

Barbara HERMAN<sup>1</sup>, Robert BICZAK<sup>1</sup> i Piotr RYCHTER<sup>1</sup>

## ZMIANY SKŁADU MINERALNEGO I PŁONOWANIA PORA POD WPŁYWEM NAWOŻENIA AZOTEM, FOSFOREM I POTASEM\*

### MINERAL COMPOSITION AND YIELD OF LEEK UNDER THE INFLUENCE OF NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM FERTILIZATION

**Abstrakt:** W przeprowadzonym doświadczeniu wazonowym przebadano wpływ nawożenia azotem (25, 50, 75, 100, 150 mg · kg<sup>-1</sup> gleby), fosforem (20, 50, 75, 100 mg · kg<sup>-1</sup> gleby), potasem (30, 75, 100, 150 mg · kg<sup>-1</sup> gleby) i łącznego nawożenia tymi składnikami (NPK) na plon suchej masy pora (*Allium porrum* L.) oraz zawartość składników mineralnych (N-ogółem, fosforu, potasu, wapnia i magnezu). Zastosowane kombinacje nawozowe prowadziły do zwiększenia plonu suchej masy pora, największy wzrost plonu wystąpił pod wpływem łącznego nawożenia azotem, fosforem i potasem (NPK). Zastosowane w doświadczeniu nawożenia w sposób istotny wpłynęły także na skład mineralny liści pora. Badania wykazały ponadto, że optymalne dawki nawożenia ze względu na zawartość składników mineralnych różnią się od dawek optymalnych ze względu na plon.

**Słowa kluczowe:** nawożenie mineralne, por, plon, skład mineralny roślin

Warzywa i owoce odgrywają ważną rolę w odżywianiu ludzi, są niskokaloryczne i jednocześnie są źródłem cennych dla zdrowia składników odżywczych, takich jak witaminy i składniki mineralne, które muszą być dostarczane do organizmu z pożywieniem [1-3]. Wzrost konsumpcji warzyw i owoców prowadzi do redukcji zachorowań, dlatego też są one ważnym składnikiem diet [4-8]. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) zaleca spożywanie warzyw i owoców w ilości co najmniej 400 g dziennie [8].

Por jest ważnym handlowo warzywem intensywnie uprawianym w Europie. W Unii Europejskiej powierzchnia uprawy pora wynosi około 30 tysięcy hektarów, w tym w samej Polsce około 6-7 tysięcy. Por jest cennym warzywem o wysokiej wartości odżywczej oraz dużych walorach smakowych i dietetycznych. W świeżej masie zawiera: 5,0-11,2% węglowodanów, 1,6-2,2% białka, 1,0-3,2% błonnika pokarmowego, witaminę C, witaminy grupy B oraz wiele składników mineralnych, takich jak: potas, wapń, magnez [9, 10].

W celu uzyskania wysokich plonów warzyw stosuje się różne zabiegi agrotechniczne, w tym nawożenie mineralne [11-15]. Nawożenie mineralne, podnosząc plon, może jednocześnie prowadzić do zmiany jakości warzyw [12-14, 16-18], w tym do zmiany zawartości składników mineralnych [15, 19-22].

Celem prezentowanej pracy było określenie wpływu wzrastających dawek azotu, fosforu i potasu oraz zróżnicowanych poziomów łącznego nawożenia tymi składnikami (NPK) na plon suchej masy i skład mineralny liści pora (zawartość N-ogółem, fosforu, potasu, wapnia i magnezu) oraz wyznaczenie optymalnych dawek nawożeń ze względu na plon i zawartość składników mineralnych.

<sup>1</sup> Katedra Biochemii i Technologii Bioproduktów, Instytut Chemii, Ochrony Środowiska i Biotechnologii, Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie, al. Armii Krajowej 13/15, 42-200 Częstochowa, tel. 34 361 51 54, fax 34 366 53 22, email: b.herman@ajd.czyst.pl, r.biczak@ajd.czyst.pl, p.rychter@ajd.czyst.pl

\*Praca była prezentowana podczas konferencji ECOpole'12, Zakopane, 10-13.10.2012

## Metodyka badań

Trzyletnie doświadczenia z porum (*Allium porrum* L.) odmiany Alaska przeprowadzono w wazonach plastikowych o powierzchni 0,15 m<sup>2</sup> napełnionych 10 kg gleby (piasek gliniasty mocny - pgm) o zawartości próchnicy 1,2% i pH (KCl) 6,8. Wyjściowa zasobność podłoża w składniki mineralne (próba kontrolna N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>) wynosiła: 12 mg N, 52 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60 mg K<sub>2</sub>O i 76 mg MgO na 1 kg gleby. Rośliny pora uprawiane były z rozsady wyprodukowanej na rozsadniku i sadzonej w fazie 3-4 liści (4 rośliny na wazon), w okresie uprawy utrzymywano stałą wilgotność podłoża, na poziomie 70% połowej pojemności wodnej.

Nawożenie fosforem (NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O) oraz potasem (KCl) przeprowadzono jednorazowo, przedwegetacyjnie w końcu kwietnia, natomiast nawożenie azotem (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) w dwóch dawkach, pierwszą przedwegetacyjnie w końcu kwietnia, drugą zaś pogłównie w końcu czerwca. Zastosowane w eksperymencie dawki nawożenia azotem, fosforem i potasem oraz łącznego nawożenia NPK podano w tabeli 1.

Tabela 1

Dawki nawożenia mineralnego [mg · kg<sup>-1</sup> gleby]

Table 1

Doses of mineral fertilization [mg · kg<sup>-1</sup> soil]

Zastosowane nawożenie		I termin nawożenia			II termin nawożenia		
		N	P	K	N	P	K
Próba kontrolna	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	-	-	-	-	-	-
Nawożenie azotem	N <sub>20</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	10	-	-	10	-	-
	N <sub>50</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	25	-	-	25	-	-
	N <sub>75</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	37,5	-	-	37,5	-	-
	N <sub>100</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	50	-	-	50	-	-
	N <sub>150</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	75	-	-	75	-	-
Nawożenie fosforem	N <sub>0</sub> P <sub>20</sub> K <sub>0</sub>	-	20	-	-	-	-
	N <sub>0</sub> P <sub>50</sub> K <sub>0</sub>	-	50	-	-	-	-
	N <sub>0</sub> P <sub>75</sub> K <sub>0</sub>	-	75	-	-	-	-
	N <sub>0</sub> P <sub>100</sub> K <sub>0</sub>	-	100	-	-	-	-
Nawożenie potasem	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>30</sub>	-	-	30	-	-	-
	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>75</sub>	-	-	75	-	-	-
	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>100</sub>	-	-	100	-	-	-
	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>150</sub>	-	-	150	-	-	-
Nawożenie azotem, fosforem i potasem	N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>30</sub>	10	20	30	10	-	-
	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>75</sub>	25	50	75	25	-	-
	N <sub>75</sub> P <sub>75</sub> K <sub>100</sub>	37,5	75	100	37,5	-	-
	N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>150</sub>	50	100	150	50	-	-

Pełnego nawożenia NPK dokonano w stosunku zbliżonym lub równym 2:2:3, zalecanym w uprawach pora.

