

WPŁYW NAWOŻENIA AZOTEM I SIARKĄ NA PLONOWANIE ORAZ SKŁAD CHEMICZNY ZIARNA KUKURYDZY CZEŚĆ II. ZAWARTOŚĆ AZOTU I SIARKI

BARBARA FILIPEK-MAZUR¹, ANDRZEJ LEPIARCZYK², MONIKA TABAK¹

¹*Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Al. Mickiewicza 21,
31-120 Kraków*

²*Katedra Agrotechniki i Ekologii Rolniczej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Al. Mickiewicza 21,
31-120 Kraków*

Synopsis. Badania prowadzono w oparciu o 3-letnie (2008–2010) doświadczenie polowe zlokalizowane w stacji badawczej Katedry Agrotechniki i Ekologii Rolniczej Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. Doświadczenie przeprowadzono w celu oceny składu chemicznego ziarna kukurydzy (zawartości azotu i siarki oraz wartości stosunku N:S) nawożonej nawozami mineralnymi zawierającymi azot i siarkę. Doświadczenie obejmowało 7 obiektów nawozowych w 4 powtórzeniach. Badano dwa nawozy: nawóz zawierający 26% N w formie azotanowej i amonowej oraz 13% S w formie siarczanowej, a także nawóz zawierający 10% N w formie amonowej oraz 14% S w formie siarczanowej. Jako odniesienie zastosowano obiekt nienawożony oraz nawożony saletrą amonową. Kukurydzę zebrano w fazie dojrzałości pełnej ziarna. Stwierdzono, że zastosowane nawożenie różnicowało skład chemiczny ziarna kukurydzy. W trzyletnim okresie badań z reguły większą zawartość azotu stwierdzano w ziarnie kukurydzy nawożonej nawozem zawierającym 26% N i 13% S, w porównaniu do nawożenia saletrą amonową o zawartości 34% N i nawozem zawierającym 10% N i 14% S. Systematyczne nawożenie nawozem zawierającym 26% N i 13% S prowadziło do zwiększenia zawartości siarki w ziarnie kukurydzy. Stwierdzono także zmianę wartości stosunku N:S. Uległa ona niewielkiemu obniżeniu w ziarnie z obiektów nawożonych azotem i siarką, co z punktu widzenia jakości roślin należy uznać za korzystne, ponieważ zbliżyła się ona do wartości optymalnej wynoszącej 10–15:1.

Słowa kluczowe: kukurydza, nawożenie, azot, siarka

WSTĘP

Kukurydza jest rośliną uprawianą na całym świecie, pod względem wielkości produkcji zajmuje drugie miejsce po trzcinie cukrowej [Faostat 2010]. Największymi producentami kukurydzy są Stany Zjednoczone (37% uprawy), Chiny (21% uprawy) i Brazylia (6,5% uprawy). W Polsce (0,2% światowych zbiorów) obserwuje się systematyczny wzrost powierzchni uprawy tej rośliny. W 2010 roku w Polsce powierzchnia zasiewów kukurydzy na ziarno wynosiła 334 tys. ha, a na paszę 396 tys. ha [Rocznik statystyczny rolnictwa 2011].

Czynnikami decydującymi o wielkości i jakości plonu kukurydzy są: warunki klimatyczno-glebowe, agrotechnika, w tym nawożenie i ochrona roślin, dobór odmiany, obsada roślin oraz termin zbioru. Bardzo ważnym zagadnieniem jest prawidłowo przeprowadzone nawożenie azotem, zgodne z zapotrzebowaniem rośliny i tempem pobierania tego pierwiastka w różnych fazach wzrostu. Maksymalne pobieranie azotu przypada na 7–9 tygodni po wschodach (faza wytwarzania łądygi).

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address:* rrfilipe@cyf-kr.edu.pl

Zwiększanie efektywności zastosowanego azotu można uzyskać, stosując racjonalne dawki P, K, Mg, S i Zn [Bolińska i in. 2011, Fotyma 2003, Szulc 2010,]. Barczak i in. [2011] stwierdzili zwiększenie zawartości azotu i siarki w ziarnie kukurydzy w wyniku nawożenia siarką. Kulczycki [2003] również wykazał zwiększenie zawartości siarki w roślinach (a także pobrania siarki) w rezultacie nawożenia ich tym składnikiem, nie wiązało się to jednak ze zwiększeniem zawartości azotu w roślinach (ani ze zwiększeniem pobrania tego składnika). Szulc i Waligóra [2010] nie stwierdzili zmian zawartości azotu w kukurydzy w fazie 5–6 liści w wyniku nawożenia jej siarką i azotem, wraz ze zwiększaniem dawki azotu większa jednak była ilość azotu pobranego przez rośliny. Jak zaznaczają Barczak i in. [2011], stwierdzany przez niektórych autorów brak zmian zawartości azotu w roślinach w wyniku nawożenia ich siarką może wynikać z uprawy tych roślin na glebach o przynajmniej średniej zawartości siarki przyswajalnej (rezultatem jest brak reakcji roślin na nawożenie siarką). Nie potwierdzają tego wyniki badań Kulczyckiego [2003].

