

Zofia UZIĄK, Maria SZYMAŃSKA

**Współdziałanie azotu, fosforu i siarki w gospodarce
azotowo-węglowodanowej roślin (na przykładzie kukurydzy i bobiku)**

Взаимодействие азота, фосфора и серы в азотно-углеродном режиме растений
(на примере кукурузы и конского боба)

Influence of Nitrogen, Phosphorus and Sulphur on the Metabolism of Nitrogen
and Carbohydrates in Plants on the Example of *Zea mays* L. and *Vicia faba* L.
ssp. *minor*

W wyniku stosowania wieloskładnikowych nawozów mineralnych, zawierających wyłącznie określone pierwiastki, występują często u roślin uprawnych objawy związane z niedoborem składników, których te nawozy nie zawierają. Składnikiem takim między innymi jest siarka (7, 16, 18). Niedobór jej wpływa ujemnie nie tylko na plonowanie roślin, ale i na ich wartość odżywczą. Rośliny bowiem, zaopatrzone w siarkę w niedostatecznej ilości, charakteryzują się obniżoną syntezą białek i mniejszą koncentracją cukrów redukujących, a podwyższoną zawartością skrobi i hemicelulozy (8, 14, 15).

Właściwe zaopatrzenie w siarkę ma szczególnie istotne znaczenie w wartości odżywczej roślin w uprawach o obfitym nawożeniu, zwłaszcza azotowym. W tych bowiem warunkach przy niedoborze siarki rośliny gromadzą znaczne ilości jonów azotanowych i związków cyjanogennych, które są substancjami szkodliwymi dla zwierząt (1, 3, 7, 17). Rośliny te wykazują ponadto dużą zawartość wolnych aminokwasów, amidów i peptydów o krótkich łańcuchach. Wymienione związki azotowe są szybko zużywane przez mikroorganizmy żyjące w układzie pokarmowym przeżuwaczy. W wyniku tego następują straty azotu organicznego, który mógłby być wykorzystany przez organizm zwierzęcy (5, 12). Stopień zaś wykorzystania tych organicznych związków azotowych przez organizm

zwierzęcy lub florę bakteryjną jest uzależniony od zawartości w masie roślinnej łatwo przyswajalnych węglowodanów (10, 13). Rośliny pastewne o wysokiej wartości odżywczej powinny bowiem charakteryzować się wysokim stosunkiem C węglowodanów rozpuszczalnych do N-niebiałkowego (11).

Zasadnicza rola azotu, fosforu i siarki w syntezie związków organicznych roślin była przesłanką do podjęcia badań nad współdziałaniem tych składników w gospodarce azotowo-węglowodanowej roślin. W przedłożonej pracy starano się określić, w jaki sposób forma azotu oraz zawartość fosforu i siarki w środowisku odżywczym wpływają na przemiany związków azotowych i węglowodanów w masie wegetacyjnej roślin pastewnych kukurydzy i bobiku.

METODYKA BADAŃ

Część doświadczalna badań przeprowadzono w latach 1977—1978 w hali wegetacyjnej AR w Lublinie. Do doświadczeń użyto wazonów o pojemności 5 kg piasku, który był pozbawiony zanieczyszczeń. W tym celu piasek płukano kolejno: 10% HCl, w nasyconym roztworze Na_2CO_3 , w wodzie wodociągowej i destylowanej. Pożywkę mineralną podano w trzech porcjach. W sumie do jednego wazonu wprowadzono: N — 1000 mg w formie $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ lub NH_4Cl , K_2O — 900 mg w formie KH_2PO_4 , K_2SO_4 oraz KCl, P_1 — 400 mg P_2O_5 i P_2 — 1000 mg P_2O_5 w formie KH_2PO_4 , S_1 — 10 mg S, S_2 — 200 mg S, S_3 — 600 mg S w formie K_2SO_4 , MgO — 250 mg w formie MgCl_2 oraz mikroelementy po 10 ml 1% roztworu cytrynianu żelaza i roztworu A—Z. Wapń w ilości 1600 mg CaO podano jednorazowo przy zakładaniu doświadczenia. Bobik zaszczerpiono właściwym szczepem *Rhizobium*. Rośliny podlewano wodą destylowaną do 60% pełnej pojemności wodnej piasku. W trakcie wegetacji w odstępach tygodniowych kontrolowano kwasowość podłoża.

