

Mariusz Szymanek, Ignacy Niedziółka
Katedra Maszynoznawstwa Rolniczego
Akademia Rolnicza w Lublinie

UWARUNKOWANIA WPŁYWU NAWOŻENIA AZOTOWEGO NA WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWE KUKURYDZY CUKROWEJ

Streszczenie

W badaniach przyjęto trzy warianty nawożenia oraz cztery poziomy stosowania dawek azotu (0 - obiekt kontrolny, 60, 90 i 120 kg N/ha). Określano wielkość plonu kolb kukurydzy cukrowej dla trzech supersłodkich odmian, tj. Golda, Candle i Helena, w zależności od wielkości dawki azotu i sposobu jego aplikacji. Badano także wpływ nawożenia azotem na zawartość sacharozy w ziarnie kukurydzy cukrowej dla przyjętych odmian. Stwierdzono znaczne zróżnicowanie zarówno wielkości plonu kolb, jak i zawartości sacharozy w ziarnie kukurydzy cukrowej, w zależności od dawki azotu i sposobu jego stosowania dla poszczególnych odmian kukurydzy.

Słowa kluczowe: kukurydza cukrowa, nawożenie azotowe, plon kolb, zawartość sacharozy w ziarnie

Wstęp

Uzyskanie wysokich plonów ziarna kukurydzy cukrowej odpowiedniej jakości wymaga dostarczenia roślinom wielu niezbędnych składników odżywczych, z których najważniejszym dla ich wzrostu i rozwoju jest azot. Wywiera on duży wpływ na skład chemiczny surowca, co determinuje jego jakość technologiczną. Azot w uprawie kukurydzy cukrowej jest ważnym składnikiem wpływającym nie tylko na wielkość uzyskanego plonu, ale także na zawartość aminokwasów, które decydują o smaku i wartości odżywczej ziarna [Dale 1995]. Jakość konsumpcyjna kukurydzy cukrowej zależy od wielu czynników, takich jak: stopień dojrzałości, genotyp, odmiana, izolacja przestrzenna, czas i warunki pozbiorowego składowania, a także przebieg pogody, nawożenie, nawadnianie i inne zabiegi agrotechniczne [Felczyński 1999]. W nowoczesnej uprawie dąży się do zrównoważonego nawożenia mineralnego, wyrażającego się uzyskaniem ekonomicznie wysokiego plonu w połączeniu z maksymalnym ograniczeniem ujemnego wpływu nawożenia na jakość plonu i środowisko naturalne. Oznacza

to, że nawożenie mineralne kukurydzy powinno być ustalone bardzo precyzyjnie i zgodnie z wynikami analizy chemicznej próbek gleby. Nawożenie azotem sprawia producentom kukurydzy najwięcej problemów, gdyż pierwiastek ten jest z jednej strony podstawowym czynnikiem plonotwórczym, a z drugiej jego nadmiar ujemnie wpływa na jakość produktu końcowego. Zbyt wysokie dawki azotu powodują obniżenie poziomu cukrów w ziarniakach i mogą stanowić zagrożenie dla środowiska przyrodniczego, gdyż są łatwo wyłukiwane w głąb profilu glebowego.

Wysokość racjonalnych dawek azotu uzależniona jest od warunków glebowych, zawartości w niej dostępnych składników pokarmowych, warunków wilgotnościowych oraz stanowiska w zmianowaniu. Orientacyjne dawki azotu wynoszą 60 - 300 kg N/ha. Warzecha [2003] podaje jednak, że dawki azotu nie powinny przekraczać 90 kg N/ha. Również według Miao [1991] wzrost nawożenia azotem wpływa na zwiększenie plonu kolb i zawartości białka w ziarnie, a jednocześnie na zmniejszenie zawartości oleju i skrobi w ziarnie.

Kukurydza cukrowa osiąga dojrzałość konsumpcyjną, gdy jej ziarno znajduje się w stadium dojrzałości mlecznej i zawiera 70-76% wody. W tym okresie charakteryzuje się ona wysoką zawartością cukrów, spośród których na smak ziarna najsilniej wpływa sacharoza [Michałojć 1999]. Zawartość cukrów zwłaszcza sacharozy, jest czynnikiem wpływającym na jakość konsumpcyjną ziarna kukurydzy cukrowej [Hanna, Story 1992].