Celem badań była ocena składu chemicznego ziarna kukurydzy nawożonej nawozami mineralnymi zawierającymi w swoim składzie azot i siarkę. W doświadczeniu analizowano zawartość azotu i siarki w ziarnie oraz wartość stosunku N:S.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w oparciu o 3-letnie (2008–2010) doświadczenie polowe zlokalizowane w stacji badawczej Katedry Agrotechniki i Ekologii Rolniczej Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie-Mydlnikach (50°08' N, 19°85' E). Doświadczenie obejmowało 7 obiektów nawozowych w 4 powtórzeniach:

- I. kontrola „0”,
- II. 160 kg N·ha⁻¹ (saletra amonowa zawierająca 34% N),
- III. 120 kg N·ha⁻¹ (saletra amonowa zawierająca 34% N),
- IV. 160 kg N·ha⁻¹ (nawóz A zawierający 26% N w formie azotanowej i amonowej oraz 13% S w formie siarczanowej),
- V. 120 kg N·ha⁻¹ (nawóz A zawierający 26% N w formie azotanowej i amonowej oraz 13% S w formie siarczanowej),
- VI. 160 kg N·ha⁻¹ (nawóz B zawierający 10% N w formie amonowej oraz 14% S w formie siarczanowej),
- VII. 120 kg N·ha⁻¹ (nawóz B zawierający 10% N w postaci amonowej oraz 14% S w postaci siarczanowej).

Dokładny opis prowadzenia doświadczenia oraz warunki glebowo-klimatyczne przedstawiono w części I tej publikacji [Lepiarczyk i in. 2013].

Kukurydzę zebrano w fazie dojrzałości pełnej ziarna. Po zbiorze ziarna, wysuszeniu w temperaturze 70°C w suszarce z przepływem powietrza i zmieleniu, oznaczono w nim zawartość azotu ogólnego metodą Kjeldahla, na aparacie Kjeltec 2300 (FOSS). Siarkę ogólną w ziarnie kukurydzy oznaczono po mineralizacji na mokro w stężonym kwasie azotowym(V), a po odparowaniu HNO₃ próbki zadano azotanem(V) magnezu, ponownie odparowano i spalano w temperaturze 300°C przez 2 h i w temperaturze 450°C przez 3 h [Ostrowska i in. 1991]. Po rozpuszczeniu pozostałości w 25% roztworze HNO₃, siarkę oznaczono metodą ICP-AES aparatem JY 238 Ultrace. Wynik uznano za wiarygodny, jeżeli względny błąd oznaczenia nie przekraczał 5%. Na podstawie średnich dla danego obiektu zawartości N i S w ziarnie oraz plonu ziarna [Lepiarczyk i in. 2013] wyliczono pobranie tych składników.

Wyniki dotyczące zawartości pierwiastków w ziarnie opracowano statystycznie przy użyciu programu Statistica 8.0. Przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji, a istotność różnic

między średnimi dla poszczególnych obiektów nawozowych oszacowano testem Duncana ($\alpha \leq 0,05$).

WYNIKI I DYSKUSJA

Zawartość azotu w suchej masie ziarna kukurydzy w I roku badań (2008 r.) wahała się od 12,5 do 13,9 g·kg⁻¹ s.m. (tab. 1). Najwyższą wartość stwierdzono w ziarnie z obiektów nawożo-