Zbiór roślin dokonano w początkowej fazie kwitnienia. W uzyskanym suchym materiale roślinnym oznaczono zawartość N—ogólnego i białkowego metodą Kjeldahla oraz koncentrację węglowodanów rozpuszczalnych metodą Dubois (6). Przyjmując, że zawartość węgla w rozpuszczalnych węglowodanach wynosi 42% (10), obliczono stosunek pomiędzy zawartością C rozpuszczalnych węglowodanów a N-niebiałkowym. Azot niebiałkowy jest sumą azotu organicznego, ale niebiałkowego i N-azotanowego. Uzyskane wyniki zestawiono w tab. 1—3.

WYNIKI BADAŃ

Niedobór siarki, zwłaszcza przy zastosowaniu azotu w formie amonowej, wpływał ograniczająco na plony biomasy obu roślin doświadczalnych (18).

Uzyskane wyniki, dotyczące procentowej zawartości kilku frakcji azotowych oraz węglowodanów w biomacie, świadczą o tym, że reakcja roślin doświadczalnych na zastosowane żywienie mineralne była w pew-

nym stopniu odmienna. Zróżnicowane bowiem formy azotu i dawki soli siarki wyraźnie wpłynęły na zawartość związków azotowych i węglowodanowych w pędach kukurydzy, podczas gdy wpływ ten na bobik był nieznaczący. Poziom zaś fosforu w środowisku nie wykazywał jednokierunkowego działania na udział procentowy azotu i węglowodanów w biomasie obu roślin (tab. 1—2).

Procentowa zawartość N-ogólnego w pędach kukurydzy była na ogół stała i w bardzo niewielkim stopniu zależała od stosowanego żywienia mineralnego. Zawartość zaś N-białkowego była zróżnicowana i głównie uzależniona od żywienia siarkowego. Udział procentowy białka w biomasie kukurydzy wzrastał wraz z podwyższeniem poziomu siarki w środowisku. Natomiast na zawartość azotanów w roślinach wpływała zarówno forma soli azotu, jak i dawka siarki. Oczywiście jest, że kukurydza zasilana solami amonowymi charakteryzowała się niższą zawartością N/NO₃ niż rośliny korzystające z azotanów. Jednak przy niskim poziomie siarki zawartość N/NO₃ w biomasie wzrastała, zwłaszcza przy stosowaniu azotanów.

Niezależnie zaś od zastosowanej formy azotu w przypadku niedoboru siarki zawartość białka zgromadzona w płonach biomasy była dwukrotnie mniejsza, a azotanów znacznie większa niż u roślin obficie zaopatrzonych w ten składnik. Siarka zatem wpłynęła istotnie na metabolizm azotowy kukurydzy, co wyraźnie zaznaczyło się w kształtowaniu się stosunku pomiędzy poszczególnymi frakcjami azotu w biomasie kukurydzy. W warunkach bowiem niedoboru siarki stosunek N-białkowego do N-ogólnego był znacznie niższy a N-azotanów do N-ogólnego znacznie wyższy niż u roślin zaopatrzonych w siarkę w dostatecznej ilości (tab. 1).

Wartość zaś tych stosunków w roślinach bobiku nie ulegała wyraźnym zmianom. Bobik bowiem okazał się rośliną, u której jedynie przy zastosowaniu azotu w formie azotanów obserwowano nieznaczący wzrost procentowej zawartości N/NO₃ w biomasie roślin. Udział zaś procentowy azotu ogólnego i białkowego w pędach utrzymywał się na ogół na jednym poziomie (tab. 2).

W roślinach bobiku nie stwierdzono także wyraźnego wpływu siarki na zawartość węglowodanów rozpuszczalnych. Wprowadzenie zaś azotu mineralnego (zarówno azotanów, jak i soli amonowych) do podłoża powodowało na ogół spadek procentowej zawartości rozpuszczalnych węglowodanów w biomasie.

