

ZMIANY ZAWARTOŚCI SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH W GLEBIE W UPRAWIE CEBULI NAWOŻONEJ NAWOZAMI AZOTOWYMI

*Grażyna Jurgiel-Malecka, Małgorzata Maciejewska,
Danuta Brzostowska-Żelechowska*

Zakład Chemii Ogólnej i Ekologicznej
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin
e-mail: Grazyna.Jurgiel-Malecka @zut.edu.pl

Streszczenie. Celem pracy była ocena wpływu nawożenia azotowego zastosowanego w uprawie cebuli zwyczajnej (*Allium cepa* L. var. *cepa* Helm.), cebuli piętrowej (*Allium cepa* var. *proliferum* Targioni-Tozzetti) i szalotki (*Allium cepa* L. var. *ascalonicum*) na skład chemiczny gleby. Dwuletnie doświadczenie polowe prowadzono w Warzywniczej Stacji Doświadczalnej w Dołujach. Zastosowano następujące nawozy: mocznik, saletrę amonową i saletrę wapniową w zróżnicowanych dawkach nawożenia azotem (100 i 200 kg N·ha⁻¹). Nawożenie azotem istotnie obniżyło pH gleby. Mocznik i saletra amonowa użyte w dawce 200 kg N·ha⁻¹ przyczyniły się do obniżenia w glebie ilości magnezu, wapnia, potasu i fosforu. Saletra wapniowa zastosowana w tej samej dawce również obniżyła w glebie zawartość magnezu, potasu i fosforu, a podwyższyła poziom wapnia.

Słowa kluczowe: gleba, nawożenie azotowe, cebula, magnez, wapń, potas, fosfor, azot

WSTĘP

Gleba, wskutek działalności gospodarczej człowieka jak również poprzez wiele czynników degradujących środowisko, narażona jest często na zakłócenie naturalnego przebiegu wielu procesów w niej zachodzących (Chodak 2000, Chodak i in. 1995, 2003, Marcinek i in. 1995). Jest to zjawisko o tyle niepokojące, iż zmiana nawet jednego czynnika w środowisku często znacząco wpływa na zależności zachodzące pomiędzy właściwościami fizyko-chemicznymi oraz biologicznymi w glebie. Może to doprowadzić do pogorszenia się zasobności gleb użytkowanych rolniczo, co w konsekwencji wpłynie na niekorzystne zmiany w proporcjach składników pokarmowych pobieranych przez rośliny. Wysokość plonu ro-

ślin, a także jego jakość zależy w dużym stopniu od nawożenia azotem, przy czym decydujący wpływ ma tu wysokość dawki azotu, rodzaj nawozu, termin i sposób zastosowania pod daną roślinę (Stankowski i Piech 1996). Literatura dotycząca nawożenia azotem roślin cebulowych nie daje w pełni odpowiedzi na pytanie jak zróżnicowane nawożenie azotowe zmienia skład chemiczny gleby w uprawie tych roślin.

Celem podjętych badań było określenie wpływu zróżnicowanego nawożenia azotowego zastosowanego w uprawie cebuli zwyczajnej, cebuli piętrowej i szalotki na skład chemiczny gleby.

MATERIAŁ I METODY

Badania oparto na analizie prób gleby z doświadczenia polowego przeprowadzonego w latach 2001-2002 na trzech odmianach botanicznych cebuli. Doświadczenie prowadzono w Warzywniczej Stacji Badawczej w Dołujach (zachodniopomorskie). Gleba, na której założono doświadczenie należała do działu gleb semihydrogenicznych, typu czarnych ziem, podtypu czarnych ziem właściwych. Gleba wytworzyła się z glin średnio głęboko zalegających na utworze ilastym o stosunkowo wysokiej zawartości próchnicy. Odczyn gleby przed założeniem doświadczenia w całym profilu zbliżony był do obojętnego i wynosił pH w H₂O: 7,3 (Mikiciuk 2000). Doświadczenie założono w układzie zrandomizowanych bloków w czterech powtórzeniach na poletkach o powierzchni 2,7 m² (1,8x1,5 m) przy uwzględnieniu następujących czynników:

- I czynnik – rodzaj nawozu azotowego (mocznik, saletra amonowa, saletra wapniowa),
- II czynnik – dawki azotu (100 i 200 kg N·ha⁻¹).

Materiał glebowy pobierano z warstwy ornej dwukrotnie w każdym roku doświadczenia: przed sadzeniem cebul i po zbiorze. Wyniki analiz chemicznych gleby przed posadzeniem cebul ilustruje tabela 1 (analizy wykonała Stacja Chemiczno-Rolnicza w Szczecinie).