Tabela 1. Zawartość azotu w ziarnie kukurydzy (g·kg⁻¹ s.m.) oraz ilości pobrane z plonem (kg·ha⁻¹)
Table 1. Content of nitrogen in maize grain (g·kg⁻¹ d.m.) and amounts uptaken with yield (kg·ha⁻¹)

| Obiekty nawozowe <i>Fertilizer objects</i> | 2008 | | 2009 | | 2010 | | Średnia <i>Mean</i> |
|---|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|------------------------|
| | g·kg ⁻¹ | kg·ha ⁻¹ | g·kg ⁻¹ | kg·ha ⁻¹ | g·kg ⁻¹ | kg·ha ⁻¹ | |
| I* | 12,5 c | 78,9 | 10,2 c | 74,5 | 10,5 c | 66,0 | 11,1 |
| II | 13,9 a | 91,6 | 13,5 a | 147,6 | 12,7 a | 119,4 | 13,4 |
| III | 13,5 ab | 92,0 | 12,3 b | 129,5 | 12,2 b | 109,4 | 12,7 |
| IV | 13,9 a | 90,5 | 12,8 b | 163,1 | 12,9 a | 143,3 | 13,2 |
| V | 13,8 a | 99,1 | 12,7 b | 138,1 | 12,9 a | 115,7 | 13,1 |
| VI | 13,3 b | 86,3 | 12,8 b | 134,1 | 12,0 b | 108,0 | 12,7 |
| VII | 13,4 b | 84,2 | 12,6 b | 143,1 | 12,0 b | 117,1 | 12,7 |

* I: kontrola - control „0”, II: 160 kg N·ha⁻¹ (saletra amonowa – *ammonium nitrate*), III: 120 kg N·ha⁻¹ (saletra amonowa – *ammonium nitrate*), IV: 160 kg N·ha⁻¹ (nawóz A – *fertilizer A*), V: 120 kg N·ha⁻¹ (nawóz A – *fertilizer A*), VI: 160 kg N·ha⁻¹ (nawóz B – *fertilizer B*), VII: 120 kg N·ha⁻¹ (nawóz B – *fertilizer B*)
Wartości średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie statystycznie przy poziomie istotności $\alpha \leq 0,05$ według testu Duncana – *Mean values in columns marked with the same letters do not differ statistically significantly at $\alpha \leq 0.05$ according to the Duncan test*

nych nawozem A (zawierającym 26% N w formie azotanowej i amonowej oraz 13% S w formie siarczanowej) i saletrą amonową w dawce 160 kg N·ha⁻¹ (obiekty II i IV). Przy stosowaniu nawozu B (zawierającego 10% N w postaci amonowej oraz 14% S w postaci siarczanowej) zawartość ta obniżyła się istotnie (o 5%). W II roku trwania eksperymentu (2009 r.) zawartość azotu ogólnego w suchej masie ziarna kukurydzy była nieznacznie niższa – od 10,2 do 13,5 g·kg⁻¹ s.m.. Najwyższą wartość stwierdzono w ziarnie z obiektu nawożonego saletrą amonową w dawce 160 kg N·ha⁻¹ (obiekt II). Ziarno kukurydzy z obiektu nawożonego nawozem A w takiej samej dawce (obiekt IV) zawierało 5% mniej azotu ogólnego. Przy niższej dawce azotu różnica w zawartości tego pierwiastka w ziarnie z obiektów z nawozem A i saletrą amonową nie była istotna, co wskazuje na lepsze wykorzystanie azotu w warunkach dodatku siarki. Przy dawce azotu 120 N·ha⁻¹ nawóz A działał lepiej niż nawóz B na zawartość azotu w ziarnie, ale różnice nie były statystycznie istotne. W roku 2010 (III rok badań) najwyższą zawartość stwierdzono w ziarnie z obiektów nawożonych nawozem A w obu dawkach, zawierało ono odpowiednio o 2 i 5% więcej azotu ogólnego, w porównaniu do ziarna z obiektów nawożonych taką samą dawką azotu, ale w formie saletry amonowej. Przy niższej dawce azotu, dodatek siarki w nawozie powodował większy przyrost zawartości azotu w ziarnie kukurydzy. Przy stosowaniu nawozu B zawartość azotu w ziarnie była najniższa (spośród obiektów nawożonych).

Średnia z 3 lat badań zawartość azotu w ziarnie kukurydzy wskazuje na lepsze działanie nawozu A zastosowanego w niższej dawce, w porównaniu do saletry amonowej. Wyniki uzyskane w badaniach własnych są zgodne z prezentowanymi w pracy Barczak i in. [2011], w której odnotowano wyższe zawartości azotu w ziarnie kukurydzy w efekcie uzupełnienia siarki w dawce nawozów.

