeprowadzono analizę spektroskopową w bliskiej podczerwieni za pomocą spektrofotometru InfrAlyzer 450 firmy Bran&Luebbe (19-filtrowy, zakres długości fal od 1445 do 2345 nm). Każdą próbkę powietrznie suchego materiału poddawano trzykrotnie pomiarom refleksyjnym, rejestrując uśrednione dane spektralne. Wielkości zbiorów kalibracyjnych: dla oznaczenia białka ogólnego 214, dla tłuszczu surowego 179, dla włókna surowego 195, dla suchej masy 90 i dla popiołu surowego 97 prób. Usunięto wartości brzegowe.

Wyniki każdej próby uśredniono i poddano analizie statystycznej. Zgodność rozkładu zmiennych z rozkładem normalnym analizowano za pomocą testu Shapiro-Wilka. Istotność różnic między poziomami poszczególnych składników w próbkach, w zależności od metody badania (laboratoryjne i NIRS) oraz odmiany ziarna, testowano przy wykorzystaniu dwuczynnikowej analizy wariancji wg modelu:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

gdzie :

μ – średnia ogólna,

α_i – efekt metody,

β_j – efekt odmiany,

$(\alpha\beta)_{ij}$ – efekt interakcji,

ε_{ij} – błąd.

Ponadto obliczono współczynniki korelacji prostej między poziomami poszczególnych składników ziarna, szacowanych obiema metodami dla całej grupy oraz w podgrupach w zależności od odmiany ziarna.

WYNIKI I DYSKUSJA

W tabeli 1 przedstawiono średnie zawartości składników pokarmowych określonych metodą standardową (LAB) oraz z wykorzystaniem metody spektroskopii odbiciowej w bliskiej podczerwieni (NIRS) w zależności od wczesności odmiany ziarna i metody pomiaru. Wyższą zawartość suchej masy i związków bezazotowych wyciągowych stwierdzono z wynikami uzyskanymi spektroskopowo, różnice okazały się istotne statystycznie. W próbkach ziarniaków analizowanych za pomocą metody LAB w porównaniu do wyników uzyskanych za pomocą metody NIRS stwierdzono wyższą statystycznie ilość popiołu surowego, tłuszczu surowego i włókna surowego. Jedynie zawartość białka ogólnego mierzona obydwoma metodami była zbliżona, a różnice nieistotne.

W grupach wczesności kukurydzy najwyższą zawartością suchej masy i tłuszczu surowego charakteryzowały się odmiany średnio-wczesne. Stwierdzono istotne statystycznie różnice w zawartości tłuszczu pomiędzy odmianami średnio-wczesnymi a średnio-późnymi. W próbkach ziarniaków odmian średnio-późnych stwierdzono wyższe zawartości

włókna surowego i BNW w porównaniu z pozostałymi badanymi grupami, jednak nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w zawartości tych składników. Najwyższą zawartością popiołu surowego i białka ogólnego charakteryzowały się odmiany wczesne, jednak różnice pomiędzy grupami wczesności również nie były istotne.

Tabela 1. Skład chemiczny ziarna kukurydzy
Table 1. The chemical composition of maize grain