Każde z czterech doświadczeń zostało założone metodą kompletnej randomizacji w pięciu powtórzeniach i obejmowało łącznie z kontrolą 6 obiektów w przypadku nawożenia azotem oraz po 5 obiektów w pozostałych rodzajach nawożeń. Łączna liczba roślin badanych w jednym obiekcie wynosiła 20 sztuk.

Skład mineralny liści pora oznaczono w wysuszonych próbkach materiału roślinnego pobranych przy zbiorze warzyw w końcu września, wyniki podano w g · kg<sup>-1</sup> suchej masy

roślin. Poziom N-ogólnego i fosforu oznaczono na autoanalizatorze II firmy „Bran+Luebbe” po mineralizacji materiału roślinnego w bloku mineralizacyjnym Kjeldatherm KB 20 firmy „Gerard”. Zawartość potasu, wapnia i magnezu oznaczono na spektrofotometrze absorpcji atomowej AAS Spektra 400 firmy „Varian” po mineralizacji próbek roślinnych w mineralizatorze mikrofalowym firmy „CEM-MDS 2000”. W czasie zbioru oznaczono ponadto plon suchej masy [g s.m. wazon<sup>-1</sup>].

Na podstawie uzyskanych wyników określono zależności pomiędzy plonem suchej masy pora i poziomem składników mineralnych (N, P, K, Ca i Mg) a wielkością dawki nawożenia -  $x$  (N, P, K, NPK). Do opisu zależności zastosowano funkcję wielomianową 2<sup>o</sup> o ogólnej postaci:  $y = a + bx + cx^2$ , a dawki optymalne obliczono z zależności:  $x_{opt} = -b/2c$ .

Ocenę istotności otrzymanych wyników przeprowadzono, wykorzystując analizę wariancji (test F Fishera-Snedecora), a wartości NIR<sub>0,05</sub> obliczono testem Tukeya.

## Wyniki badań

Przeprowadzone badania wykazały znaczne zmiany plonu suchej masy pora pod wpływem nawożenia azotem, fosforem i potasem oraz łącznego nawożenia NPK. Zastosowane kombinacje nawozowe, z wyjątkiem nawożenia potasem w najwyższej dawce (N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>150</sub>), prowadziły do zwiększenia plonu suchej masy, przy czym odnotowane zmiany w dużym stopniu uzależnione były od rodzaju nawożenia i wielkości dawki (tab. 2, rys. 1).

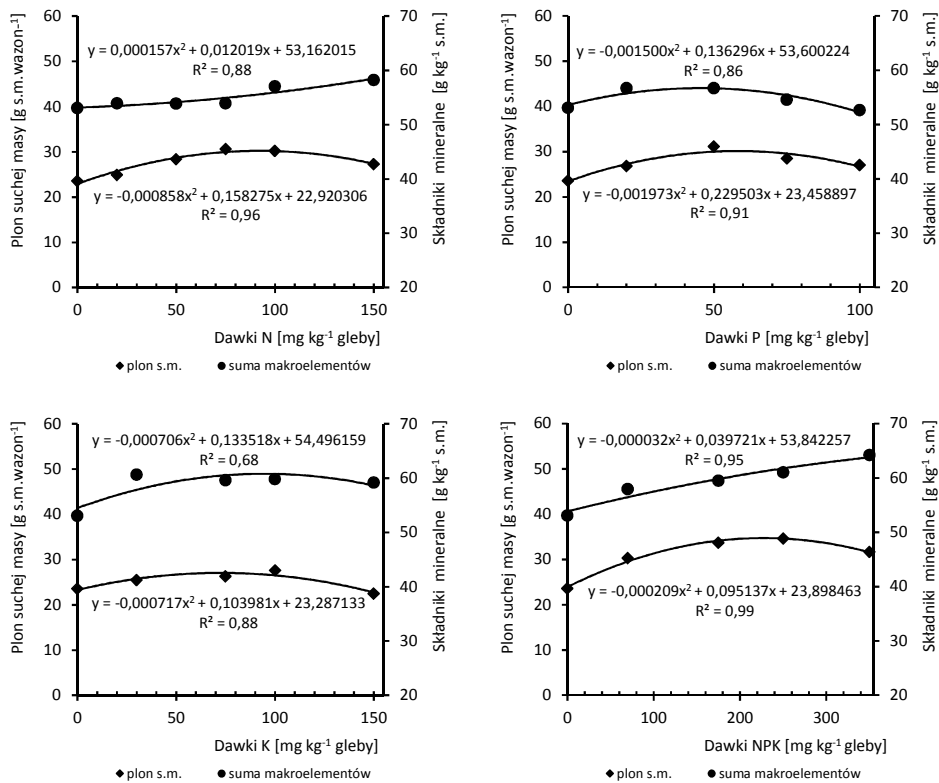
Tabela 2  
Wpływ nawożenia azotem, fosforem i potasem oraz pełnego nawożenia NPK na plon suchej masy pora

Table 2

Effect of nitrogen, phosphorus, potassium and NPK fertilization on dry matter yield of leek