Na podstawie zawartości białka ogólnego (wartość tę uzyskano mnożąc zawartość azotu ogólnego przez współczynnik 6,25) w ziarnie kukurydzy oraz wielkości plonu ziarna wyliczono plon białka, który wynosił w I roku od 1173 do 1367 kg·ha⁻¹, w II roku mieścił się w przedziale od 465 do 1020 kg·ha⁻¹, a w III roku od 412 do 896 kg·ha⁻¹. W całym okresie badań najwyższy plon białka uzyskano w ziarnie pochodzącym z obiektu nawożonego nawozem A (o zawartości 26% N w formie azotanowej i amonowej oraz 13% S w formie siarczanowej) w dawce 160 kg kg·ha⁻¹. Było to prawdopodobnie spowodowane większą aktywnością enzymów zawierających siarkę biorących udział w procesie biosyntezy białka [Jakubus 2006]. Poza tym, przy dobrym zaopatrzeniu roślin w ten pierwiastek, azot gromadzi się w postaci mineralnej, głównie N-NO₃, a włączany jest cykl przemian białkowych [Marska i Wróbel 2000]. Spostrzeżenie to potwierdza wyniki badań Barczak i Nowaka [2010], którzy uzyskali większą zawartość i wyższy plon białka w ziarnie owsa nawożonego siarką w formie siarczanu (VI) amonu. Podobnie Brodowska [2004] wykazała korzystny wpływ nawożenia siarką na metabolizm azotu w pszenicy jarej i rzepaku. Świadczyło o tym zwiększenie zawartości azotu białkowego w ziarnie i nasionach oraz zwiększenie wartości procentowego udziału azotu białkowego w azocie ogólnym.

Najwyższą średnią zawartość siarki stwierdzono w ziarnie kukurydzy z obiektów z nawożeniem nawozem A (zawierającym 26% N w formie azotanowej i amonowej oraz 13% S w formie siarczanowej) – 0,86 g·kg⁻¹ w ziarnie roślin nawożonych dawką 160 kg N·ha⁻¹ i 0,87 g·kg⁻¹ w ziarnie roślin nawożonych dawką 120 kg N·ha⁻¹ (tab. 2). W poszczególnych latach badań również wystąpiła taka zależność – najwyższe wartości dotyczyły ziarna z dawką 120 kg N·ha⁻¹ (rok 2008) lub dawką 160 kg N·ha⁻¹ (lata 2009 i 2010). Kukurydza jest rośliną o dużych wymaganiach w odniesieniu do siarki. Wynikają one nie z zawartości pierwiastka

Tabela 2. Zawartość siarki w ziarnie kukurydzy (g·kg⁻¹ s.m.) oraz ilości pobrane z plonem (kg·ha⁻¹)
Table 2. Content of sulfur in maize grain (g·kg⁻¹ DM) and amounts uptaken with yield (kg·ha⁻¹)

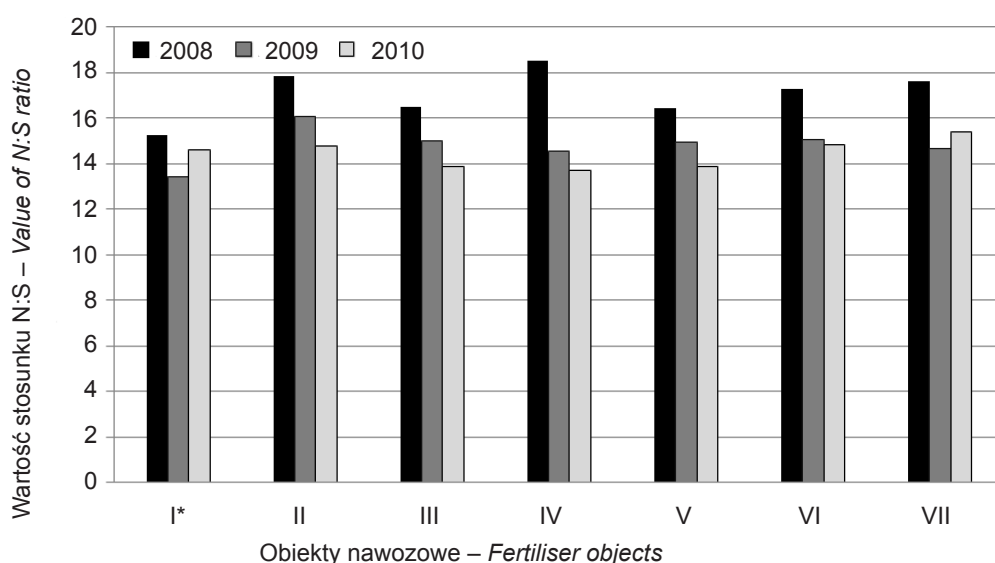
| Obiekty nawozowe <i>Fertilizer objects</i> | 2008 | | 2009 | | 2010 | | Średnia <i>Mean</i> |
|---|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|------------------------|
| | g·kg ⁻¹ | kg·ha ⁻¹ | g·kg ⁻¹ | kg·ha ⁻¹ | g·kg ⁻¹ | kg·ha ⁻¹ | |
| I* | 0,82 ab | 5,17 | 0,76 c | 5,55 | 0,72 d | 4,54 | 0,77 |
| II | 0,78 c | 5,15 | 0,84 b | 9,16 | 0,86 b | 8,08 | 0,83 |
| III | 0,82 ab | 5,58 | 0,82 b | 8,61 | 0,88 b | 7,92 | 0,84 |
| IV | 0,75 c | 4,88 | 0,88 a | 11,18 | 0,94 a | 10,43 | 0,86 |
| V | 0,84 a | 6,05 | 0,85 b | 9,27 | 0,93 a | 8,37 | 0,87 |
| VI | 0,77 c | 5,01 | 0,85 b | 8,93 | 0,81 c | 7,29 | 0,81 |
| VII | 0,76 c | 4,79 | 0,86 ab | 9,80 | 0,78 c | 7,64 | 0,80 |