Wyszczególnienie Items	LAB			NIRS			LAB + NIRS		
	średnia average	SE	PU	średnia average	SE	PU	średnia average	SE	PU
SM									
I	91,24	0,31	90,48–92,01	92,53	0,25	91,91–93,15	91,88	0,21	91,47–92,30
II	91,58	0,18	91,21–91,94	92,53	0,06	92,41–92,65	92,05	0,11	91,84–92,27
III	91,32	0,30	90,63–92,00	92,48	0,16	92,12–92,85	91,90	0,17	91,55–92,25
I+II+III	91,46**	0,14	91,74–91,74	92,52**	0,06	92,39–92,65	–	–	–
PS									
I	1,52	0,04	1,43–1,61	1,44	0,03	1,36–1,51	1,48	0,03	1,42–1,54
II	1,46	0,02	1,43–1,50	1,37	0,02	1,34–1,40	1,42	0,02	1,38–1,45
III	1,49	0,05	1,39–1,60	1,40	0,04	1,31–1,50	1,45	0,03	1,40–1,50
I+II+III	1,48**	0,02	1,45–1,51	1,39**	0,02	1,36–1,42	–	–	–
BO									
I	11,26	0,23	10,70–11,81	11,05	0,19	10,57–11,52	11,15	0,22	10,70–11,60
II	10,97	0,13	10,69–11,24	10,95	0,12	10,71–11,20	10,96	0,12	10,73–11,19
III	11,17	0,29	10,52–11,82	10,89	0,16	10,53–11,4–25	11,03	0,19	10,66–11,41
I+II+III	11,06	0,11	10,84–11,29	10,96	0,09	10,78–11,13	–	–	–
TS									
I	4,34	0,15	3,98–4,69	3,57	0,07	3,39–3,74	3,95	0,10	3,74–4,16
II	4,45	0,06	4,32–4,56	3,69	0,04	3,62–3,77	4,07 ^a	0,05	3,96–4,18
III	3,99	0,15	3,64–4,34	3,47	0,11	3,21–3,72	3,73 ^a	0,09	3,55–3,90
I+II+III	4,32**	0,06	4,2–4,44	3,62**	0,04	3,54–3,70	–	–	–
WS									
I	3,02	0,16	2,63–3,41	2,80	0,04	2,70–2,89	2,91	0,06	2,78–3,03
II	3,19	0,06	3,08–3,31	2,76	0,02	2,73–2,79	2,98	0,03	2,91–3,04
III	3,35	0,15	3,00–3,69	2,70	0,03	2,63–2,76	3,02	0,05	2,92–3,13
I+II+III	3,20**	0,06	3,09–3,31	2,75**	0,02	2,72–2,78	–	–	–
BNW									
I	79,87	0,38	78,95–80,80	81,15	0,17	80,75–81,56	80,51	0,29	79,92–81,10
II	79,94	0,17	79,59–80,29	81,22	0,14	80,93–81,51	80,58	0,15	80,27–80,89
III	80,01	0,44	79,02–80,99	81,54	0,22	81,04–82,05	80,77	0,24	80,28–81,26
I+II+III	79,94**	0,15	79,63–80,25	81,29**	0,10	81,08–81,50	–	–	–

**P ≤ 0,001 (różnice między metodami, w wierszach) – (differences between methods, in lines); a, a P ≤ 0,05 (różnice pomiędzy odmianami, w kolumnach) (differences between varieties, in columns); LAB – metoda standardowa – standard analytical method; NIRS – metoda spektroskopii w bliskiej podczerwieni – near infrared reflectance spectroscopy technique; I – odmiany wczesne – early varieties (n = 7); II – odmiany średnio-wczesne – middle early varieties (n = 26); III – odmiany średnio-późne – middle late varieties (n = 10); SM – sucha masa – dry matter (%); PS – popiół surowy (% w suchej masie) – crude ash (% in dry matter); BO – białko ogólne (% w suchej masie) – crude protein (% in dry matter); TS – tłuszcz surowy (% w suchej masie) – crude fat (% in dry matter); WS – włókno surowe (% w suchej masie) – crude fibre (% in dry matter); BNW – bezazotowe wyciągowe (% w suchej masie) – nitrogen free extract (% in dry matter); *średnia* – average; SE – błąd standardowy – standard error; PU – przedział ufności (± 95%), confidence interval (± 95%).

W tabeli 2 przedstawiono współzależności pomiędzy zawartością składników pokarmowych ocenianych różnymi metodami a grupami wczesności.

Wartości współczynników korelacji oszacowanych między składnikami oznaczonymi dwiema metodami różniły się w zależności od odmiany ziarna. Wysokie, dodatnie i istotne współzależności odnotowano dla oznaczonych badanymi metodami zawartości białka ogólnego, tłuszczu surowego i obliczonej zawartości BNW w ziarnie odmian średnio-wczesnych i średnio-późnych. Dla odmian wczesnych istotnie ujemne zależności dotyczyły jedynie zawartości włókna surowego ($r = 52,4\%$).

Tabela 2. Współczynniki korelacji prostej (r) między metodą LAB i NIRS
Table 2. Simple correlation coefficient (r) between the LAB and the NIRS method