Zastosowane nawożenie	Plon suchej masy [g s.m. wazon <sup>-1</sup> ]			
	I rok badań	II rok badań	III rok badań	średnia
Próba kontrolna				
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	22,79	27,43	20,44	23,55
Nawożenie azotem				
N <sub>20</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	24,96	28,35	21,37	24,89
N <sub>50</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	27,90	32,89	24,18	28,32
N <sub>75</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	31,40	34,69	25,83	30,64
N <sub>100</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	30,87	32,80	26,98	30,22
N <sub>150</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	26,99	28,41	26,26	27,22
średnia	28,42	31,43	24,92	28,26
NIR <sub>0,05</sub>	dla lat - 2,43 dla poziomów nawożenia - 1,72			
Nawożenie fosforem				
N <sub>0</sub> P <sub>20</sub> K <sub>0</sub>	25,78	29,20	25,39	26,79
N <sub>0</sub> P <sub>50</sub> K <sub>0</sub>	29,97	32,15	31,22	31,11
N <sub>0</sub> P <sub>75</sub> K <sub>0</sub>	28,33	30,83	26,35	28,50
N <sub>0</sub> P <sub>100</sub> K <sub>0</sub>	26,91	28,90	25,29	27,03
średnia	27,75	30,27	27,06	28,36
NIR <sub>0,05</sub>	dla lat - 2,18 dla poziomów nawożenia - 1,69			
Nawożenie potasem				
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>30</sub>	24,94	27,94	23,52	25,47
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>75</sub>	26,48	30,04	22,23	26,25
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>100</sub>	28,69	31,11	23,05	27,62

N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>150</sub>	20,62	25,01	21,74	22,46
średnia	25,18	28,52	22,63	25,45
NIR <sub>0,05</sub>	dla lat - 2,69 dla poziomów nawożenia - 2,08			
Nawożenie azotem, fosforem i potasem				
N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>30</sub>	29,44	31,91	29,42	30,26
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>75</sub>	31,88	33,94	35,19	33,67
N <sub>75</sub> P <sub>75</sub> K <sub>100</sub>	33,76	34,23	35,84	34,61
N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>150</sub>	30,83	30,70	33,43	31,65
średnia	31,48	32,69	33,47	32,55
NIR <sub>0,05</sub>	dla lat - 3,82 dla poziomów nawożenia - 2,96			



Rys. 1. Krzywe reakcji pora na nawożenie azotem, fosforem, potasem oraz NPK. N<sub>opt</sub>, K<sub>opt</sub>, P<sub>opt</sub>, NPK<sub>opt</sub> - optymalne dawki nawożeń ze względu na plon suchej masy

Fig. 1. The response of leek to nitrogen, phosphorus, potassium and NPK fertilization. N<sub>opt</sub>, K<sub>opt</sub>, P<sub>opt</sub>, NPK<sub>opt</sub> - optimum doses for the dry matter yield

Największy wzrost plonu suchej masy wystąpił przy pełnym nawożeniu mineralnym azotem, fosforem i potasem. Najkorzystniejsze okazały się średnie z zastosowanych dawek NPK: N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>75</sub> i N<sub>75</sub>P<sub>75</sub>K<sub>100</sub>, w przypadku których stwierdzono odpowiednio 43

i 47% wzrost plonu. Znaczny wzrost plonu suchej masy odnotowano także pod wpływem nawożenia azotem oraz fosforem, największe zmiany wystąpiły przy średnich z zastosowanych dawek nawożenia. Dla nawożenia azotem  $N_{75}P_0K_0$  wzrost plonu kształtował się na poziomie 30%, a dla nawożenia fosforem  $N_0P_{50}K_0$  - 32%. Najmniejsze zmiany plonu suchej masy wystąpiły pod wpływem nawożenia potasem, i w tym przypadku najkorzystniejsze okazały się średnie z zastosowanych dawek  $N_0P_0K_{75}$  i  $N_0P_0K_{100}$ , w wyniku których stwierdzono 11 i 17% wzrost plonu.

Przeprowadzone w oparciu o funkcję wielomianową 2<sup>o</sup> obliczenia, dotyczące zależności między plonem suchej masy a zastosowanymi dawkami nawożenia mineralnego, pozwoliły na ustalenie optymalnych dawek poszczególnych składników w uprawie pora (tab. 3). Najwyższy plon suchej masy pora może zapewnić nawożenie następującymi dawkami nawozów: N - 92 mg kg<sup>-1</sup> gleby, P - 58 mg kg<sup>-1</sup> gleby, K - 73 mg kg<sup>-1</sup> gleby, a przy łącznym ich stosowaniu dawka 228 mg kg<sup>-1</sup> gleby. Najwyższy plon suchej masy można otrzymać przy pełnym nawożeniu azotem, fosforem i potasem, zastosowanym w dawce optymalnej.

Tabela 3

Funkcje wielomianowe wpływu dawki nawożenia  $x$  (N, P, K, NPK) na plon suchej masy pora ( $y$ )

Table 3

Polynomial function of the effect of fertilization rate  $x$  (N, P, K, NPK) on dry matter of leek ( $y$ )

Nawożenie	Funkcja wielomianowa 2 <sup>o</sup>	Dawki optymalne [mg kg <sup>-1</sup> gleby]	Plon suchej masy dla dawki optymalnej [g s.m. wazon <sup>-1</sup> ]
N	$y = 22,920306 + 0,158275x - 0,000858x^2$	92	30,22
P	$y = 23,458897 + 0,229503x - 0,001973x^2$	58	30,13
K	$y = 23,287133 + 0,103981x - 0,000717x^2$	73	27,06
NPK	$y = 23,898463 + 0,095137x - 0,000209x^2$	228	34,73

Wyniki przeprowadzonych badań dowiodły, że nawożenie mineralne modyfikuje nie tylko plon, lecz także skład mineralny liści pora (tab. 4a i 4b, rys. 1). Zawartość poszczególnych pierwiastków: N-ogólnego, fosforu, potasu, wapnia i magnezu w liściach pora uzależniona była zarówno od roku badań, jak i od rodzaju oraz dawki nawożenia mineralnego (tab. 4a i 4b).

Istotny wzrost poziomu N-ogółem w liściach pora, tym większy, im wyższe były dawki nawozu, odnotowano podczas jednostronnego nawożenia azotem oraz przy pełnym nawożeniu azotem, fosforem i potasem. W roślinach nawożonych azotem w dawce największej ( $N_{150}P_0K_0$ ) wystąpił około 28% wzrost poziomu N-ogółem w odniesieniu do roślin kontrolnych, nienawożonych, a w przypadku łącznego nawożenia NPK w najwyższej dawce ( $N_{100}P_{100}K_{150}$ ) wzrost ten wynosił około 27%. Wyższym poziomem N-ogółem cechowały się także rośliny pora nawożone fosforem w trzech niższych dawkach, najwyższy 17% wzrost zawartości azotu odnotowano przy dawce  $N_0P_{50}K_0$ . Nawożenie potasem prowadziło ogólnie do obniżenia poziomu N-ogółem w liściach pora, przy czym zmiany były niewielkie.