* – oznaczenia jak w tab. 1 – *explanations in table 1*

Wartości średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie statystycznie przy poziomie istotności $\alpha \leq 0,05$ według testu Duncana – *Mean values in columns marked with the same letters do not differ statistically significantly at $\alpha \leq 0,05$ according to the Duncan test*

w poszczególnych częściach rośliny, a z uzyskiwanego wysokiego plonu [Jakubus 2006]. Dlatego też wprowadzanie siarki do gleby, w różnych formach, skutkuje podwyższeniem plonu roślin oraz zwiększeniem zawartości tego składnika w ich częściach wegetatywnych i generatywnych [Barczak i Nowak 2010, Barczak i in. 2011, Gondek i Filipek-Mazur 2006].

Zawartość azotu i siarki w ziarnie kukurydzy kształtowała wartość stosunku N:S, która w kolejnych latach badań wynosiła 15,2–17,8; 13,4–16,1 i 13,7–15,3, a więc uległa niewielkiemu obniżeniu, co z punktu widzenia jakości roślin należy uznać za korzystne, gdyż zbliżyła się do wartości optymalnej 10–15:1 [Schnung i in. 1993]. W III roku eksperymentu w ziarnie z obiektów z nawozem A wskaźnik ten przyjmował najniższe wartości (rys. 1).



* oznaczenia jak w tab. 1 – explanations in table 1

Rys. 1. Wartości stosunku N:S w ziarnie kukurydzy
Fig. 1. Value of N:S ratio in maize grain

WNIOSKI

1. Nawożenie kukurydzy nawozem zawierającym 26% N w formie azotanowej i amonowej oraz 13% S w formie siarczanowej powodowało zwiększenie zawartości azotu w ziarnie, a jego najwyższe sumaryczne pobranie uzyskano w ziarnie pochodzącym z obiektu nawożonego tym nawozem w dawce 160 kg·ha⁻¹.
2. Najwyższą średnią zawartość siarki stwierdzono w ziarnie kukurydzy z obiektów z nawożeniem nawozem zawierającym 26% N w formie azotanowej i amonowej oraz 13% S w formie siarczanowej, bez względu na dawkę azotu.

3. Zmiany zawartości azotu i siarki w ziarnie kukurydzy kształtowały wartość stosunku N:S, która w obiektach z nawożeniem siarką ulegała poprawie, zbliżając się do wartości optymalnej z punktu widzenia jakości plonu.