W każdym roku badań, dwa dni przed wysadzeniem cebulek, obiekty doświadczenia nawożono jednakowymi dawkami fosforu (80 kg P·ha⁻¹) i potasu (200 kg K·ha⁻¹), a następnie zastosowano zróżnicowane pod względem formy i wielkości jednorazowe dawki azotu. W okresie wegetacji roślin wykonywano standardowe zabiegi pielęgnacyjne nie stosując dodatkowego nawadniania.

Glebę do analiz chemicznych pobierano następnego dnia po zbiorze cebul. Formy przyswajalne pierwiastków oznaczano w wyciągu po ekstrakcji 0,01 molowym kwasem octowym (Nowosielski 1974):

- magnez, potas i wapń – metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej,
- fosfor – metodą Bartona,

- azot mineralny (forma $N-NO_3^- + N-NH_4^+$) – metodą Kjeldahla.

Wyniki badań opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, posługując się półprzedziałem ufności Tukeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Tabela 1. Parametry gleby z warstwy ornej (0-20 cm) przed założeniem doświadczenia

Table 1. Parameters of soil from the arable horizon (0-20 cm) before the experiment

Rok doświadczenia Year of experiment	Zawartość składników Content of elements ($mg \cdot kg^{-1}$)					pH w KCl pH in KCl	Zawartość próchnicy Humus content (%)
	N	P	K	Ca	Mg		
2001	7,75	57,75	59,15	954,9	53,52	6,7	2,16
2002	11,27	66,20	57,04	962,7	58,45	6,9	2,27

WYNIKI I DYSKUSJA

Analizując odczyn gleby na poszczególnych obiektach nawozowych stwierdzono, że gleba w obiektach kontrolnych charakteryzowała się wyższą wartością pH (wyjątek – obiekt, na którym zastosowano saletrę wapniową – II rok doświadczenia – gleba po cebuli pietrowej) (tab. 2). Zastosowane nawozy obniżyły pH gleby, przy czym najmniejsze zmiany spowodowała saletra wapniowa. Porównując z kolei dwie dawki nawożenia azotowego stwierdzić można, że wyższe dawki saletry amonowej i mocznika powodowały większe obniżenie odczynu gleby. Wyniki te potwierdzają badania Donaldsona i in. (1984) z nawożeniem azotowym oraz Kulczyckiego (2006), którzy w swoich doświadczeniach stwierdzili również niższy odczyn gleby na obiektach nawożonych wyższą dawką azotu.

Magnez w glebie

W materiale glebowym pobranym w 2001 roku przed wysadzeniem cebul, zawartość przyswajalnego magnezu wynosiła $53,52 mg \cdot kg^{-1}$, zaś w 2002 roku, również przed wysadzeniem cebul była nieznacznie większa i wynosiła $58,45 mg \cdot kg^{-1}$ (tab. 1). Po zbiorze cebuli zwyczajnej w obydwu latach doświadczenia, a cebuli pietrowej i szalotki w drugim roku odnotowano w obiekcie kontrolnym (bez azotu) mniejsze ilości tego pierwiastka w glebie, zaś po zbiorze szalotki i cebuli pietrowej w pierwszym roku – większe (tab. 3).

Nawożenia azotowe istotnie obniżyło zawartość magnezu w glebie. Podobne zmiany zaobserwowali w swoich badaniach Donaldson i in. (1984) oraz Malhi i in.

(2002). Rodzaj nawozu nie wpływał w sposób ukierunkowany na poziom tego pierwiastka, a istotne różnice odnotowano jedynie na obiektach po cebuli zwyczajnej. Badając wpływ nawozów azotowych (wartości średnie) na kształtowanie się zawartości magnezu, stwierdzono najwięcej tego pierwiastka w glebie po cebuli zwyczajnej i pietrowej na obiektach nawożonych mocznikiem, a w glebie po szalotce na obiektach nawożonych saletrą wapniową. Najmniejsze zaś (średnio) ilości magnezu odnotowano w glebie nawożonej saletrą wapniową (po cebuli zwyczajnej), saletrą amonową (po cebuli pietrowej) a mocznikiem po szalotce. Analizowane odmiany cebul w różnym stopniu pobierały magnez i stąd zasobność gleby w ten makroelement była zmienna. Różnice w pobieraniu przyswajalnych form pierwiastków (w tym magnezu) przez wybrane odmiany innej rośliny cebulowej (czosnku) odnotowały w swoich badaniach Wierzbicka i Majkowska-Gadomska (2005), co potwierdziło się w niniejszej pracy.

Analizując wpływ dawek azotu (100 i $200 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) na poziom magnezu w glebie stwierdzono jednoznacznie, że wyższa dawka nawozu azotowego obniżyła zawartość tego pierwiastka na wszystkich obiektach nawozowych. Jest to ściśle związane ze zwiększonym pobieraniem magnezu przez rośliny nawożone azotem (Wołoszyk i in. 1991, Jurgiel-Małecka i Suchorska-Orłowska 2004). Prowadzi to do zubożenia gleby w ten pierwiastek, co znalazło potwierdzenie w niniejszych badaniach.