Największe zmiany zawartości fosforu odnotowano pod wpływem nawożenia tym pierwiastkiem i nawożenia azotem, w miarę wzrostu dawek tych nawożeń obserwowano wzrost poziomu fosforu w roślinach. Najwyższym poziomem fosforu cechowały się rośliny

nawożone azotem w wyższych dawkach  $N_{100}P_0K_0$  i  $N_{150}P_0K_0$ , odnotowano odpowiednio 25 i 28% wzrost zawartości fosforu. Nawożenie fosforem w wyższych dawkach ( $N_0P_{75}K_0$  i  $N_0P_{100}K_0$ ) prowadziło średnio do 12% wzrostu poziomu tego pierwiastka w liściach pora. Podwyższonym poziomem fosforu cechowały się także rośliny pora nawożone łącznie NPK, najwyższy, około 8%, wzrost wystąpił przy średnich z zastosowanych dawek  $N_{50}P_{50}K_{75}$  i  $N_{75}P_{75}K_{100}$ . Nawożenie potasem nie spowodowało istotnych zmian w poziomie fosforu, z wyjątkiem najwyższej dawki  $N_0P_0K_{150}$ , przy której odnotowano około 17% obniżenie zawartości fosforu w liściach pora.

Tabela 4a

Wpływ nawożenia na skład mineralny liści pora (zawartość N-ogółem, P i K)

Table 4a

Effect of fertilization on mineral composition in the leaves of the leek (N-total, P and K contents)

Zastosowane nawożenie	N-ogólny [g · kg <sup>-1</sup> s.m.]				P [g · kg <sup>-1</sup> s.m.]				K [g · kg <sup>-1</sup> s.m.]			
	I rok badań	II rok badań	III rok badań	średnia	I rok badań	II rok badań	III rok badań	średnia	I rok badań	II rok badań	III rok badań	średnia
Próba kontrolna												
$N_0P_0K_0$	21,63	19,50	19,33	20,15	2,28	2,13	2,66	2,34	20,81	19,16	18,22	19,40
Nawożenie azotem												
$N_{20}P_0K_0$	22,61	19,30	19,66	20,52	2,21	2,19	2,35	2,25	20,99	20,53	19,03	20,18
$N_{50}P_0K_0$	22,54	20,16	21,12	21,27	2,31	2,06	2,65	2,34	21,73	18,81	17,54	19,36
$N_{75}P_0K_0$	24,56	21,38	21,34	22,43	2,53	2,30	2,77	2,53	19,40	16,94	15,98	17,44
$N_{100}P_0K_0$	25,01	23,94	26,17	25,04	3,06	2,53	3,21	2,93	18,73	16,07	14,74	16,51
$N_{150}P_0K_0$	26,16	25,97	25,19	25,77	3,03	2,71	3,22	2,99	18,56	16,16	14,99	16,57
średnia	24,18	22,15	22,70	22,99	2,63	2,36	2,84	2,61	19,88	17,70	16,46	18,01
NIR <sub>0,05</sub>	dla lat - 1,69				dla lat - 0,20				dla lat - 0,94			
	dla poziomów nawożenia - 1,20				dla poziomów nawożenia - 0,14				dla poziomów nawożenia - 0,66			
Nawożenie fosforem												
$N_0P_{20}K_0$	23,33	21,56	22,68	22,52	2,29	2,23	2,72	2,41	21,11	20,24	19,01	20,12
$N_0P_{50}K_0$	24,98	21,19	24,75	23,64	2,43	2,18	2,73	2,45	21,38	19,21	17,90	19,50
$N_0P_{75}K_0$	22,11	20,66	21,81	21,53	2,58	2,54	2,81	2,64	20,64	19,93	18,71	19,76
$N_0P_{100}K_0$	21,06	19,93	18,26	19,75	2,62	2,53	2,66	2,60	20,78	19,15	18,83	19,59
średnia	22,87	20,84	21,88	21,86	2,48	2,37	2,73	2,53	20,98	19,63	18,61	19,74
NIR <sub>0,05</sub>	dla lat - 1,92				dla lat - 0,19				dla lat - 0,75			
	dla poziomów nawożenia - 1,49				dla poziomów nawożenia - 0,15				dla poziomów nawożenia - 0,58			
Nawożenie potasem												
$N_0P_0K_{30}$	21,53	19,60	22,68	21,27	2,36	2,11	2,75	2,41	26,61	25,46	25,65	25,91
$N_0P_0K_{75}$	21,69	18,99	19,47	20,05	2,16	2,14	2,69	2,33	26,55	26,13	27,03	26,57
$N_0P_0K_{100}$	20,44	19,20	19,23	19,62	2,26	2,04	2,48	2,26	27,93	28,55	27,72	28,07
$N_0P_0K_{150}$	19,81	18,35	18,10	18,75	2,01	1,88	1,94	1,94	28,58	29,05	28,43	28,69
średnia	20,87	19,04	19,87	19,93	2,20	2,04	2,47	2,24	27,42	27,30	27,21	27,31
NIR <sub>0,05</sub>	dla lat - 1,59				dla lat - 0,26				dla lat - 1,32			
	dla poziomów nawożenia - 1,23				dla poziomów nawożenia - 0,20				dla poziomów nawożenia - 1,03			
Nawożenie azotem, fosforem i potasem												
$N_{20}P_{20}K_{30}$	25,15	22,84	21,80	23,26	2,43	2,31	2,44	2,39	22,44	20,58	20,08	21,03
$N_{50}P_{50}K_{75}$	25,51	23,46	23,48	24,15	2,52	2,33	2,81	2,55	22,91	21,94	20,24	21,70
$N_{75}P_{75}K_{100}$	26,83	23,95	23,64	24,81	2,52	2,46	2,58	2,52	23,83	22,38	23,49	23,23
$N_{100}P_{100}K_{150}$	26,45	24,89	25,68	25,67	2,46	2,39	2,50	2,45	25,46	26,54	25,79	25,93
średnia	25,99	23,79	23,65	24,47	2,48	2,37	2,58	2,48	23,66	22,86	22,40	22,97
NIR <sub>0,05</sub>	dla lat - 1,01				dla lat - 0,16				dla lat - 1,63			
	dla poziomów nawożenia - 0,78				dla poziomów nawożenia - 0,16				dla poziomów nawożenia - 1,26			

Tabela 4b

Wpływ nawożenia na skład mineralny liści pora (zawartość Ca i Mg)

Table 4b

Effect of fertilization on mineral composition in the leaves of the leek (Ca and Mg contents)