U kukurydzy natomiast procentowa zawartość węglowodanów w roślinach była uzależniona zarówno od dawki siarki, jak i formy stosowanej soli azotowej. Wyraźnie na zwiększenie koncentracji rozpuszczalnych węglowodanów w biomasie wpłynęło stosowanie azotu w formie amonowej (tab. 3).

Tab. 1. Współdziałanie azotu, fosforu i siarki w zawartości frakcji azotu w częściach nadziemnych kukurydzy
 Contents of nitrogen, phosphorus and sulphur in nitrogen fractions in overground parts of *Zea mays* L.

Stosowane żywnienie mineralne Mineral nutrition applied	r. 1977					r. 1978					r. 1977					r. 1978				
	Total nitrogen	N-białk. nitrogen	Protein nitrogen	N-ogól. nitrogen	N-NO ₃	Total nitrogen	N-białk. nitrogen	Protein nitrogen	N-ogól. nitrogen	N-NO ₃	Total nitrogen	N-białk. nitrogen	Protein nitrogen	N-ogól. nitrogen	N-NO ₃	Total nitrogen	N-białk. nitrogen	Protein nitrogen	N-ogól. nitrogen	N-NO ₃
S ₁ P ₁ NO ₃ NH ₄	2,05	1,53	1,19	2,81	0,19	2,49	0,68	0,28	2,49	0,19	2,49	0,68	0,28	2,49	0,19	2,49	0,68	0,28	2,49	0,19
S ₁ P ₂ NO ₃ NH ₄	2,79	1,19	1,25	2,58	0,13	2,81	0,85	0,15	2,81	0,13	2,81	0,85	0,15	2,81	0,13	2,81	0,85	0,15	2,81	0,13
S ₂ P ₁ NO ₃ NH ₄	1,91	1,25	1,11	3,00	0,15	3,00	0,57	0,36	3,00	0,15	3,00	0,57	0,36	3,00	0,15	3,00	0,57	0,36	3,00	0,15
S ₂ P ₂ NO ₃ NH ₄	2,57	1,11	1,11	2,12	0,13	2,12	0,76	0,16	2,12	0,13	2,12	0,76	0,16	2,12	0,13	2,12	0,76	0,16	2,12	0,13
S ₃ P ₁ NO ₃ NH ₄	2,68	2,57	2,15	2,28	0,10	2,28	1,37	0,25	2,28	0,10	2,28	1,37	0,25	2,28	0,10	2,28	1,37	0,25	2,28	0,10
S ₃ P ₂ NO ₃ NH ₄	2,39	2,15	2,09	1,91	0,05	1,91	1,44	0,07	1,91	0,05	1,91	1,44	0,07	1,91	0,05	1,91	1,44	0,07	1,91	0,05
S ₃ P ₃ NO ₃ NH ₄	2,56	2,09	2,12	2,36	0,08	2,36	1,45	0,12	2,36	0,08	2,36	1,45	0,12	2,36	0,08	2,36	1,45	0,12	2,36	0,08
S ₃ P ₄ NO ₃ NH ₄	2,36	2,12	2,21	2,07	0,03	2,07	1,53	0,05	2,07	0,03	2,07	1,53	0,05	2,07	0,03	2,07	1,53	0,05	2,07	0,03
S ₃ P ₅ NO ₃ NH ₄	2,49	2,31	2,21	2,17	0,09	2,17	1,56	0,13	2,17	0,09	2,17	1,56	0,13	2,17	0,09	2,17	1,56	0,13	2,17	0,09
S ₃ P ₆ NO ₃ NH ₄	2,61	2,21	2,41	2,37	0,02	2,37	1,69	0,08	2,37	0,02	2,37	1,69	0,08	2,37	0,02	2,37	1,69	0,08	2,37	0,02
S ₃ P ₇ NO ₃ NH ₄	2,61	2,41	1,91	1,73	0,07	1,73	1,37	0,06	1,73	0,07	1,73	1,37	0,06	1,73	0,07	1,73	1,37	0,06	1,73	0,07
S ₃ P ₈ NO ₃ NH ₄	2,07	1,91	1,91	2,13	0,02	2,13	1,56	0,04	2,13	0,02	2,13	1,56	0,04	2,13	0,02	2,13	1,56	0,04	2,13	0,02

