

## WPLYW ZRÓŻNICOWANYCH DAWEK NAWOZÓW AZOTOWYCH NA SKŁAD CHEMICZNY POKRZYWY ZWYCZAJNEJ (*Urtica dioica* L.) ZBIERANEJ W TRZECH FAZACH ROZWOJOWYCH CZ. II. ZAWARTOŚĆ SKŁADNIKÓW MINERALNYCH

Czesław Szewczuk, Marian Mazur

Akademia Rolnicza w Lublinie

**Streszczenie.** W 3-letnich badaniach polowych oraz laboratoryjnych oceniano wpływ zróżnicowanych dawek nawozów azotowych na zawartość makro- (N-NO<sub>3</sub>, P, K, Mg, Ca) i mikroelementów (Fe, Cu, Zn i Mn) w części nadziemnej pokrzywy zwyczajnej zbieranej w trzech fazach rozwojowych. Uzyskane wyniki wskazują na wzrost zawartości azotanów i manganu w roślinach pokrzywy pod wpływem zwiększających się dawek nawozów azotowych (do 300 kg·ha<sup>-1</sup> N). Z kolei zbiór roślin w kolejnych fazach rozwojowych (wegetatywnej, pąkowania i kwitnienia) powodował spadek zawartości K, Ca, Mn i Cu. Za optymalny pod względem zawartości P, Fe, Cu i Zn można uznać zbiór roślin w fazie pełni pąkowania. W warunkach przedstawionego doświadczenia pokrzywa wykazywała zbyt wysoką zawartość K i Mn, zaś niską – Ca. Wyniki analizy wskazują ponadto na znacznie wyższą zawartość składników mineralnych w liściach niż w łodygach pokrzywy.

**Słowa kluczowe:** pokrzywa zwyczajna, skład chemiczny, makro- i mikroelementy

### WSTĘP

Pod względem technologii uprawy i wartości pastewnej pokrzywę można porównywać z roślinami motylkowatymi, np. lucerną. Obydwa gatunki charakteryzują się bowiem wieloletnością i wielokośnością. Z wyników analiz zamieszczonych w opracowaniu Ziółcekiej i in. [1979] wynika, iż w porównaniu z lucerną pokrzywa zawiera tylko nieco mniej białka, wyraźnie mniej włókna oraz dwukrotnie więcej składników popielnych. Również Trąba [1994] zwraca uwagę na walory paszowe pokrzywy, wskazując, iż ruń łąkowa z jej udziałem charakteryzuje się niską zawartością włókna, a wysoką białka i wapnia.

Do celów pastewnych (żywienia drobiu i trzody chlewnej) pokrzywa pozyskiwana jest najczęściej z zasobów naturalnych, gdzie występuje często w małych skupieniach i rośnie w nieodpowiednich warunkach ekologicznych (przy drogach, zakładach przemysłowych, oczyszczalniach ścieków, w pobliżu wysypisk śmieci). Pozyskiwany z takich stanowisk surowiec może być skażony metalami ciężkimi czy też nadmierną zawartością azotanów. Dlatego też zasadne wydaje się wprowadzanie pokrzywy do uprawy polowej. Zagadnieniom tym poświęcona jest prezentowana praca, dotycząca wpływu zróżnicowanych dawek nawozów azotowych na zawartość makro- (N-NO<sub>3</sub>, P, K, Mg, Ca) i mikroelementów (Fe, Cu, Zn i Mn) w części nadziemnej pokrzywy zwyczajnej zbieranej w trzech fazach rozwojowych.

## MATERIAŁ I METODY

Założenia metodyczne przedstawiono w cz. I opracowania [Szewczuk i Mazur 2004]. W niniejszej pracy podano zawartość makro- i mikroelementów w pobranych próbkach masy nadziemnej. Większość składników (K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn) oznaczono w wyciągu, metodą płomieniowej spektrometrii absorpcyjnej, po mineralizacji materiału „na mokro” w stężonym H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, z dodatkiem H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Fosfor oznaczono kolorymetrycznie w mieszaninie wanado-molibdenowej, zaś azotany metodą Cataldo. Przy użyciu metod termicznych oznaczono zawartość suchej masy (metodą suszarkową) i popiołu (spalanie i wyprażenie w piecu elektrycznym). Uzyskane wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji, z wykorzystaniem półprzedziałów ufności Tukeya.

## WYNIKI

Podane zawartości makro- i mikroelementów w suchej masie roślin pokrzywy dotyczą średnich ważonych próbek, pobranych w odpowiednich proporcjach wagowych z poszczególnych pokosów. Odzwierciedlają one skład mineralny plonów zebranych w ocenianych latach.