Zastosowane nawożenie	Ca [g · kg <sup>-1</sup> s.m.]				Mg [g · kg <sup>-1</sup> s.m.]			
	I rok badań	II rok badań	III rok badań	średnia	I rok badań	II rok badań	III rok badań	średnia
Próba kontrolna								
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	10,01	9,11	9,65	9,59	1,58	1,49	1,64	1,57
Nawożenie azotem								
N <sub>20</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	10,33	9,09	8,88	9,43	1,58	1,47	1,63	1,56
N <sub>50</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	9,99	9,17	8,94	9,37	1,58	1,46	1,59	1,54
N <sub>75</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	10,55	9,93	9,63	10,04	1,49	1,44	1,58	1,50
N <sub>100</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	11,40	10,55	11,47	11,14	1,45	1,40	1,55	1,47
N <sub>150</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	11,96	10,83	11,60	11,46	1,43	1,39	1,56	1,46
średnia	10,85	9,91	10,30	10,29	1,51	1,43	1,58	1,51
NIR <sub>0,05</sub>	dla lat - 0,61				dla lat - 0,04			
	dla poziomów nawożenia - 0,43				dla poziomów nawożenia - 0,03			
Nawożenie fosforem								
N <sub>0</sub> P <sub>20</sub> K <sub>0</sub>	11,03	9,15	10,06	10,08	1,53	1,49	1,58	1,53
N <sub>0</sub> P <sub>50</sub> K <sub>0</sub>	10,51	9,20	9,22	9,64	1,41	1,43	1,50	1,45
N <sub>0</sub> P <sub>75</sub> K <sub>0</sub>	9,63	8,92	9,01	9,19	1,45	1,43	1,48	1,45
N <sub>0</sub> P <sub>100</sub> K <sub>0</sub>	9,99	8,68	9,11	9,26	1,43	1,40	1,52	1,45
średnia	10,29	8,99	9,35	9,54	1,46	1,44	1,52	1,47
NIR <sub>0,05</sub>	dla lat - 0,52				dla lat - 0,05			
	dla poziomów nawożenia - 0,40				dla poziomów nawożenia - 0,04			
Nawożenie potasem								
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>30</sub>	10,18	8,99	9,59	9,59	1,53	1,41	1,46	1,47
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>75</sub>	9,73	8,68	9,68	9,36	1,36	1,30	1,34	1,33
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>100</sub>	8,24	8,24	9,14	8,54	1,30	1,25	1,39	1,31
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>150</sub>	8,07	8,20	9,33	8,53	1,33	1,23	1,31	1,29
średnia	9,06	8,53	9,44	9,01	1,38	1,30	1,38	1,35
NIR <sub>0,05</sub>	dla lat - 0,81				dla lat - 0,07			
	dla poziomów nawożenia - 0,62				dla poziomów nawożenia - 0,05			
Nawożenie azotem, fosforem i potasem								
N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>30</sub>	10,05	9,83	9,69	9,86	1,43	1,29	1,45	1,39
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>75</sub>	10,18	9,13	9,82	9,71	1,36	1,28	1,42	1,35
N <sub>75</sub> P <sub>75</sub> K <sub>100</sub>	9,86	8,85	8,83	9,18	1,30	1,21	1,36	1,29
N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>150</sub>	9,29	8,46	8,87	8,87	1,28	1,22	1,31	1,27
średnia	9,85	9,07	9,30	9,41	1,34	1,25	1,39	1,33
NIR <sub>0,05</sub>	dla lat - 0,44				dla lat - 0,03			
	dla poziomów nawożenia - 0,34				dla poziomów nawożenia - 0,03			

Najwyższym poziomem potasu cechowały się rośliny pora nawożone tym pierwiastkiem. Obserwowany wzrost zawartości potasu w roślinach był tym większy, im wyższa była dawka nawozu i przy najwyższej z zastosowanych dawek (N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>150</sub>) wynosił około 48% w odniesieniu do roślin nienawożonych. Istotny wzrost poziomu potasu w liściach pora odnotowano także pod wpływem łącznego nawożenia NPK, zmiany były tym większe, im wyższa była dawka nawozu. Najwyższa z dawek NPK (N<sub>100</sub>P<sub>100</sub>K<sub>150</sub>) spowodowała około 34% wzrost zawartości potasu. Nawożenie fosforem także prowadziło do zwiększenia poziomu potasu w roślinach, przy czym zmiany nie były już tak istotne.

Jednostronne nawożenie azotem, z wyjątkiem dawki najniższej ( $N_{20}P_0K_0$ ), prowadziło natomiast do obniżenia poziomu potasu w liściach pora. Przy najwyższych dawkach ( $N_{100}P_0K_0$  i  $N_{150}P_0K_0$ ) zaobserwowany spadek wynosił około 15% w porównaniu do roślin nienawożonych.

Spośród zastosowanych nawożeń jedynie nawożenie azotem w wyższych dawkach prowadziło do istotnego podwyższenia poziomu wapnia w liściach pora. Odnotowano około 16% wzrost zawartości wapnia dla dawki  $N_{100}P_0K_0$  i 19% dla dawki  $N_{150}P_0K_0$ . Nawożenie fosforem nie wpłynęło w istotny sposób na poziom wapnia w roślinach. Pozostałe kombinacje nawozowe przy niższych dawkach nie powodowały istotnych zmian zawartości wapnia w roślinach, a przy wyższych prowadziły do obniżenia poziomu tego pierwiastka. Największy, około 11%, spadek zawartości wapnia wystąpił pod wpływem najwyższej dawki potasu ( $N_0P_0K_{150}$ ).

Wszystkie z zastosowanych kombinacji nawozowych prowadziły natomiast do obniżenia zawartości magnezu w liściach pora, przy czym ogólnie zmiany były tym większe, im wyższe były dawki nawozu. Najmniejsze zmiany poziomu magnezu wystąpiły pod wpływem nawożenia azotem; przy najwyższej dawce ( $N_{150}P_0K_0$ ) odnotowano około 7% spadek. Największy spadek zawartości magnezu w liściach pora wystąpił pod wpływem nawożenia potasem i łącznego nawożenia NPK. Dla nawożenia potasem w dawce najwyższej ( $N_0P_0K_{150}$ ) spadek poziomu magnezu wynosił około 18%, a dla nawożenia NPK w dawce najwyższej ( $N_{100}P_{100}K_{150}$ ) około 19% w odniesieniu do roślin kontrolnych, nienawożonych.