Celem pracy było określenie wpływu nawożenia azotowego na plon kolb i zawartość sacharozy w ziarnie kukurydzy cukrowej.

Materiał i metody

Badania prowadzono w 2005 r. na superśładkach odmianach kukurydzy cukrowej Golda, Candle i Helena. W doświadczeniu zastosowano nawóz mineralny mocznik 46% w ilości 0 - obiekt kontrolny, 60, 90 i 120 kg N/ha i nawóz organiczny w ilości 30 t/ha. Poziom nawożenia P_2O_5 i K_2O był stały i wynosił 80 kg P/ha w postaci superfosfatu potrójnego i 160 kg K/ha w postaci siarczanu potasu. Aplikacje nawozu azotowego wykonywano dla trzech wariantów:

- I wariant - całą dawkę nawozu mineralnego zastosowano przedsięwnie w ilości: 0 - obiekt kontrolny, 60, 90 i 120 kg N/ha,
- II wariant - połowę dawki nawozu mineralnego zastosowano przedsięwnie, a połowę pogłównie w ilości: 0 - obiekt kontrolny, 30, 45 i 60 kg N/ha,

- III wariant - nawóz organiczny (obornik) wprowadzono do gleby jesienią w dawce 30 t/ha, a nawóz mineralny przedsięwzięcie w ilości: 0 - obiekt kontrolny, 60, 90 i 120 kg N/ha.

Doświadczenie założono na poletkach o powierzchni 50 m² w trzech powtórzeniach w układzie split-block dla trzech czynników: O - odmiana, N - dawka nawożenia, W - wariant. Do pomiaru zawartości sacharozy w ziarnie kukurydzy cukrowej wykorzystano ręczny refraktometr z automatyczną kompensacją ATC - 1E, o zakresie pomiarowym: 0,0-32,0% Brix'a i dokładności 0,2% Brix. Oznaczenia wykonywano według Polskiej Normy PN-EN 12143:2000. Zawartość ekstraktu określano refraktometrycznie w temperaturze 20°C. Wyniki podano w stopniach Brix'a. Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej. Dla zbadania istotności różnic między średnimi przeprowadzono analizę wariancji dla klasyfikacji trzykierunkowej i poziomu istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki badań

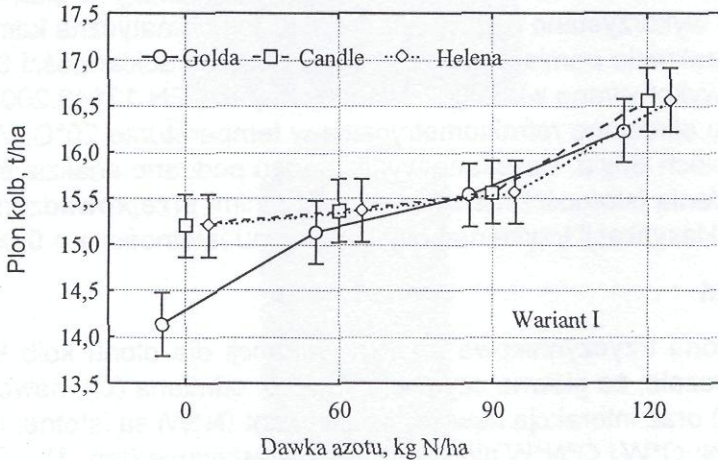
Przeprowadzona trzyczynnikowa analiza wariancji dla plonu kolb kukurydzy cukrowej wykazała, że główne czynniki badań, tj. odmiana (O), nawożenie (N) i warianty (W) oraz interakcja nawożenie - wariant (N*W) są istotne, natomiast interakcje O*N; O*W i O*N*W nie są istotne statystycznie (tab. 1).