Wyszczególnienie Index	I ($n=7$)		II ($n=26$)		III ($n=10$)		I + II + III	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Sucha masa LAB vs sucha masa NIRS Dry matter LAB vs dry matter NIRS	0,490	$\geq 0,05$	0,050	$\geq 0,05$	0,460	$\geq 0,05$	0,259	$\geq 0,05$
Popiół surowy LAB vs popiół surowy NIRS Crude ash LAB vs crude ash NIRS	-0,037	$\geq 0,05$	-0,003	$\geq 0,05$	0,547	$\geq 0,05$	0,275	$\geq 0,05$
Białko ogólne LAB vs białko ogólne NIRS Crude protein LAB vs crude protein NIRS	0,504	$\geq 0,05$	0,633	$\leq 0,001$	0,750	$\leq 0,05$	0,626	$\leq 0,001$
Tłuszcz surowy LAB vs tłuszcz surowy NIRS Crude fat LAB vs crude fat NIRS	0,241	$\geq 0,05$	0,666	$\leq 0,001$	0,865	$\leq 0,001$	0,742	$\leq 0,001$
Włókno surowe LAB vs włókno surowe NIRS Crude fibre LAB vs crude fibre NIRS	-0,524	$\leq 0,05$	-0,408	$\leq 0,05$	-0,335	$\geq 0,05$	-0,460	$\leq 0,001$
Bezazotowe wyciągowe LAB vs bezazotowe wyciągowe NIRS Nitrogen-free extract LAB vs nitrogen-free extract NIRS	0,371	$\geq 0,05$	0,654	0,001	0,705	0,023	0,615	$\leq 0,001$

Tłustym drukiem zaznaczono istotne współczynniki korelacji – Bold indicated significant correlation coefficient.

Analizując wszystkie odmiany razem, odnotowano wysoką zależność pomiędzy wartościami białka ogólnego i tłuszczu surowego badanych różnymi metodami. Obliczona zawartość związków bezazotowych wyciągowych również wykazywała wysoką zależność pomiędzy użytymi metodami szacowania. Odnotowano niskie wartości współczynników korelacji pomiędzy wartościami suchej masy a popiołu surowego. Zależność między poziomami włókna surowego analizowanymi standardowo i spektrofotometrycznie była wysoko istotnie ujemna.

Wyniki badań dotyczące zawartości suchej masy w ziarnie kukurydzy podawane przez innych autorów wykazują niższe wartości, na poziomie 70–75% [Adamczyk i in. 2008]. Tak wysoka wartość suchej masy charakteryzuje ziarno suszone, w którym stwierdza się od 93 do 95% tego składnika [Brzóska 2001]. Wysoki poziom suchej masy w próbkach w badaniach własnych był wynikiem podsuszenia materiału przed przeprowadzeniem analiz.

Poziom białka w ziarniakach kształtował się na poziomie 11%, wyniki te uzyskano przy nawożeniu azotowym w wysokości $350 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (nawożenie pogłównne plus moczownik). W badaniach Huang i in. [2004] przy podobnym poziomie nawożenia próbki ziarna kukurydzy (wysokotłuszczowej) zawierały więcej białka (13,3%). Natomiast dane podawane przez Szmigła i Oleksego [2006] były niższe od uzyskanych w badaniach własnych – od 7,43 do 8,38% białka w suchej masie ziarna.

Zawartość włókna uzyskana w badaniach była zgodna z danymi przedstawianymi przez innych autorów [Korniewicz i in. 2000, Brzóska 2001].

Wysoka zależność między wartościami uzyskanymi dwoma metodami oznaczeń dla białka ogólnego, tłuszczu surowego oraz dla obliczonych związków bezazotowych wyciągowych oznacza, że możliwe jest określanie zawartości tych składników pokarmowych za pomocą spektroskopii. Potwierdzają to badania Ormana i Schumanna [1991], w których zawartość białka w zmielonym ziarnie z wykorzystaniem metody NIRS wykazywała wysoką korelację (> 70%) w stosunku do metod laboratoryjnych.

WNIOSKI

Nie odnotowano istotnych interakcji między metodą oznaczania a odmianą ziarna w zakresie składu chemicznego ziarna. Zaobserwowano istotne różnice w poziomie badanych wskaźników w zależności od wykorzystanej metody szacowania (z wyjątkiem białka ogólnego).

Istnieje możliwość stosowania spektroskopii odbiciowej w bliskiej podczerwieni do szybkiego oznaczania zawartości białka ogólnego, tłuszczu surowego i włókna surowego w ziarnie kukurydzy. Natomiast niskie wartości współczynników korelacji potwierdzają duże różnice w zawartość suchej masy i popiołu surowego szacowanych metodami laboratoryjnymi i metodą NIRS. Potencjalne wykorzystanie techniki NIRS dla tych składników byłoby możliwe po określeniu równań uwzględniających poprawki.