Zawartość popiołu w suchej masie pokrzywy wahała się od 13,8 do 21,4% i zależała w największym stopniu od przebiegu pogody w latach badań. Zdecydowanie najmniejszą zawartość popiołu notowano w roślinach zebranych w 1995 r., a więc z plantacji 4-letniej, zaś największą z 3-letniej (1994 r.). Na zawartość popiołu nie wpływały natomiast w sposób wyraźny i ukierunkowany zróżnicowane dawki N. Spośród rozpatrywanych faz rozwojowych zdecydowanie najmniejszą zawartość popiołu obserwowano w roślinach zebranych w fazie kwitnienia – 16,0%, podczas gdy w dwóch pozostałych powyżej 17% (tab. 1).

Zawartość azotanów w suchej masie roślin pokrzywy była dość silnie zróżnicowana (od 0,018 do 0,342% N-NO<sub>3</sub>) i zależała przede wszystkim od dawki wnoszonych nawozów azotowych, jak też – choć w mniejszym stopniu – od wieku plantacji i związanego z tym przebiegu pogody w latach badań. Wraz ze wzrastającymi dawkami azotu notowano istotny wzrost zawartości azotanów w suchej masie roślin. Ich koncentracja pomiędzy zerową a najwyższą dawką N wzrosła przeciętnie 4,66-krotnie. Spośród ocenianych faz największą zawartość azotanów stwierdzono w roślinach zebranych w fazie pąkowania (0,105%), zaś najmniejszą w fazie kwitnienia (0,083% w s.m. roślin).

Tabela 1. Zawartość popiołu i N-NO<sub>3</sub>, % suchej masy roślin pokrzywy  
 Table 1. Ash and N-NO<sub>3</sub> contents, % of dry matter of stinging nettle plants

Dawki N N dose kg·ha <sup>-1</sup>	Wiek plantacji Age of plantation	Faza rozwojowa – Development stage					
		Wegetatywna Vegetative		Pąkowanie Budding		Kwitnienie Flowering	
		Popiół Ash	N-NO <sub>3</sub>	Popiół Ash	N-NO <sub>3</sub>	Popiół Ash	N-NO <sub>3</sub>
0	2-letnia – 2-year old	19,6	0,040	17,2	0,038	16,5	0,032
	3-letnia – 3-year old	19,2	0,052	19,4	0,048	15,5	0,050
	4-letnia – 4-year old	14,5	0,048	15,6	0,040	18,8	0,018
	Średnia – Mean	17,8	0,047	17,4	0,042	17,9	0,033
75	2-letnia – 2-year old	17,4	0,034	18,3	0,036	14,7	0,035
	3-letnia – 3-year old	21,4	0,068	19,2	0,054	16,5	0,047
	4-letnia – 4-year old	13,8	0,053	15,1	0,043	14,0	0,023
	Średnia – Mean	17,5	0,052	17,5	0,044	15,1	0,035
150	2-letnia – 2-year old	18,2	0,068	17,9	0,036	16,9	0,046
	3-letnia – 3-year old	19,3	0,056	20,3	0,083	16,6	0,085
	4-letnia – 4-year old	13,8	0,091	15,3	0,149	14,0	0,062
	Średnia – Mean	17,1	0,072	17,8	0,089	15,8	0,064
225	2-letnia – 2-year old	17,1	0,089	18,5	0,084	16,8	0,074
	3-letnia – 3-year old	19,6	0,075	21,0	0,168	17,0	0,136
	4-letnia – 4-year old	15,6	0,135	14,9	0,211	17,3	0,142
	Średnia – Mean	17,4	0,100	18,1	0,154	17,0	0,117
300	2-letnia – 2-year old	18,5	0,167	17,4	0,093	14,7	0,086
	3-letnia – 3-year old	18,1	0,138	19,4	0,207	15,4	0,166
	4-letnia – 4-year old	16,3	0,342	16,6	0,282	15,0	0,238
	Średnia – Mean	17,6	0,216	17,8	0,194	15,0	0,163
Śr. niezależna od dawek N Mean irrespective of N dose	2-letnia – 2-year old	18,2	0,080	17,9	0,057	15,9	0,055
	3-letnia – 3-year old	19,5	0,078	19,9	0,112	16,2	0,097
	4-letnia – 4-year old	14,8	0,134	15,5	0,145	15,8	0,097
	Średnia ogółem – Total mean	17,5	0,097	17,7	0,105	16,0	0,083
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> dla – for:							
dawek N – doses of N		1,1	0,012	0,8	0,015	0,7	0,007
wieku – age		0,7	0,008	0,5	0,010	0,5	0,005
dawek x wiek – doses x age		2,5	0,026	1,7	0,032	1,6	0,015
faz – stages						0,3	0,004
dawek x fazy – doses x stages						1,1	0,014
faz x wiek – stages x age						0,8	0,010
dawek x fazy x wiek – doses x stages x age						2,0	0,026