Wapń w glebie

Gleba przed założeniem doświadczenia zawierała w pierwszym roku nieznacznie mniej wapnia ($954,9 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) niż gleba pobrana do analiz przed sadzeniem cebul w roku drugim ($962,7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) (tab.1). Niezależnie od zastosowanego nawożenia azotowego, w glebie badanej po zbiorach cebuli zawartość pierwiastka była mniejsza. Zjawisko takie wystąpiło także na obiekcie kontrolnym nawożonym jedynie fosforem i potasem (tab. 4).

W glebie po cebuli zwyczajnej dawka $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ zastosowana w postaci mocznika i saletry amonowej spowodowała wzrost zawartości wapnia (względem obiektu kontrolnego), a dawka $200 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ – spadek. W glebie po cebuli pietrowej i szalotce obie dawki azotu obniżały poziom wapnia, przy czym zawartość pierwiastka malała ze wzrostem dawki. Podobną zależność wykazali w swoich badaniach Donaldson i in. (1984) oraz Malhi i in. (2002). Wynika z tego, że pod wpływem nawożenia większą dawką azotu, wzrastało pobieranie wapnia przez rośliny cebulowe, co zaobserwowali również w swoich pracach: Jurgiel-Małecka (2008) w doświadczeniu z szalotką oraz Kulczycki (2006) z gorczycą i kukurydzą.

Gleba po cebuli zwyczajnej w obiektach nawożonych saletrą wapniową charakteryzowała się (w porównaniu do kontroli) większą zawartością wapnia. W pozostałych obiektach objętych tym samym nawożeniem taką tendencję odnotowano jedynie w drugim roku doświadczenia. Niemniej istotny wzrost wapnia w glebie po wszystkich odmianach cebuli powodowała dopiero dawka $200 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Potas w glebie

Zawartość potasu w glebie przed nawożeniem i wysadzeniem cebul, w 2001 roku wynosiła $59,15 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, a w 2002 roku - $57,04 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab.1).

Gleba badana po zbiorach wszystkich odmian cebuli charakteryzowała się istotnie zmiennymi ilościami potasu wskutek zastosowania różnych rodzajów nawożenia azotowego, przy czym niższa dawka azotu spowodowała wzrost, a wyższa – spadek zawartości tego pierwiastka (tab. 5). Średnio najwięcej potasu stwierdzono w glebie po cebuli zwyczajnej nawożonej mocznikiem, po cebuli piętrowej – saletrą amonową, a po szalotce – saletrą wapniową (wszystkie nawozy zastosowane w dawce $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$). Najmniejsze zaś średnie ilości potasu zawierała gleba po cebuli zwyczajnej nawożona mocznikiem, po cebuli piętrowej – saletrą wapniową, a po szalotce – saletrą amonową (wszystkie nawozy zastosowane w dawce $200 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Zgodne to jest z wynikami pracy Waclawowicza (2008) oraz Cherney'a i in. (2004). Waclawowicz, badając zmiany w siedlisku glebowym wywołane między innymi następczym wpływem nawożenia azotowego stwierdził, że zastosowanie wyższych dawek azotu zmniejsza koncentrację potasu w glebie. Cherney i in. potwierdzili również obniżenie zawartości tego pierwiastka w glebie nawet po pięciu latach od zastosowania wysokich dawek nawożenia azotowego.

Fosfor w glebie

Gleba pobrana do analiz chemicznych przed nawożeniem i wysadzaniem cebul w 2001 roku zawierała $57,75 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, a w 2002 roku $66,20 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ fosforu (tab.1).

Zawartość fosforu w glebie po nawożeniu azotowym była zróżnicowana (tab. 6). Gleba po cebuli zwyczajnej zawierała średnio mniej fosforu niż gleba po pozostałych odmianach botanicznych cebuli. Istotny wpływ rodzaju zastosowanego nawozu azotowego na zawartość tego pierwiastka odnotowano jedynie w przypadku gleby po cebuli piętrowej. W porównaniu do kontroli, mocznik obniżył, saletra amonowa nie spowodowała zmian, a saletra wapniowa podwyższyła zawartość fosforu w glebie. Dla pozostałych odmian cebuli rodzaj nawozu nie wpłynął istotnie na poziom pierwiastka w glebie.