Przedstawione na rysunku 1 dane wskazują na przebieg zależności między plonem suchej masy a sumaryczną zawartością składników mineralnych w liściach pora. Wyliczone, z przebiegu funkcji wielomianowej 2<sup>o</sup>, optymalne dawki nawożenia ze względu na sumaryczną zawartość składników mineralnych (tab. 5) nie pokrywają się z dawkami optymalnymi ze względu na plon (tab. 3).

Tabela 5  
Funkcje wielomianowe wpływu dawki nawożenia  $x$  (N, P, K, NPK) na zawartość składników mineralnych (N + P + K + Ca + Mg) w liściach pora ( $y$ )

Table 5  
Polynomial function of the effect of fertilization rate  $x$  (N, P, K, NPK) on mineral elements content (N + P + K + Ca + Mg) in the leaves of the leek leaves ( $y$ )

Nawożenie	Funkcja wielomianowa 2 <sup>o</sup>	Dawki optymalne [mg · kg <sup>-1</sup> gleby]	Zawartość składników mineralnych dla dawki optymalnej [g · kg <sup>-1</sup> s.m.]
N	$y = 53,162015 + 0,012019x + 0,000157x^2$	-	-
P	$y = 53,600224 + 0,136296x - 0,001500x^2$	45	56,70
K	$y = 54,496159 + 0,133518x - 0,000706x^2$	95	60,81
NPK	$y = 53,842257 + 0,039721x - 0,000032x^2$	621	66,17

W przypadku jednostronnego nawożenia fosforem oraz łącznego nawożenia NPK obliczone dawki optymalne ze względu na sumaryczną zawartość analizowanych składników mineralnych były wyższe od optymalnych dawek ze względu na plon suchej masy pora. Dla jednostronnego nawożenia potasem obliczone dawki optymalne ze względu



na sumaryczną zawartość analizowanych składników mineralnych były natomiast niższe od optymalnych dawek ze względu na plon.

Na podstawie uzyskanych wyników można wnioskować, że podobnie jak w przypadku plonu suchej masy najkorzystniejsze ze względu na poziom składników mineralnych jest nawożenie pora łącznie azotem, fosforem i potasem, jednak należy zwrócić uwagę, że obliczona dawka optymalna ze względu na sumaryczną zawartość składników mineralnych jest 2-3 krotnie wyższa od optymalnej dawki ze względu na plon suchej masy.

### **Analiza wyników i ich omówienie**

Warzywa odgrywają ważną rolę w odżywianiu ludzi, co sprawia, że uprawa ich jest ważną gałęzią gospodarki rolnej [1]. Nawożenie jest jednym z głównych czynników plonotwórczych, stosowanie nawozów nieorganicznych i organicznych ma w ostatnich latach wielkie znaczenie w produkcji warzyw [13, 15, 23]. Nawozy mineralne mogą stanowić ważne źródło składników pokarmowych niezbędnych do prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin [24-26]. Azot jest niezbędny dla wzrostu roślin i jest nadal jednym z głównych czynników ograniczających plon [22, 23, 27], jest głównym składnikiem odżywczym wymaganym dla optymalnego wzrostu pora [28]. Fosfor i potas, obok azotu, są także podstawowymi makroelementami niezbędnymi dla wzrostu roślin, pozwalającymi na uzyskiwanie wysokiego plonu dobrej jakości [17, 29].

Wyniki wielu badań wskazują na silne uzależnienie uzyskiwanego plonu warzyw [14, 15, 22, 26, 28, 30] czy plonu suchej masy [15, 26, 28, 30] od zastosowanego nawożenia mineralnego. Przeprowadzone badania z porą wykazały wzrost plonu suchej masy pod wpływem zastosowanych nawozów azotem, fosforem i potasem, przy czym obserwowany wzrost w dużym stopniu uzależniony był od rodzaju nawożenia i wielkości dawki. Najwyższe plony suchej masy pora w prezentowanych badaniach otrzymano dla nawozów zastosowanych w dawkach optymalnych, wyższe poziomy nawożenia należy uznać za nieskuteczne. Spośród zastosowanych kombinacji nawozowych najkorzystniejsze okazało się łączne nawożenie azotem, fosforem i potasem. Otrzymane wyniki są zgodne z wcześniejszymi doniesieniami, w których zwraca się uwagę, że dla uzyskania wysokich plonów ważne jest zachowanie odpowiedniej proporcji poszczególnych składników pokarmowych [18, 19, 23, 30] oraz że stosowanie wysokich dawek nawozów mineralnych w intensywnej produkcji warzywniczej często prowadzi do spadku plonów [14, 18, 23] czy plonu suchej masy [19, 31].

W chwili obecnej znaczną uwagę zwraca się na jakość spożywanych warzyw, która ściśle jest skorelowana z poziomem wielu składników organicznych i mineralnych, wpływających na ich wartość zdrowotną i odżywczą [16, 17, 32-36]. O jakości warzyw decyduje m.in. zawartość takich makroelementów, jak: azot, fosfor, potas, wapń i magnez z uwagi na funkcje, jakie pełnią te pierwiastki w organizmie człowieka [36-41].

Jakość spożywanych warzyw w dużym stopniu zależy od nawożenia stosowanego podczas ich uprawy [14, 15, 30, 35]. Nawożenie mineralne może prowadzić do zmiany składu chemicznego warzyw [14, 15, 22, 27], w tym poziomu składników mineralnych [15, 22, 24, 42-44].

W prezentowanych badaniach zastosowane kombinacje nawozowe w znaczny sposób oddziaływały na skład mineralny liści pora, bardzo istotne zmiany wystąpiły w poziomie

azotu ogółem, fosforu i potasu. Wzrost zawartości N-ogółem i fosforu zaobserwowano pod wpływem jednostronnych nawożeń azotem i fosforem oraz przy pełnym nawożeniu NPK. Istotny wzrost zawartości potasu wystąpił pod wpływem jednostronnego nawożenia tym pierwiastkiem i przy łącznym nawożeniu NPK. Wyniki innych badań także dowodzą o stymulującym wpływie nawożenia azotem [22, 42, 45-47], fosforem [45, 48] oraz pełnego nawożenia NPK [19, 49] na poziom azotu ogółem w roślinach uprawnych. O wzroście zawartości fosforu i potasu w roślinach uprawnych po zastosowaniu nawożeń wzbogacających podłoże w te pierwiastki także donoszono już wcześniej [41, 45, 47, 50]. O stymulującym wpływie nawożenia azotem na poziom fosforu w warzywach świadczą wynik badań, jakie przeprowadzili Ouda i Mahadeen [15], podczas gdy Akanbi i in. [30] oraz Roy i in. [23] donoszą o wzroście poziomu fosforu i potasu pod wpływem NPK.