Zawartość fosforu oscylowała od 0,243 do 0,566% i zależała głównie od faz rozwojowych roślin; najmniejszą stwierdzono w roślinach zebranych w fazie kwitnienia (tab. 2). Bardziej uzależniona od rozpatrywanych czynników była zawartość potasu. Przeciętnie wraz z opóźnianiem zbiorów notowano istotny spadek jego zawartości – od 3,49% przy zbiorze roślin w fazie wegetatywnej do 3,13% K w fazie kwitnienia. Biorąc pod uwagę wiek plantacji, największą zawartość potasu notowano w roślinach zebranych

nych z plantacji 3-letniej (w 1994 r.), zaś najmniejszą z 4-letniej (w 1995 r.). Wraz ze wzrostem dawek N do 225 kg·ha<sup>-1</sup> zaznacza się wyraźny trend wzrostowy zawartości tego składnika, ale tylko w roślinach zebranych w fazie wegetatywnej i kwitnienia.

Tabela 2. Zawartość makroelementów, % suchej masy roślin pokrzywy  
Table 2. Macroelements content, % of dry matter of stinging nettle plants

Dawki N N dose kg·ha <sup>-1</sup>	Wiek plantacji Age of plantation	Faza rozwojowa – Development stage											
		Wegetatywna Vegetative				Pąkowanie Budding				Kwitnienie Flowering			
		P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg
0	2-letnia – 2-year old	0,473	3,51	0,675	0,462	0,411	3,15	0,425	0,386	0,350	3,25	0,569	0,351
	3-letnia – 3-year old	0,453	2,99	0,472	0,467	0,438	3,09	0,556	0,276	0,509	3,08	0,493	0,335
	4-letnia – 4-year old	0,414	2,48	0,656	0,285	0,434	2,42	0,627	0,334	0,243	2,51	0,389	0,215
	Średnia – Mean	0,447	2,99	0,601	0,405	0,428	2,89	0,536	0,332	0,367	2,95	0,484	0,300
75	2-letnia – 2-year old	0,413	3,14	0,486	0,334	0,435	3,20	0,513	0,315	0,311	3,11	0,498	0,320
	3-letnia – 3-year old	0,402	3,47	0,511	0,278	0,447	4,64	0,379	0,231	0,426	3,23	0,372	0,303
	4-letnia – 4-year old	0,384	3,15	0,518	0,414	0,466	2,82	0,564	0,275	0,244	2,79	0,393	0,214
	Średnia – Mean	0,400	3,25	0,505	0,342	0,449	3,55	0,485	0,274	0,327	3,04	0,421	0,279
150	2-letnia – 2-year old	0,482	3,39	0,527	0,409	0,441	3,45	0,487	0,386	0,353	3,43	0,473	0,402
	3-letnia – 3-year old	0,470	3,41	0,454	0,443	0,365	3,82	0,447	0,318	0,424	3,64	0,356	0,296
	4-letnia – 4-year old	0,420	3,18	0,372	0,295	0,508	3,09	0,606	0,353	0,380	2,73	0,518	0,334
	Średnia – Mean	0,457	3,33	0,451	0,382	0,438	3,45	0,513	0,352	0,386	3,27	0,449	0,344
225	2-letnia – 2-year old	0,421	3,64	0,426	0,386	0,439	3,18	0,436	0,341	0,382	3,94	0,491	0,402
	3-letnia – 3-year old	0,424	5,23	0,445	0,232	0,384	3,59	0,446	0,308	0,314	3,50	0,419	0,446
	4-letnia – 4-year old	0,486	4,43	0,513	0,462	0,556	2,87	0,597	0,392	0,545	3,38	0,678	0,372
	Średnia – Mean	0,444	4,43	0,461	0,360	0,460	3,21	0,493	0,347	0,414	3,61	0,529	0,407
300	2-letnia – 2-year old	0,500	3,87	0,577	0,390	0,423	3,26	0,448	0,317	0,292	2,89	0,620	0,326
	3-letnia – 3-year old	0,451	3,36	0,543	0,441	0,456	3,64	0,437	0,294	0,384	3,10	0,476	0,372
	4-letnia – 4-year old	0,466	3,08	0,600	0,409	0,509	3,41	0,586	0,412	0,342	2,33	0,639	0,362
	Średnia – Mean	0,472	3,44	0,573	0,413	0,463	3,44	0,490	0,341	0,339	2,77	0,578	0,353
Śr. niezależna od dawek N Mean irre- spective of N dose	2-letnia – 2-year old	0,458	3,51	0,538	0,396	0,430	3,25	0,462	0,349	0,338	3,32	0,530	0,360
	3-letnia – 3-year old	0,440	3,69	0,485	0,372	0,418	3,76	0,453	0,285	0,411	3,31	0,423	0,350
	4-letnia – 4-year old	0,434	3,26	0,532	0,373	0,495	2,92	0,596	0,353	0,351	2,75	0,523	0,257
	Średnia ogółem – Total mean	0,444	3,49	0,518	0,380	0,447	3,31	0,504	0,329	0,367	3,13	0,492	0,337
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> dla – for:													
	dawek N – doses of N	0,085	0,22	0,023	0,021	0,010	0,23	0,022	0,023	0,021	0,10	0,011	0,012
	wieku – age	0,056	0,15	0,019	0,014	0,007	0,15	0,015	0,015	0,014	0,06	0,008	0,008
	dawek x wiek – doses x age	0,187	0,48	0,064	0,046	0,023	0,50	0,048	0,503	0,045	0,21	0,025	0,026
	fazy – stages									0,025	0,07	0,008	0,007
	dawek x fazy – doses x stages									0,025	0,23	0,027	0,023
	fazy x wiek – stages x age									0,017	0,16	0,019	0,016
	dawek x fazy x wiek – doses x stages x age									0,045	0,42	0,049	0,041