Tabela 2. pH gleby w KCl po uprawie cebuli zwyczajnej, cebuli pietrowej i szalotki
Table 2. Soil pH in KCl after cultivation of onions, top onions and shallot onions

Obiekt nawozowy Fertiliser treatment	Dawka azotu* Nitrogen dose*	Gleba po cebuli zwyczajnej Soil after onions			Gleba po cebuli pietrowej Soil after top onions			Gleba po szalotce Soil after shallot onions		
		Rok doświadczenia Year of experiment			Rok doświadczenia Year of experiment			Rok doświadczenia Year of experiment		
		2001	2002	\bar{X}	2001	2002	\bar{X}	2001	2002	\bar{X}
Kontrola Control	0	6,94	6,91	6,93	6,96	6,67	6,82	6,77	6,76	6,77
Mocznik Urea	100	6,61	6,60	6,61	6,42	6,53	6,48	6,44	6,54	6,49
	200	6,30	6,42	6,36	6,32	6,36	6,34	6,08	6,14	6,11
Saletra amonowa Ammonium nitrate	100	6,74	6,66	6,70	6,82	6,55	6,69	6,88	6,51	6,70
	200	6,11	6,03	6,07	6,26	6,08	6,17	6,16	5,85	6,01
Saletra wapniowa Calcium nitrate	100	6,61	6,82	6,72	6,74	6,73	6,74	6,87	6,70	6,79
	200	6,78	6,79	6,79	6,86	6,65	6,76	6,47	6,60	6,54
Wpływ rodzaju nawozów – Effect of fertilisers										
Kontrola Control		6,94	6,91	6,93	6,96	6,67	6,82	6,77	6,76	6,77
Mocznik Urea		6,46	6,51	6,49	6,37	6,45	6,41	6,26	6,34	6,30
Saletra amonowa Ammonium nitrate		6,43	6,35	6,39	6,54	6,32	6,43	6,52	6,18	6,35
Saletra wapniowa Calcium nitrate		6,70	6,81	6,76	6,80	6,69	6,75	6,67	6,65	6,66
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		0,19			0,25			0,36		
Wpływ dawki azotu – Effect of nitrogen dose										
	0	6,94	6,91	6,93	6,96	6,67	6,82	6,77	6,76	6,77
	100	6,65	6,69	6,67	6,66	6,60	6,63	6,73	6,58	6,66
	200	6,40	6,41	6,41	6,48	6,36	6,42	6,24	6,20	6,22
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		0,12			0,16			0,23		
*(kg N·ha ⁻¹)		\bar{X} – średnia – mean			r.n. – różnica nieistotna – n.s. – not significant.					

Tabela 3. Zawartość magnezu w glebie po uprawie cebuli zwyczajnej, cebuli pietrowej i szalotki ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)
Table 3. Magnesium content in the soil after cultivation of onions, top onions and shallot onions ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Obiekt nawozowy Fertiliser treatment	Dawka azotu* Nitrogen dose*	Gleba po cebuli zwyczajnej Soil after onions			Gleba po cebuli pietrowej Soil after top onions			Gleba po szalotce Soil after shallot onions		
		Rok doświadczenia Year of experiment			Rok doświadczenia Year of experiment			Rok doświadczenia Year of experiment		
		2001	2002	\bar{x}	2001	2002	\bar{x}	2001	2002	\bar{x}
Kontrola Control	0	52,23	53,04	52,64	68,30	53,72	61,01	58,36	56,32	57,34
Mocznik Urea	100	59,43	42,43	50,93	52,23	50,65	51,44	50,92	43,28	47,10
	200	50,18	38,12	44,15	43,17	47,89	45,53	39,73	42,98	41,36
Saletra amonowa Ammonium nitrate	100	54,56	41,28	47,92	44,36	51,16	47,76	55,95	44,74	50,35
	200	50,22	35,58	42,90	36,00	41,09	38,55	44,34	35,91	40,13
Saletra wapniowa Calcium nitrate	100	48,84	36,59	42,72	53,79	43,26	48,53	52,01	51,38	51,70
	200	46,98	35,79	41,39	41,44	39,56	40,50	40,47	47,09	43,78
Wpływ rodzaju nawozów – Effect of fertilisers										
Kontrola – Control		52,23	53,04	52,64	68,30	53,72	61,01	58,36	56,32	57,34
Mocznik – Urea		54,81	40,28	47,55	47,70	49,27	48,49	45,33	43,13	44,23
Saletra amonowa Ammonium nitrate		52,39	38,43	45,41	40,18	46,13	43,15	50,15	40,33	45,24
Saletra wapniowa Calcium nitrate		47,91	36,19	42,05	47,62	41,41	44,52	46,24	49,24	47,74
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		3,45			r.n. – n.s.			r.n. – n.s.		
Wpływ dawki azotu – Effect of nitrogen dose										
0		52,23	53,04	52,64	68,30	53,72	61,01	58,36	56,32	57,34
100		54,28	40,10	47,19	50,12	48,36	49,24	52,96	46,47	49,72
200		49,13	36,50	42,82	40,20	42,85	41,53	41,51	41,99	41,75
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		2,23			6,81			7,51		
*($\text{kg}\cdot\text{N}\cdot\text{ha}^{-1}$)		\bar{x} – średnia – mean			r.n. – różnica nieistotna – n.s. – not significant.					