Procentowy udział frakcji azotu
 w N-ogólnym
 Percentage content of nitrogen
 fractions in total nitrogen

Procentowa zawartość
 Percentage content

Tab. 2. Współdziałanie azotu, fosforu i siarki w zawartości frakcji azotu w częściach nadziemnych bobiku
Contents of nitrogen, phosphorus and sulphur in nitrogen fractions in overground parts of *Vicia faba* L. ssp. *minor*

Stosowane żywnienie mineralne Mineral nutrition applied	r. 1977				r. 1978				r. 1978					
	Total N-ogól. nitrogen	N-białk. Protein nitrogen	N-NO ₃ N-NO ₃	N-ogól. Total nitrogen	N-białk. Protein nitrogen	N-NO ₃ N-NO ₃	N-ogól. Total nitrogen	N-białk. Protein nitrogen	N-NO ₃ N-NO ₃	N-ogól. Total nitrogen	N-białk. Protein nitrogen	N-NO ₃ N-NO ₃	N-ogól. Total nitrogen	N-białk. Protein nitrogen
N [*]	3,32	2,92	0,01	3,09	2,61	0,01	3,09	2,61	0,01	3,09	0,01	3,09	2,61	0,01
S ₁ P ₁	3,49	3,12	0,09	3,09	2,76	0,09	3,09	2,76	0,09	3,09	0,09	3,09	2,76	0,09
NH ₄	4,71	3,32	0,05	4,28	3,74	0,03	4,28	3,74	0,03	4,28	0,03	4,28	3,74	0,03
N [*]	3,06	2,92	0,01	3,11	2,60	0,01	3,11	2,60	0,01	3,11	0,01	3,11	2,60	0,01
S ₁ P ₂	3,72	3,24	0,11	3,08	2,86	0,07	3,08	2,86	0,07	3,08	0,07	3,08	2,86	0,07
NH ₄	4,52	3,73	0,05	4,33	3,76	0,02	4,33	3,76	0,02	4,33	0,02	4,33	3,76	0,02
N [*]	3,21	3,00	0,01	3,24	2,98	0,01	3,24	2,98	0,01	3,24	0,01	3,24	2,98	0,01
S ₂ P ₁	3,25	3,08	0,05	3,19	2,95	0,01	3,19	2,95	0,01	3,19	0,01	3,19	2,95	0,01
NH ₄	5,06	3,90	0,03	4,38	3,86	0,01	4,38	3,86	0,01	4,38	0,01	4,38	3,86	0,01
N [*]	3,05	3,03	0,01	3,21	2,81	0,01	3,21	2,81	0,01	3,21	0,01	3,21	2,81	0,01
S ₂ P ₂	3,45	3,17	0,05	3,19	2,95	0,01	3,19	2,95	0,01	3,19	0,01	3,19	2,95	0,01
NH ₄	4,84	4,40	0,01	3,57	2,82	0,01	3,57	2,82	0,01	3,57	0,01	3,57	2,82	0,01
N [*]	3,38	3,06	0,03	3,03	2,85	0,01	3,03	2,85	0,01	3,03	0,01	3,03	2,85	0,01
S ₃ P ₁	3,06	2,93	0,08	3,17	2,87	0,03	3,17	2,87	0,03	3,17	0,03	3,17	2,87	0,03
NH ₄	4,97	2,68	0,03	3,64	3,22	0,01	3,64	3,22	0,01	3,64	0,01	3,64	3,22	0,01
N [*]	3,41	3,22	0,01	3,30	3,03	0,01	3,30	3,03	0,01	3,30	0,01	3,30	3,03	0,01
S ₃ P ₂	3,38	3,23	0,06	3,59	3,36	0,03	3,59	3,36	0,03	3,59	0,03	3,59	3,36	0,03
NH ₄	4,42	4,25	0,01	3,67	3,32	0,02	3,67	3,32	0,02	3,67	0,02	3,67	3,32	0,02

* Rośliny korzystające wyłącznie z azotu wiązanego symbiotycznie.