Zawartość wapnia kształtowała się od 0,356 do 0,678% Ca i zależała głównie od fazy rozwojowych roślin. Największą zawartość notowano w roślinach zebranych w fazie wegetatywnej, w kolejnych fazach jego koncentracja zmniejszała się. Rozpatrywane

czynniki nie wpłynęły również w sposób wyraźny i ukierunkowany na zawartość magnezu (tab. 3).

Tabela 3. Stosunek zawartości K : (Ca + Mg) i Ca : P w roślinach pokrzywy  
Table 3. Relationship between K : (Ca + Mg) and Ca : P contents in stinging nettle plants

Dawki N N dose kg·ha <sup>-1</sup>	Wiek plantacji Age of plantation	Faza rozwojowa – Development stage					
		Vegetatywna Vegetative		Pąkowanie Budding		Kwitnienie Flowering	
		K : (Ca + Mg)	Ca : P	K : (Ca + Mg)	Ca : P	K : (Ca + Mg)	Ca : P
0	2-letnia – 2-year old	1,253	1,427	1,522	1,034	1,452	1,626
	3-letnia – 3-year old	1,234	1,042	1,567	1,269	1,511	0,969
	4-letnia – 4-year old	1,129	1,585	1,054	1,445	1,731	1,601
	Średnia – Mean	1,205	1,351	1,381	1,249	1,545	1,399
75	2-letnia – 2-year old	1,553	1,177	1,589	1,179	1,555	1,601
	3-letnia – 3-year old	1,835	1,271	3,131	0,848	1,900	0,873
	4-letnia – 4-year old	1,345	1,349	1,421	1,210	1,918	1,611
	Średnia – Mean	1,578	1,266	2,047	1,079	1,791	1,362
150	2-letnia – 2-year old	1,447	1,093	1,575	1,104	1,548	1,340
	3-letnia – 3-year old	1,476	0,966	2,016	1,225	2,211	0,840
	4-letnia – 4-year old	1,899	0,886	1,333	1,193	1,310	1,363
	Średnia – Mean	1,607	0,982	1,641	1,174	1,690	1,181
225	2-letnia – 2-year old	1,757	1,012	1,633	0,993	1,751	1,285
	3-letnia – 3-year old	3,240	1,050	1,930	1,161	1,555	1,334
	4-letnia – 4-year old	1,782	1,056	1,183	1,074	1,342	1,244
	Średnia – Mean	2,260	1,039	1,582	1,076	1,549	1,288
300	2-letnia – 2-year old	1,626	1,154	1,722	1,059	1,280	2,123
	3-letnia – 3-year old	1,041	1,204	2,025	0,958	1,459	1,240
	4-letnia – 4-year old	1,239	1,288	1,382	1,151	0,967	1,868
	Średnia – Mean	1,302	1,215	1,710	1,056	1,235	1,744
Śr. niezależna od dawek N Mean irrespective of N dose	2-letnia – 2-year old	1,527	1,173	1,608	1,074	1,517	1,595
	3-letnia – 3-year old	1,765	1,107	2,134	1,092	1,727	1,051
	4-letnia – 4-year old	1,479	1,233	1,275	1,215	1,454	1,537
	Średnia ogółem – Total mean	1,590	1,171	1,672	1,127	1,566	1,395
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> dla – for:							
	dawek N – doses of N	0,144	0,092	0,162	0,083	0,068	0,052
	wieku – age	0,094	0,061	0,107	0,054	0,045	0,034
	dawek x wiek – doses x age	0,317	0,203	0,357	0,182	0,151	0,115
	fazy – stages					0,049	0,029
	dawek x fazy – doses x stages					0,160	0,095
	fazy x wiek – stages x age					0,113	0,067
	dawek x fazy x wiek – doses x stages x age					0,291	0,172

Przy ocenie wartości pastewnej roślin brany jest pod uwagę molowy stosunek zawartości K do sumy pierwiastków Ca i Mg oraz stosunek zawartości Ca : P. Interesująco przedstawia się stosunek K : (Ca + Mg) przy zbiorze roślin w fazie wegetatywnej.