Tabela 4. Zawartość wapnia w glebie po uprawie cebuli zwyczajnej, cebuli pietrowej i szalotki ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)
Table 4. Calcium content in the soil after cultivation of onions, top onions and shallot onions ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Obiekt nawozowy Fertiliser treatment	Dawka azotu* Nitrogen dose*	Gleba po cebuli zwyczajnej Soil after onions			Gleba po cebuli pietrowej Soil after top onions			Gleba po szalotce Soil after shallot onions		
		Rok doświadczenia Year of experiment			Rok doświadczenia Year of experiment			Rok doświadczenia Year of experiment		
		2001	2002	\bar{x}	2001	2002	\bar{x}	2001	2002	\bar{x}
Kontrola Control	0	635,3	652,3	643,8	714,9	724,1	719,5	713,2	690,7	701,9
Mocznik Urea	100	750,7	680,4	715,6	686,5	677,9	682,2	643,9	666,8	655,4
	200	630,1	544,9	587,5	586,3	668,0	627,2	502,1	567,4	534,8
Saletra amonowa Ammonium nitrate	100	725,9	712,0	718,9	662,9	737,8	700,4	716,9	745,1	731,0
	200	614,8	576,4	595,6	569,7	624,3	597,0	524,4	599,7	562,1
Wpływ rodzaju nawozów – Effect of fertilisers										
Kontrola – Control		635,3	652,3	643,8	714,9	724,1	719,5	713,2	690,7	701,9
Mocznik – Urea		690,4	612,7	651,6	636,4	673,0	654,7	573,0	617,1	595,1
Saletra amonowa Ammonium nitrate		670,4	644,2	657,3	616,3	681,1	648,7	620,7	672,4	646,6
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		r.n. – n.s.			r.n. – n.s.			41,8		
Wpływ dawki azotu – Effect of nitrogen dose										
0		635,3	652,3	643,8	714,9	724,1	719,5	713,2	690,7	701,9
100		738,3	696,2	717,3	674,7	707,9	691,3	680,4	705,9	693,2
200		622,5	560,7	591,6	578,0	646,2	612,1	513,3	583,6	548,5
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		50,9			65,5			41,8		
Wpływ saletry wapniowej – Effect of calcium nitrate										
0		635,3	652,3	643,8	714,9	724,1	719,5	713,2	690,7	701,9
100		641,7	674,5	658,1	613,6	731,2	672,4	616,4	732,7	674,6
200		671,9	728,3	700,1	826,3	786,3	806,3	792,3	761,7	777,0
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		67,6								

*($\text{kg}\cdot\text{N}\cdot\text{ha}^{-1}$)

\bar{x} – średnia – mean

r.n. – różnica nieistotna – n.s. – not significant.

Tabela 5. Zawartość potasu w glebie po uprawie cebuli zwyczajnej, cebuli pietrowej i szalotki ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)
Table 5. Potassium content in the soil after cultivation of onions, top onions and shallot onions ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Obiekt nawozowy Fertiliser treatment	Dawka azotu* Nitrogen dose*	Gleba po cebuli zwyczajnej Soil after onions			Gleba po cebuli pietrowej Soil after top onions			Gleba po szalotce Soil after shallot onions		
		Rok doświadczenia Year of experiment			Rok doświadczenia Year of experiment			Rok doświadczenia Year of experiment		
		2001	2002	\bar{x}	2001	2002	\bar{x}	2001	2002	\bar{x}
Kontrola Control	0	158,9	140,6	149,8	137,6	143,3	140,5	131,7	212,5	172,1
Mocznik Urea	100	219,7	208,8	214,3	157,7	187,6	172,7	138,8	184,9	161,9
	200	82,0	135,1	108,6	139,9	126,9	133,4	109,0	171,5	140,3
Saletra amonowa Ammonium nitrate	100	130,0	140,8	135,4	201,8	176,7	189,3	165,4	168,0	166,7
	200	108,9	108,5	108,7	153,8	122,7	138,3	95,9	146,0	121,0
Saletra wapniowa Calcium nitrate	100	167,3	157,2	162,3	105,8	143,5	124,7	185,3	224,9	205,1
	200	131,7	140,5	136,1	84,3	92,8	88,6	137,6	195,5	166,6
Wpływ rodzaju nawozów – Effect of fertilisers										
Kontrola – Control		158,9	140,6	149,8	137,6	143,3	140,5	131,7	212,5	172,1
Mocznik – Urea		150,9	172,0	161,5	148,8	157,3	153,1	123,9	178,2	151,1
Saletra amonowa Ammonium nitrate		119,5	124,7	122,1	177,8	149,7	163,8	130,7	157,0	143,9
Saletra wapniowa Calcium nitrate		149,5	148,9	149,2	95,1	118,2	106,7	161,5	210,2	185,9
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		38,4			46,8			34,9		
Wpływ dawki azotu – Effect of nitrogen dose										
0		158,9	140,6	149,8	137,6	143,3	140,5	131,7	212,5	172,1
100		172,3	168,9	170,6	155,1	169,3	162,2	163,2	192,6	177,9
200		107,5	128,0	117,8	126,0	114,1	120,1	114,2	171,0	142,6
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		24,8			30,3			22,6		

*($\text{kg}\cdot\text{N}\cdot\text{ha}^{-1}$) \bar{x} – średnia – mean

r.n. – różnica nieistotna – n.s. – not significant.