• Plants feeding only with nitrogen assimilated symbiotically.

Tab. 3. Współdziałanie azotu, fosforu i siarki w zawartości rozpuszczalnych węglowodanów w częściach nadziemnych roślin doświadczalnych
 Contents of nitrogen, phosphorus and sulphur in soluble carbohydrates in overground parts of the experimental plants

Stosowane żywienie mineralne Mineral nutrition applied	Procentowa zawartość rozpuszczalnych węglowodanów Percentage content of soluble carbohydrates				Stosunek C rozpuszczalnych węglowodanów do N-niebiałkowego Ratio of soluble carbohydrates to nonprotein nitrogen			
	r. 1977	r. 1978	r. 1977	r. 1978	kukurydza <i>Zea mays</i> L.	bobik <i>Vicia faba</i> L. ssp. <i>minor</i>	kukurydza <i>Zea mays</i> L.	bobik <i>Vicia faba</i> L. ssp. <i>minor</i>
N ₂ S ₁ P ₁ NO ₂ NH ₄	8,60	6,00	7,22	5,25	9	14	76	46
	7,82	6,00	5,08	5,25	20	13	59	59
N ₂ S ₁ P ₂ NO ₂ NH ₄	4,55	3,20	5,62	4,50	29	7	91	62
	10,50	6,90	4,62	4,90	30	12	43	93
N ₂ S ₂ P ₁ NO ₂ NH ₄	10,35	9,00	5,53	5,40	76	50	29	40
	16,50	10,20	7,60	6,40	58	51	152	103
N ₂ S ₂ P ₂ NO ₂ NH ₄	9,25	9,40	5,40	5,20	72	86	134	91
	11,70	10,40	6,39	6,00	44	53	23	48
N ₂ S ₃ P ₁ NO ₂ NH ₄	11,00	8,20	6,68	6,60	72	86	140	70
	12,95	10,10	4,52	5,20	44	53	105	121
N ₂ S ₃ P ₂ NO ₂ NH ₄	7,03	6,00	5,52	5,60	53	53	53	42
	10,70	12,00	6,87	6,00	56	56	90	140
N ₂ S ₃ P ₃ NO ₂ NH ₄	16,05	13,20	5,40	5,40	51	62	103	76
	16,05	13,20	6,05	6,30	84	60	60	63
			7,03	6,00	124	140	155	93
			5,40	6,20	84	99	151	113
			5,84	6,60			129	79

Jedynie w analogiczny sposób, u obu roślin doświadczalnych, wpły-
nęło zróżnicowane żywienie azotowo-fosforowo-siarkowe, na kształtowa-
nie się stosunku C-rozpuszczalnych węglowodanów do N-niebiałkowego
organicznego, a więc na ich wartość odżywcza. Stosunek ten osiągał naj-
wyższe wartości, zarówno u kukurydzy, jak i bobiku, przy stosowaniu
azotu w formie azotanów oraz obfitym nawożeniu siarką, a także przy
wyższej dawce fosforu. Należy jednak zaznaczyć, że wartość stosunku
C-rozpuszczalnych węglowodanów do N-niebiałkowego u kukurydzy ule-
gała bardzo dużym wahaniom, a u roślin bobiku znacznie mniejszym.
Ponadto rośliny bobiku, korzystając wyłącznie z azotu wiążanego sym-
biotycznie, niezależnie od poziomu siarki w podłożu charakteryzowały
się dość wysoką wartością tego stosunku. Niedobór siarki, głównie u ku-
kurydzy, wpływał na wyraźne obniżenie wartości współczynnika C-roz-
puszczalnych węglowodanów do N-niebiałkowego (tab. 3).