PIŚMIENNICTWO

- Barczak B., Murawska B., Spychaj-Fabisiak E. 2011. Zawartość siarki i azotu w ziarnie kukurydzy w zależności od typu gleby i zastosowanego nawożenia. *Fragm. Agron.* 28(1): 7–14.
- Barczak B., Nowak K. 2010. Oddziaływanie dawki i formy siarki na plonowanie oraz zawartość i plon białka ziarna owsa odmiany Komes. *Fragm. Agron.* 27(1): 14–20.
- Boligłowa E., Filipek-Mazur B., Lepiarczyk A. 2011. Kukurydza – zboże z wigorem. Wyd. Azoty-Tarnów: ss. 25.
- Brodowska M.S. 2004. Wpływ nawożenia siarką na zawartość azotu w roślinach w warunkach zróżnicowanego zaopatrzenia gleby w wapń i magnez. *Ann. UMCS, Sect. E Agricultura* 59: 1861–1869.
- Faostat. 2010. <http://faostat.fao.org/>.
- Fotyma E. 2003. Wpływ nawożenia siarką na wykorzystanie azotu z nawozów mineralnych przez rośliny uprawy polowej. *Naw. Nawoż./Fert./Fertil.* 4(17): 117–136.
- Gondek K., Filipek-Mazur B. 2008. Zmiany zawartości siarki w kukurydzy nawożonej materiałami organicznymi. *Acta Agrophys.* 11: 633–646.
- Jakubus M. 2006. Siarka w środowisku. Wyd. AR Poznań: ss. 48.
- Kulczycki G. 2003. Wpływ nawożenia siarką elementarną na plon i skład chemiczny roślin oraz właściwości chemiczne gleby. *Naw. Nawoż./Fert./Fertil.* 4(17): 151–159.
- Lepiarczyk A., Filipek-Mazur B., Joniec A., Tabak M. 2013. Wpływ nawożenia azotem i siarką na plonowanie i skład chemiczny ziarna kukurydzy. Część I. Wielkość i komponenty plonu ziarna kukurydzy. *Fragm. Agron.* 30(3): 115–122.
- Marska E., Wróbel J. 2000. Znaczenie siarki dla roślin uprawnych. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 204, *Agricultura* 81: 69–76.
- Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka Z. 1991. Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. Katalog. IOŚ Warszawa: ss. 333.
- Rocznik statystyczny rolnictwa, 2011. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa: ss. 393.
- Schnung E., Haneklaus S., Murphy D. 1993. Impact of sulphur fertilization on fertilizer nitrogen efficiency. *Sulphur Agric.* 17: 8–12.
- Szulc P. 2010. Effects of differentiated levels of nitrogen fertilization and the method of magnesium application on the utilization of nitrogen by two different maize cultivars for grain. *Pol. J. Environ. Stud.* 19(2): 407–412.
- Szulc P., Waligóra H. 2010. Response of maize hybrid (*Zea mays* L.), stay-green type to fertilization with nitrogen, sulphur, and magnesium. Part II. Plant development and the uptake of mineral components. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 9(1): 41–54.

B. FILIPEK-MAZUR, A. LEPIARCZYK, M. TABAK

**EFFECT OF NITROGEN AND SULPHUR FERTILIZATION ON YIELD AND CHEMICAL
COMPOSITION OF MAIZE GRAIN
PART II. NITROGEN AND SULPHUR CONTENT**

Summary

The investigations were conducted as a three-year (2008–2010) field experiment located at the research station of the Department of Agrotechnology and Agricultural Ecology, University of Agriculture in Krakow. The research was carried out to assess chemical composition (the content of nitrogen and sulphur, and the value of N:S ratio) of maize grain fertilized with mineral fertilizers containing nitrogen and sulphur. The experiment comprised 7 treatments in 4 replications. Two fertilizers were examined: a fertilizer containing 26% N in nitrate and ammonium forms as well as 13% S in sulfate form and a fertilizer containing 10% N in ammonium form and 14% S in sulfate form. The reference objects were a non-fertilized object and ammonium nitrate treatment. It was found that the applied fertilizers diversified chemical composition of the maize grain. A tendency for higher nitrogen concentrations in the maize grain fertilized with the fertilizer containing 26% N and 13% S in comparison with the ammonium nitrate and the fertilizer containing 10% N and 14% S was observed over the three-year period of the experiment. Systematic application of the fertilizer containing 26% N and 13% S led to an increase in the sulphur concentration in the maize grain. Also the value of N:S ratio changed. It decreased slightly in the grain from nitrogen and sulphur treatments, which from plant quality point of view should be considered as beneficial, since it approached the optimum value 10–15:1.

Key words: maize, fertilization, nitrogen, sulphur

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 10.07.2013

Do cytowania – *For citation*:

Filipek-Mazur B., Lepiarczyk A., Tabak M. 2013. Wpływ nawożenia azotem i siarką na plonowanie oraz skład chemiczny ziarna kukurydzy. Część II. Zawartość azotu i siarki. *Fragm. Agron.* 30(4): 29–35.