Tabela 1. Analiza wariancji doświadczenia split-block dla plonu kolb kukurydzy
Table 1. Analysis of variance of split-block experiment for ear corn crop

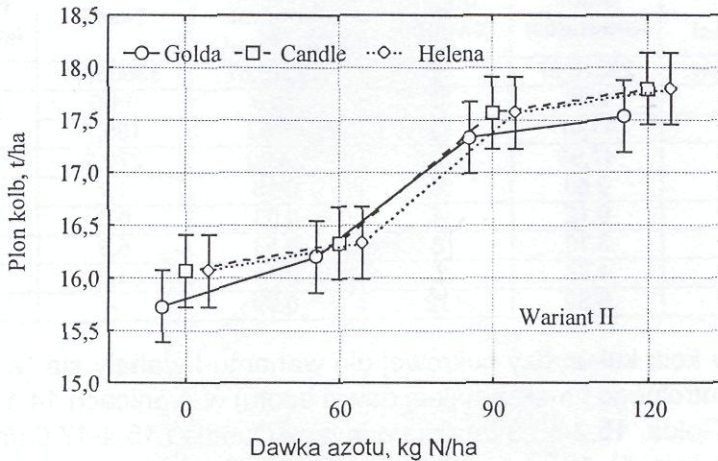
Źródła zmienności	Suma kwadratów	Stopnie swobody	Średni kwadrat odchyień	Test F	Poziom istotności
Wyraz wolny	29310,67	1	29310,67	330088,9	0,000
O	2,58	2	1,29	14,5	0,000
N	41,47	3	13,82	155,7	0,000
W	47,99	2	24,00	270,2	0,000
O*N	0,89	6	0,15	1,7	0,143
O*W	0,12	4	0,03	0,3	0,847
N*W	3,16	6	0,53	5,9	0,000
O*N*W	1,73	12	0,14	1,6	0,104
Błąd	6,39	72	0,09	-	-

Średnie plony kolb kukurydzy cukrowej dla wariantu I wahały się (w stosunku do obiektu kontrolnego i maksymalnej dawki azotu) w granicach 14,1-16,2 t/ha dla odmiany Golda, 15,2-16,6 t/ha dla odmiany Candle i 16,4-17,0 t/ha dla odmiany Helena (rys. 1). Najwyższy wzrost plonu kolb zanotowano dla odmiany Golda, który wyniósł 14,9%, natomiast dla odmiany Candle wyniósł on 9,2%. Z kolei najniższy wskaźnik wzrostu plonu kolb stwierdzono dla odmiany Helena, który wyniósł 3,7%.

Średnie plony kolb kukurydzy cukrowej dla wariantu II wahały się w granicach 15,7-17,5 t/ha dla odmiany Golda, 16,1-17,8 t/ha dla odmiany Candle i 16,9-18,0 t/ha dla odmiany Helena (rys. 2). Najwyższy wzrost plonu kolb zanotowano dla odmiany Golda, który wyniósł 11,5%, natomiast dla odmiany Candle wyniósł on 10,6%. Z kolei najniższy wskaźnik wzrostu plonu kolb stwierdzono dla odmiany Helena, który wyniósł 6,5%.

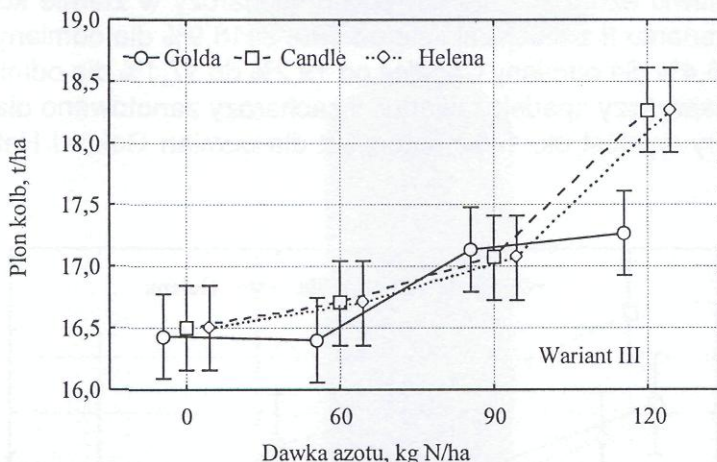


Rys. 1. Średni plon kolb wraz z 0,95 przedziałem ufności dla wariantu I
 Fig.1. Mean ear corn crop and 0,95 confidence intervals for variant I



Rys. 2. Średni plon kolb wraz z 0,95 przedziałem ufności dla wariantu II
 Fig.2. Mean ear corn crop and 0,95 confidence intervals for variant II