Tabela 6. Zawartość fosforu w glebie po uprawie cebuli zwyczajnej, cebuli pietrowej i szalotki ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)
Table 6. Phosphorus content in the soil after cultivation of onions, top onions and shallot onions ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Obiekt nawozowy Fertiliser treatment	Dawka azotu* Nitrogen dose*	Gleba po cebuli zwyczajnej Soil after onions			Gleba po cebuli pietrowej Soil after top onions			Gleba po szalotce Soil after shallot onions		
		Rok doświadczenia Year of experiment			Rok doświadczenia Year of experiment			Rok doświadczenia Year of experiment		
		2001	2002	\bar{x}	2001	2002	\bar{x}	2001	2002	\bar{x}
Kontrola Control	0	118,2	107,8	113,0	114,6	130,7	122,7	128,8	131,6	130,2
Mocznik Urea	100	137,7	107,1	122,4	118,3	132,2	125,3	129,3	136,3	132,8
	200	118,2	101,7	109,9	98,0	124,0	111,0	122,7	130,6	126,7
Saletra amonowa Ammonium nitrate	100	124,7	103,2	114,0	116,8	137,4	127,1	122,1	138,3	130,2
	200	94,7	91,8	93,3	104,2	134,8	119,5	112,6	131,1	121,9
Saletra wapniowa Calcium nitrate	100	138,7	111,3	125,0	137,6	153,0	145,3	142,4	145,2	143,8
	200	102,4	106,9	104,7	137,6	150,1	143,9	115,7	131,9	123,8
Wpływ rodzaju nawozów – Effect of fertilisers										
Kontrola – Control		118,2	107,8	113,0	114,6	130,7	122,7	128,8	131,6	130,2
Mocznik – Urea		128,0	104,4	116,2	108,2	128,1	118,2	126,0	133,5	129,8
Saletra amonowa Ammonium nitrate		109,7	97,5	103,6	110,5	136,1	123,3	117,4	134,7	126,1
Saletra wapniowa Calcium nitrate		120,6	109,1	114,9	137,6	151,6	144,6	129,1	138,6	133,8
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		r.n. – n.s.			11,8			r.n. – n.s.		
Wpływ dawki azotu – Effect of nitrogen dose										
0		118,2	107,8	113,0	114,6	130,7	122,7	128,8	131,6	130,2
100		133,7	107,2	120,5	124,2	140,9	132,6	131,3	139,9	135,6
200		105,1	100,1	102,6	113,3	136,3	124,8	117,0	131,2	124,1
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		14,6			7,6			6,7		
*($\text{kg}\cdot\text{N}\cdot\text{ha}^{-1}$)		\bar{x} – średnia – mean			r.n. – różnica nieistotna – n.s. – not significant.					

Tabela 7. Zawartość azotu w glebie po uprawie cebuli zwyczajnej, cebuli pietrowej i szalotki ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)
Table 7. Nitrogen content in the soil after cultivation of onions, top onions and shallot onions ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Obiekt nawozowy Fertiliser treatment	Dawka azotu* Nitrogen dose*	Gleba po cebuli zwyczajnej Soil after onions			Gleba po cebuli pietrowej Soil after top onions			Gleba po szalotce Soil after shallot onions		
		Rok doświadczenia Year of experiment			Rok doświadczenia Year of experiment			Rok doświadczenia Year of experiment		
		2001	2002	\bar{x}	2001	2002	\bar{x}	2001	2002	\bar{x}
Kontrola Control	0	7,32	12,10	9,71	7,38	13,47	10,43	11,61	10,88	11,25
Mocznik Urea	100	2,49	9,89	6,19	6,30	18,16	12,23	7,31	8,71	8,01
	200	6,35	12,58	9,47	9,10	23,01	16,06	13,04	13,55	13,30
Saletra amonowa Ammonium nitrate	100	4,85	5,33	5,09	7,33	18,16	12,75	5,82	8,70	7,26
	200	10,73	12,0	11,37	8,26	24,76	16,51	11,05	9,98	10,52
Saletra wapniowa Calcium nitrate	100	4,27	7,52	5,90	8,02	22,10	15,06	5,69	10,14	7,92
	200	8,83	8,55	8,69	8,35	25,43	16,89	6,34	14,79	10,57
Wpływ rodzaju nawozów – Effect of fertilizers										
Kontrola – Control		7,32	12,10	9,71	7,38	13,47	10,43	11,61	10,88	11,25
Mocznik – Urea		4,42	11,24	7,83	7,70	20,59	14,15	10,18	11,13	10,66
Saletra amonowa Ammonium nitrate		7,79	8,67	8,23	7,80	21,46	14,63	8,44	9,34	8,89
Saletra wapniowa Calcium nitrate		6,55	8,04	7,30	8,19	23,76	15,98	6,02	12,47	9,25
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		r.n. – n.s.			r.n. – n.s.			r.n. – n.s.		
Wpływ dawki azotu – Effect of nitrogen dose										
	0	7,32	12,10	9,71	7,38	13,47	10,43	11,61	10,88	11,25
	100	3,87	7,58	5,73	7,22	19,47	13,35	6,27	9,18	7,73
	200	8,64	11,04	9,84	8,57	24,40	16,49	10,14	12,77	11,46
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		3,32			2,59			3,54		