Wraz ze wzrostem dawek azotu do  $225 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  notuje się wyraźny wzrost tego wskaźnika – z 3-lęcia przeciętnie od 1,21 do 2,26. Niezależnie od dawek azotu najwyższą wartość osiąga on w roślinach zebranych w fazie pąkowania (1,672). Oceniając stosunek Ca : P nie stwierdza się wyraźnego, a zwłaszcza ukierunkowanego wpływu zróżnicowanych dawek N na wielkość tego wskaźnika. Wśród ocenianych faz najwyższą wartość przyjmuje w roślinach zebranych w fazie kwitnienia, zaś najniższą w fazie pąkowania (tab. 3).

Zawartość żelaza oscylowała od 44 do  $292 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m., przy średniej  $163 \text{ mg Fe}$  (tab. 4). Wnoszone dawki nawozów azotowych nie wpływały w wyraźny sposób na zawartość tego mikroelementu. Biorąc pod uwagę fazy rozwojowe roślin, istotnie największą zawartość Fe stwierdzono w roślinach zebranych w fazie pąkowania (191 mg), zaś najmniejszą w fazie kwitnienia ( $131 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.). Z kolei zawartość manganu w istotny sposób różnicowały dawki wnoszonych nawozów oraz fazy rozwojowe zbieranych roślin. Wraz ze wzrostem dawek N notowano wyraźny wzrost koncentracji manganu, podczas gdy wraz z opóźnianiem zbiorów – tendencję spadkową zawartości tego składnika.

Zróżnicowane dawki nawozów azotowych nie wpływały w sposób wyraźny na zawartość miedzi w roślinach pokrzywy (tab. 4). Jej koncentracja była natomiast w dużym stopniu uzależniona od faz rozwojowych roślin. Przeciętnie największą zawartość tego mikroelementu notowano w roślinach zbieranych w fazie wegetatywnej ( $12,9 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.), istotnie mniejszą w fazie pąkowania (12,2 mg), zaś najmniejszą w fazie kwitnienia (10,2 mg Cu). Nastąpił więc prawie 21% spadek zawartości Cu w roślinach pomiędzy ich zbiorem w fazie wegetatywnej i kwitnienia. Zawartość cynku uzależniona była głównie od faz rozwojowych roślin. Największą notowano w roślinach zbieranych w fazie pąkowania ( $47,0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.), zaś najmniejszą w fazie kwitnienia (41,8 mg). Wnoszone dawki nawozów azotowych nie modyfikowały w sposób ukierunkowany koncentracji tego składnika.

W liściach pokrzywy – w porównaniu z łądogami – stwierdzono wyraźnie większą zawartość popiołu (odpowiednio: 23,7 i 12,7% s.m.) oraz poszczególnych składników mineralnych (tab. 5). Liście gromadziły przede wszystkim znacznie więcej azotanów niż łądygi oraz w większym stopniu reagowały na wzrost dawek nawozów azotowych. Pomiedzy dawką N w wysokości 75 i  $300 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  nastąpił 4,7-krotny wzrost zawartości  $\text{N}\cdot\text{NO}_3$  w liściach (z 0,046 do 0,216% s.m.) oraz 4,1-krotny w łądogach (z 0,024 do 0,098%). Charakterystyczny jest też spadek zawartości azotanów pomiędzy dawką N w wysokości 0 i  $75 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Należy to chyba tłumaczyć ich rozcieńczeniem w zwiększonej pod wpływem nawożenia biomasy pokrzywy lub przemianą azotanów w inne formy azotu.

Liście pokrzywy w porównaniu z łądogami charakteryzowały się znacznie większą zawartością fosforu, potasu, wapnia i magnezu. Przeciętnie (w liczbach względnych) zawartość fosforu w liściach była większa niż w łądogach o 17%, potasu – o 8%, wapnia – o 65% i magnezu – o 44% (tab. 5). Należy podkreślić, iż zawartość tych składników nie była ściśle uzależniona od dawek azotu.

Liście pokrzywy w porównaniu z łądogami wykazywały również wyraźnie większą zawartość mikroelementów, głównie żelaza i manganu. Notowano w nich przeciętnie 3,1-krotnie większą zawartość Fe, 2,2-krotnie Mn, 1,8-krotnie Cu i 1,4-krotnie Zn. Jedynie zawartość manganu uzależniona była ściśle od dawek N. Wraz z ich zwiększaniem notowano sukcesywny wzrost zawartości tego mikroskładnika zarówno w łądogach, jak i liściach.