Średnie plony kolb kukurydzy cukrowej dla wariantu III wahały się w granicach 16,4-17,3 t/ha dla odmiany Golda, 16,5-18,3 t/ha dla odmiany Candle i 17,3-18,4 t/ha dla odmiany Helena (rys. 3). Wzrost plonu kolb zawierał się w granicach od 5,5% dla odmiany Golda do 6,4% dla odmiany Helena i do 6,5% dla odmiany Candle. Z przedstawionych danych wynika, że najwyższy wzrost plonu kolb uzyskano w przypadku odmiany Golda dla I wariantu nawożenia azotem (ok. 15%), natomiast najniższy wzrost plonu kolb dla odmiany Helena również dla I wariantu nawożenia (ok. 4%).



Rys. 3. Średni plon kolb wraz z 0,95 przedziałem ufności dla wariantu III
 Fig.3. Mean ear corn crop and 0,95 confidence intervals for variant III

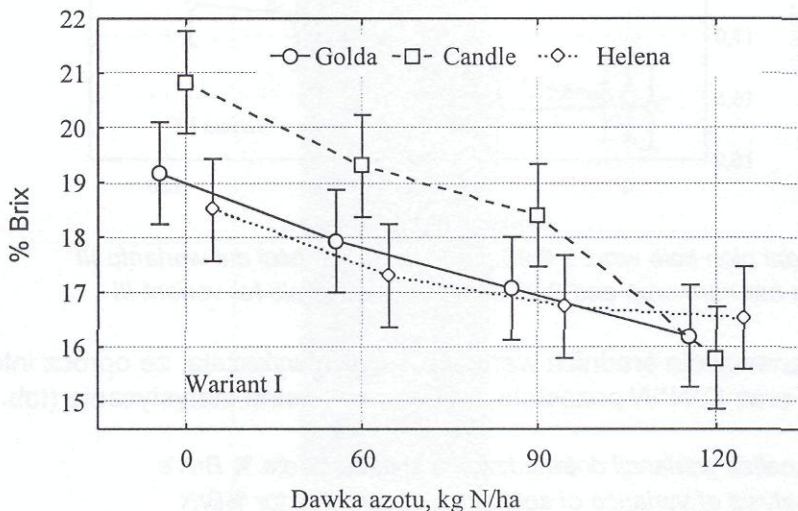
Analiza wariancji dla średnich wartości % Brix'a wykazała, że oprócz interakcji O*N, N*W oraz O*N*W pozostałe zmienne są istotne statystycznie (tab. 2).

Tabela 2. Analiza wariancji doświadczenia split-block dla % Brix'a
 Table 2. Analysis of variance of split-block experiment for %Brix

Źródła zmienności	Suma kwadratów	Stopnie swobody	Średni kwadrat odchyień	Test F	Poziom istotności
Wyraz wolny	36852,08	1	36852,08	55914,93	0,000
O	7,18	2	3,59	5,45	0,006
N	114,68	3	38,23	58,00	0,000
W	58,54	2	29,27	44,41	0,000
O*N	6,65	6	1,11	1,68	0,138
O*W	11,86	4	2,97	4,50	0,003
N*W	3,36	6	0,56	0,85	0,536
O*N*W	6,18	12	0,52	0,78	0,667
Błąd	47,45	72	0,66	-	-

Ze wzrostem dawki azotu średnia zawartość sacharozy w ziarnie kukurydzy cukrowej zmniejszała się (w stosunku do obiektu kontrolnego i maksymalnej dawki) dla wariantu I od 19,1% do 16,2% dla odmiany Golda, od 20,8% do 15,8% dla odmiany Candle i od 18,5% do 16,5% dla odmiany Helena (rys. 4). Najwyższy spadek zawartości sacharozy zanotowano dla odmiany Candle, który wyniósł 24,0%, dla odmiany Golda 15,6%, najniższy dla odmiany Helena 10,8%.