PIŚMIENNICTWO

- Adamczyk J., Kurczych Z., Warzecha R., 2008. Osiągnięcia i perspektywy polskiej hodowli kukurydzy. Mat. konf. na temat Problemy agrotechniki oraz wykorzystania kukurydzy i sorgo. 7–8.04.2008, Poznań, 9–20.
- AOAC, 1995. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Arlington VA, USA, 16th edition.
- Brzóska F., 2001. Wartość pokarmowa pasz z kukurydzy. Biul. Inf. IŻ XXXIX (1), 37–48.

- Czarnik-Matusewicz H., 1993. Ocena zawartości podstawowych składników pokarmowych nasion słonecznika metodą spektroskopii odbiciowej w bliskiej podczerwieni [w: Zastosowanie spektroskopii odbicia w bliskiej podczerwieni do oceny składu i wartości pokarmowej pasz oraz składu i jakości produktów zwierzęcych]. Mat. konf. XXII Sesji Nauk. Komis. Żyw. Zwierz. KZN PAN, 4.11.1993, Kraków, 29–35.
- Dorszewski P., Szterk P., Grabowicz M., 2004. Ocena metody szacowania przydatności zielonek z traw do zakiszania za pomocą techniki NIRS. Pr. Komis. Nauk Rol. i Biol. BTN, Seria B 53, 93–97.
- Huang S.W., Sun G.F., Jin J.Y., He P., Wang X.F., Zhang G.G., Xie J.G., Zhang K., 2004. The effect of nitrogen levels on grain yield, protein, amino acid and fatty acid of high-oil maize. *Sci. Agric. Sinica* 37 (2), 250–255.
- Kański J., Pyś J. B., Borowiec F., 2008. Szacowanie wartości pokarmowej kiszonek z sorgo metodą NIRS, Problemy agrotechniki oraz wykorzystania kukurydzy i sorgo. Nazwa wydawnictwa. Poznań, 235–237.
- Korniewicz A., Kosmala I., Czarnik Matusewicz H., Paleczek B., 2000. Zawartość podstawowych składników pokarmowych w ziarnie mieszańców kukurydzy. *Rocz. Nauk. Zootech. Ann. Anim. Sci.* 27 (1), 289–303.
- Lee H.W., Park H.S., Kim J.D., 2001. Studies on Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) Analysis of Corn for Silage. *J. Anim. Sci. Technol. (Kor.)* 43 (6), 981–988.
- Orman B.A., Schumann R.A. Jr., 1991. Comparison of near-infrared spectroscopy calibration method for the prediction of protein, oil, and starch in maize grain. *J. Agric. Food Chem.* 39 (5), 883–886.
- Szmigiel A., Oleksy A., 2006. Uprawa kukurydzy na ziarno w Beskidzie Niskim. *Pam. Puł.* 142, 513–524.
- Zimmer E., Gurath P.A., Paul Ch., Dhillon B.S., Pollmer W.G., Klein D., 1990. Near infrared spectroscopy analysis of digestibility traits of maize stover. *Euphytica* 48, 73–81.

COMPARISON OF NUTRITIVE VALUE OF DIFFERENT VARIETES OF MAIZE GRAIN DEFINED BY STANDARD ANALYTICAL METHOD AND USING OF NEAR INFRARED REFLECTANCE SPECTROSCOPY (NIRS) TECHNIQUE

Abstract. Forty three varieties of maize grain were evaluated: 7 early (FAO 200-210), 26 middle early (FAO 220-240) and 10 middle late varieties (FAO 245-280), cultivated at the same soil and agronomic conditions. Corn was made in 169 day growing season, at full maturity of grain. Compared results of the chemical composition of maize grain standard laboratory methods (reference methods) with the results obtained by spectroscopic analysis (NIRS). The significance of differences between the levels of individual components in the samples depending on the method of testing (laboratory and NIRS) and varieties of grain were tested using two-way analysis of variance. There has been a high correlation between the values of crude protein and crude fat studied by various methods. Calculated nitrogen-free extract the contents of the compounds also showed a high correlation between those used methods of estimation. The relationship between the levels of crude fiber, and analyzed spectrophotometrically standard was highly significantly negative. It was found that there is a possibility of using reflectance spectroscopy in the NIR (NIRS) for rapid determination of crude protein, crude fat, crude fiber and

also calculated nitrogen-free extract in maize grain. Low values of correlation coefficients confirms the large differences in dry matter and crude ash estimated by laboratory methods and NIRS. Potential use of NIRS technology for these components would be possible after the determination of equations taking into account the amendment.

Key words: chemical composition, maize grain, NIRS

Zaakceptowano do druku – Aceptet for print 17.09.2010