Tabela 4. Zawartość mikroelementów, mg·kg<sup>-1</sup> suchej masy roślin pokrzywy  
 Table 4. Microelements content, mg·kg<sup>-1</sup> in dry matter of stinging nettle plants

Dawki N N dose kg·ha <sup>-1</sup>	Wiek plantacji Age of plantation	Faza rozwojowa – Development stage											
		Wegetatywna Vegetative				Pąkowanie Budding				Kwitnienie Flowering			
		Fe	Mn	Cu	Zn	Fe	Mn	Cu	Zn	Fe	Mn	Cu	Zn
0	2-letnia – 2-year old	168	342	12,6	32,4	209	292	10,5	38,5	140	229	10,3	39,4
	3-letnia – 3-year old	195	335	15,2	50,3	267	269	14,1	46,7	148	269	12,4	48,5
	4-letnia – 4-year old	112	316	10,9	48,3	127	161	14,6	48,8	44	161	6,1	26,9
Średnia – Mean		158	331	12,9	43,7	201	241	13,1	44,7	111	220	9,6	38,3
75	2-letnia – 2-year old	128	386	13,7	38,6	158	226	11,3	42,8	161	226	9,0	40,8
	3-letnia – 3-year old	173	348	14,1	50,6	141	266	13,0	65,1	187	266	14,1	55,6
	4-letnia – 4-year old	88	244	11,3	42,7	104	246	12,3	51,6	69	246	5,3	32,0
Średnia – Mean		130	326	13,0	44,0	134	246	12,2	53,2	139	246	9,5	42,8
150	2-letnia – 2-year old	224	494	12,8	36,1	220	287	10,8	43,0	173	287	9,1	39,2
	3-letnia – 3-year old	237	508	14,1	58,6	269	439	15,3	46,9	144	303	14,5	52,7
	4-letnia – 4-year old	86	290	8,9	50,4	154	341	8,2	50,4	78	341	10,1	44,8
Średnia – Mean		182	431	11,9	48,4	214	356	11,4	16,8	132	310	11,2	45,6
225	2-letnia – 2-year old	169	391	13,2	30,4	162	342	10,3	32,9	191	342	8,7	32,1
	3-letnia – 3-year old	163	412	14,6	60,2	189	398	13,3	60,8	155	409	12,2	50,2
	4-letnia – 4-year old	140	380	11,8	42,7	183	384	14,1	42,7	70	384	10,1	44,2
Średnia – Mean		157	394	13,2	44,4	178	375	12,6	45,5	139	378	10,3	42,3
300	2-letnia – 2-year old	201	415	14,1	32,3	239	415	10,2	37,1	190	415	9,1	40,5
	3-letnia – 3-year old	261	462	15,2	61,9	292	494	15,3	50,4	140	512	13,3	42,2
	4-letnia – 4-year old	146	359	10,6	46,2	146	446	9,6	47,6	73	446	9,1	37,9
Średnia – Mean		203	412	13,3	46,8	226	452	12,7	45,0	134	458	10,5	40,2
Śr. niezależna od dawek N Mean irrespective of N dose	2-letnia – 2-year old	178	406	13,3	34,0	198	312	10,6	38,9	171	300	9,2	38,4
	3-letnia – 3-year old	206	413	14,6	56,3	232	373	14,2	54,0	155	352	13,3	49,8
	4-letnia – 4-year old	114	318	10,7	46,1	143	316	11,8	48,2	67	316	8,1	37,2
Średnia ogółem – Total mean		166	379	17,9	45,4	191	334	12,2	47,0	131	322	10,2	41,8
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> dla – for:													
dawek N – doses of N		18	20	0,9	3,5	20	13	0,8	3,2	11	13	0,7	1,1
wieku – age		12	13	0,6	2,3	13	9	0,6	2,1	7	9	0,4	0,7
dawek x wiek – doses x age		40	44	2,0	7,8	43	27	1,9	7,0	24	29	1,5	2,5
faz – stages										6	6	0,3	1,1
dawek x fazy – doses x stages										21	19	1,0	3,5
faz x wiek – stages x age										14	14	0,7	2,4
dawek x fazy x wiek – doses x stages x age										37	35	1,8	6,3

Reasumując, liście pokrzywy w porównaniu z łądami charakteryzują się korzystniejszym składem chemicznym pod względem zawartości składników mineralnych.