DYSKUSJA

Główna przyczyna odmiennej reakcji kukurydzy i bobiku na zróżni-
cowane żywienie azotowo-fosforowo-siarkowe wynikała prawdopodobnie
nie z bardzo różnego metabolizmu azotowego obu roślin. Bobik okazał się
rośliną, u której niezależnie od źródła azotu nie tylko udział N-niebiał-
kowego w N-ogólnym był właściwy (nie dochodził do 30%), ale również
zawartość jonów NO_3^- nie przekraczała stężenia toksycznego, nawet przy
stosowaniu soli azotanowych. Niewątpliwie jest to związane z właści-
wością roślin motylkowych. Rośliny te mają, jak wiadomo, swoisty me-
tabolizm syntez azotowych, w którym wykazują słabą akumulację azo-
tanów (4).

U kukurydzy zaś o właściwym poziomie w biomase białka, a także
azotanów decydowało zarówno żywienie azotowe, jak i siarkowe. Niedo-
bór siarki wpływał tak wyraźnie na zwiększoną akumulację azotanów,
że zawartość N/NO_3 w pędach przekraczała dopuszczalną normę tych
jonów w plonach przeznaczonych do spożycia (9). Zaznaczający się nie-
wielki wpływ zwiększonych dawek fosforu na obniżenie azotanów w bio-
masie kukurydzy wynika niewątpliwie z udziału fosforu w redukcji tych
anionów. Ten dodatni wpływ fosforu na zawartość azotanów w plonach
obserwuje się również u roślin w naturalnych warunkach (2).

Obniżona wartość odżywcza biomasy kukurydzy przy niedoborze
siarki wynikała ponadto ze znacznego wzrostu udziału N-niebiałkowego
w N-ogólnym. Tej wysokiej zawartości azotu niebiałkowego towarzy-
szyla przy tym obniżona koncentracja rozpuszczalnych węglowodanów.
W konsekwencji tego biomasa kukurydzy wyprodukowana w warunkach

niedoboru siarki charakteryzowała się wąskim stosunkiem C-węglowodanów rozpuszczalnych do N-niebiałkowego. Również u roślin bobiku, choć nie w tak istotny sposób, niedobór siarki wpłynął na zawężenie stosunku C-rozpuszczalnych węglowodanów do N-niebiałkowego, a więc na obniżenie wartości odżywczej rośliny (tab. 3). Zatem niewłaściwe proporcje pomiędzy składnikami mineralnymi środowiska odżywczego, które nawet nie wpływały wyraźnie na skład chemiczny masy roślinnej, rzutowały na prawidłowość przebiegu procesów metabolicznych w roślinach bobiku.

Ostateczny więc efekt zakłóconej równowagi pomiędzy składnikami mineralnymi, wynikający głównie z niedoboru siarki, był podobny u obu roślin doświadczalnych. Wyraziło się to obniżoną wartością odżywczą biomasy zarówno kukurydzy, jak i bobiku.