*($\text{kg}\cdot\text{N}\cdot\text{ha}^{-1}$) \bar{x} – średnia – mean

r.n. – różnica nieistotna – n.s. – not significant.

W przypadku dawek azotu (100 i 200 kg N·ha⁻¹) stwierdzono istotne obniżenie zawartości fosforu w glebie nawożonej dawką większą. Zgodne to jest z wynikami prac wielu autorów. Koper i Lemanowicz (2007) w swoim doświadczeniu ze zróżnicowanym nawożeniem azotowym w postaci saletry amonowej wykazali, że wyższa dawka azotu prowadziła do spadku fosforu w glebie. Waclawowicz (2008) natomiast stwierdził, iż nawożenie azotem w każdej dawce (45, 90, 135 i 180 kg N·ha⁻¹) spowodowało redukcję zawartości fosforu w glebie w porównaniu do poletek nie nawożonych azotem. Również Rumasz-Rudnicka i in. (2009) badając wpływ nawadniania kropkowego i nawożenia azotem maliny stwierdzili, iż nawożenie azotem w dawce 120 kg N·ha⁻¹ spowodowało obniżenie fosforu w glebie.

Azot w glebie

Badając zawartość azotu w glebie po uprawie wszystkich odmian botanicznych cebuli, stwierdzono, że w większości obiektów doświadczalnych gleba z drugiego roku doświadczenia zawierała większe ilości tego pierwiastka, niż gleba z roku pierwszego (tab. 7). Wyjątek stanowiła gleba po szalotce z obiektu kontrolnego (bez azotu) i z obiektu nawożonego saletrą amonową w dawce 200 kg N·ha⁻¹. Analizując wpływ poszczególnych nawozów azotowych stwierdzono, że rodzaj nawozu nie wpłynął w sposób istotny na poziom azotu w glebie.

Wpływ dawki azotu był istotnie zróżnicowany. Gleba po cebuli pietrowej na wszystkich obiektach nawożonych dawką 100 i 200 kg N·ha⁻¹ zawierała większe ilości tego pierwiastka w porównaniu do obiektu kontrolnego. Gleba po cebuli zwyczajnej i szalotce nawożona dawką 100 kg N·ha⁻¹ zawierała istotnie mniej, a nawożona dawką 200 kg N·ha⁻¹ – nieznacznie więcej azotu, niż gleba z obiektu kontrolnego. Wzrost zawartości azotu w glebie nawożonej wyższymi dawkami nawozów azotowych potwierdziły badania m.in. Waclawowicza (2008), Rumasz-Rudnickiej i in. (2009).

WNIOSKI

1. Zastosowane nawozy (mocznik, saletra amonowa, saletra wapniowa) obniżyły wartość pH gleby, przy czym poziom zmian zależał istotnie od zastosowanej dawki azotu i rodzaju nawozu. Najmniejsze zmiany pH powodowała saletra wapniowa.

2. Gleba z obiektów nawożonych dawką 200 kg N·ha⁻¹ charakteryzowała się dla każdej odmiany botanicznej cebuli wyższym poziomem azotu mineralnego niż gleba z obiektów nawożonych dawką 100 kg N·ha⁻¹.

3. Mocznik i saletra amonowa zastosowane w dawce $200 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ spowodowały (w porównaniu z obiektem kontrolnym) na wszystkich obiektach zmniejszenie ilości magnezu, wapnia, potasu i fosforu.

4. Saletra wapniowa użyta w dawce $200 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ obniżyła w glebie zawartość magnezu, potasu i na większości obiektów – fosforu, a podwyższyła poziom wapnia.