Poziom wapnia i magnezu w testowanych roślinach pora także uzależniony był od zastosowanych nawożeń mineralnych, przy czym zmiany nie były już tak duże jak zmiany poziomu azotu ogółem, fosforu i potasu. Najkorzystniejsze ze względu na poziom wapnia okazało się nawożenie azotem, powodujące wzrost zawartości Ca, a najmniej korzystne nawożenie potasem, które prowadziło do spadku zawartości Ca. Wszystkie kombinacje nawozowe prowadziły natomiast do obniżenia zawartości magnezu w liściach pora, przy czym ogólnie zmiany były tym większe, im wyższe były dawki nawozu. Najmniejsze zmiany zawartości Mg wystąpiły pod wpływem nawożenia azotem. Podobne wyniki, jak w przeprowadzonych badaniach, uzyskali White i in. [47], którzy donoszą o wzroście poziomu Ca w roślinach nawożonych azotem. Wang i in. [36] wskazują natomiast na obniżenie stężenia Ca i Mg w roślinach uprawnych pod wpływem nawożeń.

Zwiększenie plonów poprzez stosowanie nawozów mineralnych ma zróżnicowany wpływ na stężenie składników mineralnych w zależności od różnych czynników, w tym składu nawozu [47]. Analiza sumarycznej zawartości składników mineralnych (N, P, K, Ca, Mg) w liściach pora pozwala wnioskować, że podobnie jak w przypadku plonu suchej masy najkorzystniejsze ze względu na poziom składników mineralnych jest pełne nawożenie pora azotem, fosforem i potasem. Należy jednak zwrócić uwagę, że w przypadku tej kombinacji nawozowej obliczona dawka optymalna ze względu na sumaryczną zawartość składników mineralnych jest 2-3 krotnie wyższa od optymalnej dawki ze względu na plon suchej masy. Wyliczone, optymalne dawki nawożenia ze względu na poziom składników mineralnych nie pokrywają się z dawkami optymalnymi ze względu na plon suchej masy także w przypadku jednostronnych nawożeń azotem, fosforem czy potasem. O tym, że optymalne dawki nawożenia, ze względu na plon, nie zawsze prowadzą do najwyższej jakości roślin uprawnych, świadczą także wyniki innych badań [18, 19, 42, 51, 52].

## Wnioski

1. Zastosowane kombinacje nawożenia mineralnego NPK prowadziły do zwiększenia plonu suchej masy pora, przy czym obserwowany wzrost uzależniony był zarówno od rodzaju nawożenia, jak i wielkości dawki.
2. Najwyższe plony suchej masy pora otrzymano dla nawożeń zastosowanych w dawkach optymalnych, wyższe poziomy nawożenia należy uznać za nieskuteczne. Spośród

zastosowanych kombinacji nawozowych najkorzystniejsze okazało się łączne nawożenie azotem, fosforem i potasem.

3. Pełne nawożenie azotem, fosforem i potasem okazało się także najkorzystniejsze ze względu na poziom składników mineralnych w liściach pora.
4. Wyliczone, z przebiegu funkcji wielomianowej 2<sup>o</sup>, optymalne dawki nawożenia ze względu na sumaryczną zawartość składników mineralnych różnią się od dawek optymalnych ze względu na plon suchej masy.

## Literatura

- [1] Dalal M, Dani RG, Kumar PA. *Sci Hort*. 2006;107:215-225. DOI:10.1016/j.scienta.2005.10.004.
- [2] Gębczyński P, Lisiewska Z. *Innovative Food Sci Emerging Technol*. 2006;7:239-245. DOI:10.1016/j.ifset.2006.02.005.
- [3] Rico D, Martín-Diana AB, Barat JM, Barry-Ryan C. *Trends Food Sci Technol*. 2007;18:373-386. DOI:10.1016/j.tifs.2007.03.011.
- [4] Darmon N, Darmon M, Maillot M, Drewnowski A. *J Am Diet Assoc*. 2005;105:1881-1887. DOI:10.1016/j.jada.2005.09.005.
- [5] Zhang X, Shu X-O, Xiang Y-B, Yang G, Li H, Gao J, et al. *Am J Clin Nutr*. 2011;94:240-6. DOI: 10.3945/ajcn.110.009340.
- [6] Hung H-Ch, Joshipura KJ, Jiang R, Hu FB, Hunter D, Smith-Warner SA, et al. *J Natl Cancer Inst*. 2004;96(21):1577-1584. DOI: 10.1093/jnci/djh296.
- [7] Hoefkens C, Sioen I, De Henauw S, Vandekinderen I, Baert K, De Meulenaer B, Devlieghere F, Van Camp J. *Food Chem*. 2009;113:799-803. DOI:10.1016/j.foodchem.2008.06.049.
- [8] Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical Report Series 916. Geneva: World Health Organization, 2003.
- [9] Kołota E. *Uprawa pora*. Hortpress; 2004.
- [10] Grzelak-Błaszczak K, Kołodziejczyk K, Badełek E, Adamicki F. *Eur Food Res Technol*. 2011;232:1027-1033. DOI:10.1007/s00217-011-1476-y.
- [11] Chen Q, Zhang X, Zhang H, Christie P, Li X, Horlacher D, et al. *Nutr Cycling Agroecosyst*. 2004;69:51-58.
- [12] Workneh TS, Osthoff G. *Afr J Biotechnol*. 2010;9(54):9307-9327.
- [13] Stefanelli D, Goodwin I, Jones R. *Food Res Int*. 2010;43:1833-1843. DOI:10.1016/j.foodres.2010.04.022.
- [14] Felczyński K, Elkner K. *Veg Crops Res Bull*. 2008;68:111-125. DOI: 10.2478/v10032-008-0010-7.
- [15] Ouda BA, Mahadeen AY. *Int J Agric Biol*. 2008;10(6):627-632. DOI: 08-253/HUT/2008/10-6-627-632.
- [16] Oke M, Paliyath G. *Fertilizing Crops to Improve Human Health: a Scientific Review*. Volume 2: Functional Foods. IPNI, Norcross, GA, USA; IFA, Paris, France. 2012:175-190.
- [17] Jifon J, Lester G, Stewart M, Crosby K, Leskovaar D, Patil B. *Fertilizing Crops to Improve Human Health: a Scientific Review*. Volume 2: Functional Foods. IPNI, Norcross, GA, USA; IFA, Paris, France. 2012:191-214.
- [18] Gurgul E, Kołota E, Herman B, Biczak R. *Zesz Nauk AR Wrocław. Rolnictwo LXXIII*. 1998;347:143-153.
- [19] Biczak R, Herman B, Rychter P. *Proc ECOpole*. 2011;5(1):161-171.
- [20] Reddy NS, Bhatt G. *Plant Foods Hum Nutr*. 2001;56:1-6.
- [21] Čustić M, Poljak M, Čoga L, Čosić T, Toth N, Pecina M. *Plant Soil Environ*. 2003;49(5):218-222.
- [22] Dzida K, Jarosz Z, Michałojć Z. *J Elem*. 2012;17(1):19-29. DOI: 10.5601/jelem.2012.17.1.02.
- [23] Roy SS, Khan MSI, Pall KK. *J Exp Sci*. 2011;2(1):32-37.
- [24] Makinde SO, Usilo MI, Makinde EA, Ayeni LS. *Res J Bot*. 2011;6:150-156. DOI: 10.3923/rjb.2011.150.156.
- [25] Seran TH, Srikrishnah S, Ahamed MMZ. *J Agric Sci*. 2010;5(2):64-70. DOI:10.4038/jas.v5i2.2783.
- [26] Olaniyi JO, Ojetayo AE. *J Anim Plant Sci*. 2011;12(2):1573-1582.
- [27] Almodares A, Jafarinia M, Hadi MR. *Am-Eurasian J Agric Environ Sci*. 2009;6(4):441-446.
- [28] Karić L, Vukašinić S, Žnidarčič D. *Acta Agric Slov*. 2005;85(2):219-226.
- [29] Akinrinde EA. *Pak J Nutr*. 2006;5(4):387-397.
- [30] Akanbi WB, Adebooye CO, Togun AO, Ogunrinde JO, Adeyeye SA. *World J Agric Sci*. 2007;3(4):508-516.
- [31] Uwah DF, Eneji AE, Eshiet UJ. *Int J Agric Sci*. 2011;3(1):54-61.
- [32] Kader AA. *J Sci Food Agric*. 2008;88:1863-1868. DOI: 10.1002/jsfa.3293.