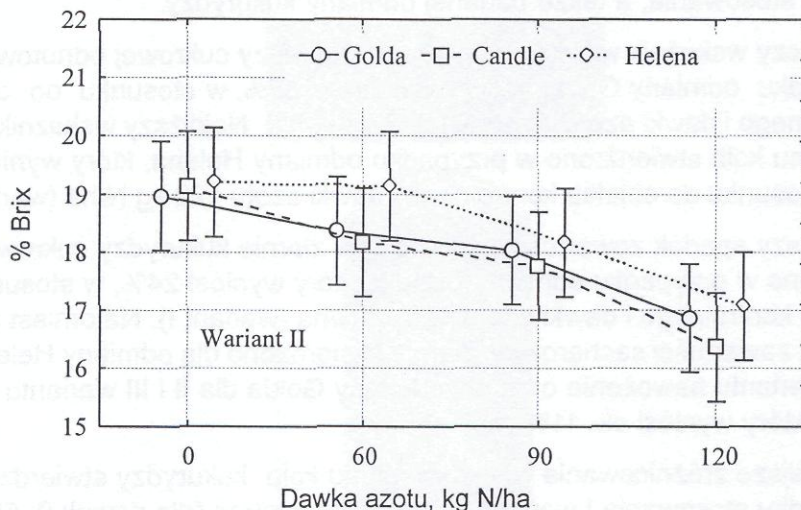
Ze wzrostem dawki azotu średnia zawartość sacharozy w ziarnie kukurydzy cukrowej dla wariantu II zmniejszała się od 19% do 16,9% dla odmiany Golda, od 19,1% do 16,4% dla odmiany Candle i od 19,2% do 17,1% dla odmiany Helena (rys. 5). Najwyższy spadek zawartości sacharozy zanotowano dla odmiany Candle, który wyniósł ok. 14%, natomiast dla odmian Golda i Helena ok. 11%.



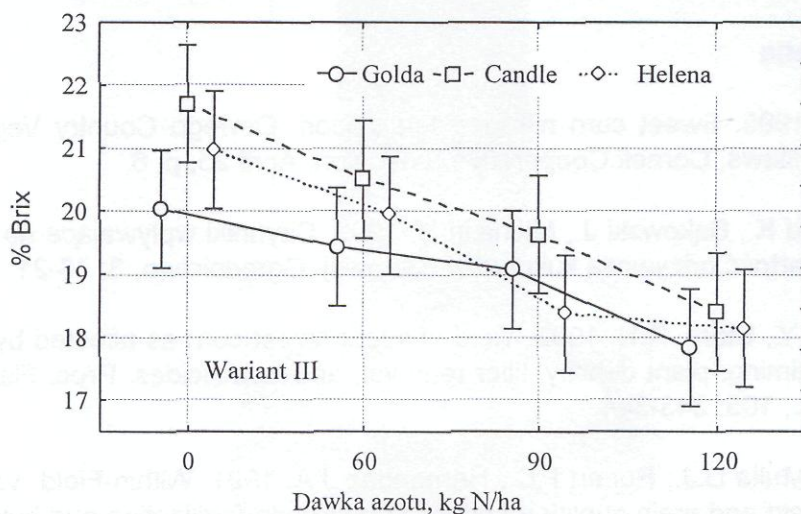
Rys. 4. Przebieg zmian średnich % Brix wraz z 0,95 przedziałem ufności dla wariantu I
Fig 4. Course of mean changes of %Brix and 0,95 confidence intervals for variant I

Również ze wzrostem dawki azotu średnie zawartości sacharozy w ziarnie kukurydzy cukrowej dla wariantu III zmniejszały się od 20 do 17,8% dla odmiany Golda, od 21,7% do 18,4% dla odmiany Candle i od 21% do 18,1% dla odmiany Helena (rys. 6). Najwyższy spadek zawartości sacharozy zanotowano, podobnie jak w wariantach I i II, w przypadku odmiany Candle, który wyniósł ok. 15%, natomiast w przypadku odmiany Golda wyniósł on 11%, a odmiany

Helena ok. 14%. Z analizy danych wynika, że najwyższy spadek zawartości sacharozy w ziarnie kukurydzy cukrowej odnotowano w przypadku odmiany Candle dla I wariantu nawożenia azotem (ok. 24%), natomiast najniższy spadek zawartości sacharozy dla odmiany Helena dla I i II wariantu nawożenia oraz dla odmiany Golda dla II i III wariantu nawożenia ok. (11%).