PIŚMIENNICTWO

- Cherney J. H., Ketterings Q. M., Orloski J.L., 2004. Plant and soil elemental status as influenced by Multi-year Nitrogen and potassium fertilization. *Jour. of Plant Nutr.*, 21 (6), 991-1014.
- Chodak T., 2000. Proces eluwalny jako czynnik degradujący środowisko glebowe. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Ser. Monografie*, 398 (91).
- Chodak T., Gałka B., Giszczak M., 2003. Właściwości gleb intensywnie użytkowanych w doświadczeniu polowym. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 493, 351-358.
- Chodak T., Szerszeń L., Bogda A., 1995. Zmiany w składzie mineralogicznym gleb objętych niektórymi czynnikami degradującymi. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 418, 535-541.
- Donaldson C. H., Rootman G., Grossman D., 1984. Long term nitrogen and phosphorus application to veld. *Jour. Of the Grass. Soc. Of South. Africa.*, 1 (2), 27-32.
- Jurgiel-Małecka G., 2008. Wpływ nawożenia azotem na wielkość i jakość plonu szalotki. *Nowości Warzywnicze*, 47, 53-61.
- Jurgiel-Małecka G., Suchorska-Orłowska J., 2004. Wpływ nawożenia azotowego na zawartość magnezu w plonie cebul szalotki. *Journal of Element*, 9 (3), 229-235.
- Koper J., Lemanowicz J., 2007. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na zmiany zawartości fosforu w glebie i roślinie. *Proceedings of ECOpole, Vol. 1, NO ½*, 153-157.
- Kulczycki G., 2006. Wpływ zróżnicowanego nawożenia potasem i azotem na plon roślin oraz właściwości gleby średniej. *Zesz. Nauk. Uniw. Przyr. We Wrocławiu*, 546, 221-228.
- Malhi S.S., Harapiak J.T., Gill K.S., Flore N., 2002. Long-Term N Rates and subsequent lime application effects on macroelements concentration in soil and in bromegrass hay. *J. of Sustain. Agric.*, 21 (1), 79-97.
- Marcinek J., Komisarek J., Kaźmierowski C., 1995. Degradacja fizyczna gleb płowych i czarnych ziem intensywnie użytkowanych rolniczo w Wielkopolsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 418, 141-147.
- Mikiciuk G., 2000. Przynależność systematyczna oraz właściwości fizykochemiczne gleb występujących w obrębie Stacji Doświadczalnej w Dołujach. *Folia Univ. Agric. Stetin., Agric.*, 209, 99-112.
- Nowosielski O., 1974. Metody oznaczania potrzeb nawożenia. PWR i L Warszawa.
- Rumasz-Rudnicka E., Koszański Z., Korybut Woroniecki T., 2009. Zmiany właściwości chemicznych gleby lekkiej pod wpływem nawadniania kropłowego i nawożenia azotem maliny. *Acta Agrophysica*, 14(1), 177-185.
- Stankowski S., Piech M., 1996. Wpływ terminu i dawki nawożenia azotem na plonowanie i jakość ziarna odmian pszenżyta ozimego. Cz. II. Jakość ziarna, *Biul. IHAR*, 197, 53-62.
- Wacławowicz R., 2008. Zmiany w siedlisku glebowym wywołane następczym wpływem nawożenia organicznego i azotowego. *Probl. Inż. Roln.*, 2, 69-79.

- Wierzbicka B., Majakowska-Gadomska J., 2005. Zawartość składników organicznych i mineralnych w główkach wybranych odmian czosnku (*Allium sativum* L.). Zesz. Nauk. Akad. Roln., Wrocław, 515, 559-563.
- Wołoszyk Cz., Nowak W., Krzywy E., 1991. Zawartość składników mineralnych oraz ich proporcje jonowe w trawach w zależności od zróżnicowanego nawożenia azotem i potasem. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, 34(262), 53-59.

CHANGES IN NUTRIENT CONTENT IN SOIL UNDER CULTIVATION OF ONIONS FERTILISED WITH NITROGEN FERTILISERS

*Grażyna Jurgiel-Malecka, Małgorzata Maciejewska,
Danuta Brzostowska-Żelechowska*

Department of General and Ecological Chemistry
West Pomeranian University of Technology
ul. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin
e-mail: Grażyna.Jurgiel-Malecka @zut.edu.pl

Abstract. The aim of this study was to assess the influence of nitrogen fertilisation used to grow common onion (*Allium cepa* L. var. *cepa* Helm.), top onion (*Allium cepa* var. *proliferum* Targioni-Tozzetti) and shallot onion (*Allium cepa* L. var. *ascalonicum*) on the chemical composition of soil. Two-year field experiment was conducted at the Vegetable Experimental Station in Dołuje. Urea, ammonium nitrate and calcium nitrate were applied at two different nitrogen doses (100 and 200 kg N ha⁻¹). Nitrogen fertilisation significantly reduced the soil pH. Urea and ammonium nitrate used at the dose of 200 kg contributed to a reduction in soil magnesium, calcium, potassium and phosphorus levels. Calcium nitrate applied at the same dose also reduced the level of magnesium, potassium and phosphorus in the soil, and an increase in the level of calcium.

Keywords: soil, nitrogen fertilisation, onions, magnesium, calcium, potassium, phosphorus, nitrogen