Tabela 5. Zawartość składników mineralnych w łodygach i liściach pokrzywy w zależności od dawek N (wyniki z próbek pobranych z plantacji dwuletniej w fazie pąkowania), średnia ważona z pokosów

Table 5. Mineral composition of stinging nettle shoots and leaves depending on N dose (results from 2-year old plantation over budding), weighted mean from cuts

Dawka N N dose kg·ha <sup>-1</sup>	Część rośliny Part of plant	Popiół	N – NO <sub>3</sub>	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
		Ash	% suchej masy – % of dry matter							mg·kg <sup>-1</sup> suchej masy mg·kg <sup>-1</sup> of dry matter	
0	łodygi – shoots	12,4	0,027	0,386	3,07	0,312	0,281	102	10,1	37,2	152
	liście – leaves	23,1	0,054	0,433	3,36	0,561	0,463	314	18,6	48,3	409
75	łodygi – shoots	13,2	0,024	0,382	3,16	0,347	0,262	86	8,2	36,9	202
	liście – leaves	24,5	0,046	0,457	3,24	0,603	0,384	247	15,1	48,2	458
150	łodygi – shoots	12,3	0,039	0,401	3,38	0,386	0,312	107	6,9	35,5	264
	liście – leaves	23,8	0,093	0,490	3,55	0,548	0,408	356	11,1	51,3	580
225	łodygi – shoots	13,0	0,056	0,414	3,03	0,351	0,274	88	7,5	26,9	286
	liście – leaves	23,5	0,127	0,485	3,52	0,608	0,397	251	14,0	40,3	602
300	łodygi – shoots	12,4	0,098	0,396	3,17	0,370	0,280	114	6,6	30,1	317
	liście – leaves	23,7	0,216	0,458	3,44	0,594	0,375	385	10,7	45,6	667
Średnia Mean	łodygi – shoots	12,7	0,049	0,396	3,16	0,353	0,282	99	7,9	33,3	244
	liście – leaves	23,7	0,107	0,464	3,42	0,583	0,405	311	13,9	46,7	543

## DYSKUSJA I PODSUMOWANIE

Oceniane w przedstawionych badaniach czynniki, a więc zróżnicowane dawki nawozów azotowych oraz zbiór roślin w trzech fazach rozwojowych istotnie różnicowały skład mineralny pokrzywy. Wraz ze wzrostem dawek azotu notowano przede wszystkim zwiększanie zawartości azotanów. Taki lub podobny układ wyników potwierdzają badania prowadzone na użytkach zielonych [Czuba i Murzyński 1988/89, Falkowski i in. 2000], jak też innych roślinach uprawy polowej [Krzywiecki 1978, Filipek i in. 1999]. Koncentracja azotanów w roślinach zależy z jednej strony od zasobności gleby w tę formę azotu, z drugiej zaś od tempa redukcji jonów N-NO<sub>3</sub> w komórkach roślinnych. Przy wysokich stężeniach N-NO<sub>3</sub> w glebie proces ich redukcji w roślinach nie nadąża za pobieraniem. Występuje to zwłaszcza w młodych roślinach, przy niższej temperaturze, gorszym nasłonecznieniu oraz niedoborze innych składników mineralnych, zwłaszcza P, Mg, Cu, Fe i Mo [Filipek 1999]. Jako górną graniczną zawartość azotanów w roślinach pastewnych podaje się 0,2-0,3% N-NO<sub>3</sub> w suchej masie [Falkowski i in. 1990]. W przedstawionych badaniach przeciętna zawartość azotanów wynosiła 0,095%, niemniej w pojedynczych przypadkach notowano powyżej 0,2, a nawet 0,3% N-NO<sub>3</sub> w suchej masie roślin pokrzywy.

Pokrzywa w porównaniu z roślinnością łąkową oraz innymi roślinami uprawy polowej charakteryzuje się wysoką zawartością popiołu oraz poszczególnych składników mineralnych [Szewczuk i in. 2000, 2002]. Za pożądaną w roślinach pastewnych przyjmuje się następującą zawartość składników (w % i mg·kg<sup>-1</sup> s.m.): P – od 0,3 do 0,4%, K – od 1,0 do 1,8%, Ca – od 0,7 do 0,9%, Mg – od 0,2 do 0,6 %, Cu – od 1,2 do 15,2 mg, Fe – od 136 do 254 mg, Mn – od 21 do 295 mg, Zn – od 15 do 118 mg i Mo od 0,17 do 1,61 mg w 1 kg suchej masy [Filipek 1999]. Duże znaczenie ze względów żywienio-