- [33] Oboh G. Pak J Nutr. 2005;4(4):226-230.
- [34] Grusak MA. Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol. 1999;50:133-61.
- [35] Lu HJ, Ye ZQ, Zhang XL, Lin XY, Ni WZ. Phys Chem Earth. 2011;36:387-394. DOI:10.1016/j.pce.2010.03.030.
- [36] Wang Z-H, Li S-X, Malhi S. J Sci Food Agric. 2008;88(1):7-23. DOI: 10.1002/jsfa.3084.
- [37] Soetan KO, Olaiya CO, Oyewole OE. Afr J Food Sci. 2010;4(5):200-222.
- [38] White PJ, Broadley MR. Trends Plant Sci. 2005;10(12):586-593. DOI:10.1016/j.tplants.2005.10.001.
- [39] Ekholm P, Reinivuo H, Mattila P, Pakkala H, Koponen J, Happonen A, et al. J Food Compos Anal. 2007;20:487-495. DOI:10.1016/j.jfca.2007.02.007.
- [40] Hanif R, Iqbal Z, Iqbal M, Hanif S, Rasheed M. J Agric Biol Sci. 2006;1(1):18-22.
- [41] Nielsen F. Fertilizing Crops to Improve Human Health: a Scientific Review. Volume 2: Functional Foods. IPNI, Norcross, GA, USA; IFA, Paris, France. 2012:123-142.
- [42] Gülsler F. Sci Hort. 2005;106:330-340. DOI:10.1016/j.scienta.2005.05.007.
- [43] Yoldas F, Ceylan S, Mordogan N, Esetlili BC. Afr J Biotechnol. 2011;10(55):11488-11492. DOI: 10.5897/AJB10.2535.
- [44] Guerrero C, Faleiro ML, Pita P, Beltrão J, Brito J. European Water. 2005;11(12):9-16.
- [45] Awad MA, de Jager A. Sci Hort. 2002;92:265-276.
- [46] Schulte auf m Erley G, Kaul HP, Kruse M, Aufhammer W. Eur J Agron. 2005;22:95-100. DOI: 10.1016/j.eja.2003.11.002
- [47] White PJ, Bradshaw JE, Finlay M, Dale B, Ramsay G, Hammond JP, et al. HortScience. 2009;44(1):6-11.
- [48] Zafar M, Abbasi MK, Rahim N, Khaliq A, Shaheen A, Jamil M, et al. Afr J Biotechnol. 2011;10(74):16793-16807. DOI: 10.5897/AJB11.1395
- [49] Ayeni LS. New York Science Journal. 2010;3(4):1-11.
- [50] Soumaré M, Tack FMG, Verloo MG. Biores Technol. 2003;86:15-20.
- [51] Aydin I, Uzun F. Eur J Agron. 2005;23:8-14. DOI: 10.1016/j.eja.2004.08.001.
- [52] Kołota E, Czerniak K. Acta Sci Pol., Hortorum Cultus. 2010;9(2):31-37.

## MINERAL COMPOSITION AND YIELD OF LEEK UNDER THE INFLUENCE OF NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM FERTILIZATION

Institute of Chemistry, Environment Protection and Biotechnology, Jan Długosz University in Czestochowa

**Abstract:** In the pot experiments, the effect of mineral fertilization using nitrogen (25, 50, 75, 100, 150 mg · kg<sup>-1</sup> of the soil), phosphorus (20, 50, 75, 100 mg · kg<sup>-1</sup> soil), potassium (30, 75, 100, 150 mg · kg<sup>-1</sup> soil) as well different levels of complex NPK fertilization on the dry matter yield of leek (*Allium porrum* L.) and mineral elements content (N-total, phosphorus, potassium, calcium, magnesium) has been investigated. Applied fertilizer combinations increased the dry matter yield of leek, the highest crop has been harvested for complex NPK fertilization. Fertilizer applied in the experiment which significantly affected the mineral composition of leek leaves. Moreover, fertilizing rates optimal for mineral elements content and yield of leek was different.

**Keywords:** mineral fertilization, leek, yield, mineral plants composition