PIŚMIENICTWO

1. Aulalch M. S., Der G., Arora B. R.: Effect of Sulphur Fertilization on the Nitrogen — Sulphur Relationships in Alfalfa (*Medicago sativa* L. Pers.). *Pl. Soil* **45**, 75—80 (1976).
2. Behrens W. U.: Der Einfluss der Phosphorsäure auf den Stoffaustausch junger Haferpflanzen. *Z. Pfl. Ernähr. Bodenk* **56**, 80—90 (1956).
3. Bible B., Chang C.: Content of Thiocyanate Goiterogen in Radishes as Related to Nutrient Concentration and Sulphur Nutrition. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* **100**, 428—431 (1975).
4. Brown J. R., Smith S. E.: Soil Fertilization Nitrate Accumulation in Vegetables. *Agron. J.* **58**, 209—212 (1966).
5. Der G., Saggar S.: Effect of Sulphur Fertilization on the N-S Ratio in Soybean Varieties. *Agron. J.* **66**, 3, 454—456 (1974).
6. Dubois M., Gills K. A., Hamilton J. K., Rebers P. A., Smith F.: Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. *Anal. Chem.* **28**, 3, 350 (1956).
7. Hojjeti S. M.: Amino Acid Patterns of Kidney Beans Grown under Different S and K Regimes. *Agron. J.* **68**, 4, 668—671 (1976).
8. Jasiorowski H.: Wartość białek pasz zielonych w żywieniu przeżuwaczy. *Zesz. Probl. PAN* **59**, 67—68 (1966).
9. Murphy L. S., Smith G. E.: Nitrate Accumulation in Forage Crops. *Agron. J.* **59**, 171—174 (1967).
10. Nowakowski T. Z.: Effects of Nitrogen Fertilizers on Total Nitrogen Soluble Carbohydrate Content of Grass. *J. Agric. Sci.* **59**, 387—392 (1962).
11. Nowakowski T. Z.: Das Kalium und die Qualität landwirtschaftlicher Produkte. *Koll. des Intern. Kali. Inst., Bern* 1964, 63—73.
12. Piotrowski J.: Obserwacje nad wykorzystaniem białka niektórych pasz treściwych przez przeżuwaczy. *Zesz. Probl. PAN* **41**, 73—80 (1963).
13. Raymond W. F., Spedding R. W.: The Effect of Fertilizers on the Nutritive Value and Production of Forages. Ed. the Fertilizer Soc., London 1965.
14. Rendig V. V., McComb E. A.: Effect of Nutritional Stress on Plant Composition. II. Changes in Sugar and Amide Nitrogen Content of Normal

- and Sulphur Deficient Alfalfa during Growth. *Plant and Soil*. **14**, 176—186 (1961).
15. Seidler M.: Wpływ chloru i siarki na zawartość cukrów w niektórych roślinach uprawnych. *Zesz. Nauk WSR Roln.* **5**, 205—212 (1969).
16. Šilar J.: Je potřebně hnojit sirou. *Uroda* **23**, 7, 266—268 (1975).
17. Stauburovik A., Heide O. K.: Protein Content and Amino Acid Spectrum of Finger Millet (*Eleusine coracana* L. Sartn.) as Influenced by Nitrogen and Sulphur Fertilizers. *Pl. Soil*. **41**, 5, 549—571 (1974).
18. Uziak Z., Szymańska M.: Współdziałanie azotu, fosforu i siarki w procesie wykorzystania makroskładników na przykładzie bobiku i kukurydzy. *Pamiętnik Puławski* (przyjęte do druku).

РЕЗЮМЕ

Полученные в результате двухлетних исследований данные свидетельствуют о том, что разные формы азота и дозы серы отчетливо повлияли на содержание азотных соединений и углеводов в ростках кукурузы. В условиях дефицита серы у кукурузы, питаемой нитратным азотом, наблюдалось уменьшение белкового азота по сравнению с общим азотом. Одновременно происходило снижение концентрации растворимых углеводов. Влияние взаимодействия азотно-фосфорного питания на содержание азотных и углеводных соединений в биомассе конских бобов было менее отчетливое. Несмотря на это, влияние примененного разнородного питания на величину отношения углерода растворимых углеводов к небелковому азоту, т.е. на питательную ценность конских бобов, было такое же, как и в случае кукурузы. Это отношение достигало самых высоких величин у обоих растений при применении азотных солей и обильного питания серой.

SUMMARY

The results of the two-year investigations show that differentiated forms of nitrogen and doses of sulphur affected considerably the amount of nitrogen compounds and carbohydrates in the sprouts of *Zea mays* L. A decrease in protein nitrogen and an increase in nitrate nitrogen were observed, in relation to total nitrogen, when sulphur deficiency in *Zea mays* L. was replaced with nitrate nitrogen. A decrease in the concentration of soluble carbohydrates occurred at that time. The effect of nitrogen, sulphur and phosphorus feeding on the amount of nitrogen and carbohydrate compounds in the biomass of *Vicia faba* L. ssp. *minor* was less distinct. In spite of this, the effect of the differentiated feeding on the nutritional value of *Vicia faba* L. ssp. *minor*, taken as a ratio of soluble carbohydrates to nonprotein nitrogen, was similar to that observed in *Zea mays* L. The ration reached the highest values in both plants when nitrates and abundant sulphur feeding were supplied.