Rys. 5. Przebieg zmian średnich % Brix wraz z 0,95 przedziałem ufności dla wariantu I
 Fig. 5. Course of mean changes of % Brix and 0,95 confidence intervals for variant I



Rys. 6. Przebieg zmian średnich % Brix wraz z 0,95 przedziałem ufności dla wariantu III
 Fig. 6. Course of mean changes of % Brix and 0,95 confidence intervals for variant III

Wnioski

1. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono zróżnicowany wpływ nawożenia azotem zarówno na plonowanie kolb, jak też zawartość sacharozy w ziarnie kukurydzy cukrowej. Zależał on od wielkości dawki azotu, wariantu jego stosowania, a także badanej odmiany kukurydzy.
2. Najwyższy wskaźnik wzrostu plonu kolb kukurydzy cukrowej odnotowano w przypadku odmiany Golda, który wyniósł ok. 15%, w stosunku do obiektu kontrolnego i dawki azotu 120 kg N/ha (wariant I). Najniższy wskaźnik wzrostu plonu kolb stwierdzono w przypadku odmiany Helena, który wyniósł ok. 4% w stosunku do obiektu kontrolnego i dawki azotu 120 kg N/ha (wariant I).
3. Najwyższy spadek zawartości sacharozy w ziarnie kukurydzy cukrowej odnotowano w przypadku odmiany Candle, który wyniósł 24%, w stosunku do obiektu kontrolnego i dawki azotu 120 kg N/ha (wariant I). Natomiast niższy spadek zawartości sacharozy w ziarnie stwierdzono dla odmiany Helena dla I i II wariantu nawożenia oraz dla odmiany Golda dla II i III wariantu nawożenia, który wyniósł ok. 11%.
4. Najmniejsze zróżnicowanie wielkości plonu kolb kukurydzy stwierdzono w przypadku stosowania I wariantu nawożenia azotem (dla dawek 0, 60 i 90 kg N/ha) i III wariantu (dla dawek 0 i 60 kg N/ha). Z kolei dla zawartości sacharozy w ziarnie kukurydzy cukrowej najmniejsze zmiany odnotowano w przypadku stosowania II i III wariantu oraz dla dawek 0 i 60 kg N/ha.

Bibliografia

- Dale E. 1995. Sweet corn nitrogen fertilization. Oswego Country Vegetable Program News, Cornell Cooperative Extension, April 25, p. 6
- Felczyński K., Bąkowski J., Michalin H. 1999. Czynniki wpływające na jakość plonu i wartość odżywczą kukurydzy cukrowej. *Ogrodnictwo*, 3: 18-21
- Hanna H.Y., Story R.N. 1992. Yield of super sweet corn as affected by N application timing, plant density, tiller removal, and insecticides. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 105: 343-344
- Miao Y., Mulla D.J., Robert P.C., Hernandez J.A. 1991. Within-Field variation in corn yield and grain quality responses to nitrogen fertilization and hybrid selection. *Agronomy Journal*, 98: 129-140

Michałojć Z. 1999. Wpływ nawożenia i terminu zbioru na plon kukurydzy cukrowej. *Hasło Ogrodnicze*, 6: 46-48

Stoyanowa S.D. 1994. Influence of nitrogen fertilization on the dynamics of growth and productivity of sweet corn. *Acta Horticulturae*, 371

Warzecha R. 2003. Słodki smak kukurydzy. *Owoce warzywa kwiaty*, 6: 20-21

DEPENDENCES OF NITROGEN FERTILIZATION IMPACT ON SWEET CORN QUALITY CHARACTERS

Summary

The investigations focused on analysis of nitrogen fertilization impact on both corn ear crop and quality characters of sweet corn. There were assumed three variants of fertilization measures and four levels of nitrogen rates (0 - control level; 60; 90 and 120 kg N/ha). The sweet corn ear crop was determined for three super-sweet varieties: Golda, Candle and Helena, according to nitrogen rate and method of application. There was also assessed nitrogen fertilization impact on sucrose content of the sweet corn varieties under study. Significant differences were discovered as regards both - ear corn crop and sucrose content in sweet corn conditioned by nitrogen rate and method of application used for respective corn variety.

Key words: sweet corn; nitrogen fertilization; ear corn crop; sucrose content of corn

Recenzent: Aleksander Szeptycki