wych ma też molowy stosunek K: (Mg + Ca) oraz stosunek wagowy Ca : P. Pierwszy z nich nie powinien przekraczać 2,1, zaś drugi powinien się zawierać w przedziale 0,5-2,0 [Czuba, Murzyński 1988/89]. Konfrontując przyjęte za pożądane zawartości poszczególnych składników w roślinach pastewnych z ich zawartością w pokrzywie, można stwierdzić, iż charakteryzuje się ona zbyt wysoką zawartością P (przeciętnie 0,419%), K (3,31%) i Mn (345 mg w 1 kg s.m.), zaś niską Ca (średnio 0,505%). Koncentrację pozostałych składników (Mg, Cu, Fe i Zn) oraz stosunek K : (Mg + Ca) i Ca : P, pod względem wartości pastewnej, można przyjąć za odpowiednie. Niepokojąca jest zbyt wysoka zawartość potasu w zebranych roślinach. Można to chyba tłumaczyć stosunkowo wysoką dawką tego składnika w warunkach średniej zasobności gleby w potas. Być może rośliny pokrzywy wykazują duże skłonności do jego nadmiernego (luksusowego) pobierania, co potwierdzają w pewnym stopniu badania Stępiak [1998] oraz Szewczuk i in. [2002]. Zbyt niska w roślinach pokrzywy była natomiast zawartość wapnia. Wydaje się jednak, iż możliwe jest dość łatwe podwyższenie jego koncentracji poprzez wapnowanie, zwłaszcza że doświadczenie prowadzono na glebie o  $pH_{KCl} = 5,6$ . W badaniach Stępiak [1998] średnia zawartość Ca w pokrzywie wynosiła ponad 1%, a więc przekroczyła pożądaną wartość.

Liście pokrzywy w porównaniu z łądgami charakteryzowały się znacznie większą zawartością poszczególnych składników mineralnych. Podobny układ wyników uzyskała Borkowska [1991] na przykładzie ślázowca pensylwańskiego oraz Ćwintal [2000] z lucerną.

Reasumując, pokrzywa zwyczajna charakteryzuje się bardzo wysoką zawartością popiołu oraz poszczególnych składników mineralnych. Jednak w warunkach niniejszego doświadczenia wykazuje zbyt wysoką zawartość K i Mn, zaś niską Ca. Wraz ze wzrostem dawek nawozów azotowych zwiększa się zawartość azotanów, jednakże dopiero dawka N powyżej  $225 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  powoduje przekroczenie wartości granicznej (dla celów pastewnych), wynoszącej 0,3% N-NO<sub>3</sub> w suchej masie roślin. Zawartość potasu, wapnia, manganu i miedzi w suchej masie zmniejsza się w kolejnych fazach rozwojowych (wegetatywnej, pąkowania i kwitnienia). Spośród ocenianych faz za odpowiednią pod względem wartości pastewnej można uznać fazę pełni pąkowania, głównie ze względu na wysoką zawartość fosforu, żelaza, miedzi i cynku w roślinach pokrzywy.

## PIŚMIENNICTWO

- Borkowska H., 1991. Studia nad niektórymi elementami biologii i agrotechniki sidy (*Sida hermaphrodita* Rusby) jako rośliny pastewnej. Wyd. AR Lublin, Rozpr. habilitacyjne 132.
- Czuba R., Murzyński J., 1988/89. Zmiany w zawartości składników pokarmowych w sianie i glebie łąkowej w okresie 15-letniego intensywnego nawożenia mineralnego. Roczn. Glebozn. cz. I – 39 (4), 245-264, cz. II – 40 (2), 171-188.
- Ćwintal M., 2000. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na samoregulację zagęszczenia, strukturę oraz jakość plonu lucerny mieszańcowej użytkowanej 3- i 4-kośnie. Wyd. AR Lublin, Rozpr. habilitacyjne 233, 92.
- Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S., 2000. Właściwości chemiczne roślin łąkowych. Wyd. AR Poznań, 132.
- Filipek T., Badora A., Kaczor A., Krawiec Z., 1999. Podstawy i skutki chemizacji agroekosystemów. Wyd. AR Lublin, 242.
- Krzywiecki S., 1978. Wpływ nawożenia mineralnego na plon i wartość pokarmową kukurydzy sprzątej w różnych fazach rozwojowych. Roczn. Nauk Roln. A 103, 133-141.

- Stępnia M., 1998. Wpływ sposobów i terminów rozmnażania na plony i skład chemiczny pokrzywy zwyczajnej (*Urtica dioica* L.). AR Lublin, praca doktorska (maszynopis), 102.
- Szewczuk C., Stępnia M., Sugier D., 2000. Zawartość mikroelementów w części nadziemnej pokrzywy zwyczajnej w zależności od fazy rozwojowej zbieranych roślin. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 471, cz. II, 555-559.
- Szewczuk C., Stępnia M., Sugier D., 2002. Zawartość wybranych związków organicznych i mineralnych w części nadziemnej pokrzywy zwyczajnej (*Urtica dioica* L.) w zależności od fazy rozwojowej zbieranych roślin. Acta Sci. Pol., Agricultura 1(2), 163-169.
- Szewczuk C., Mazur M., 2004. Wpływ zróżnicowanych dawek nawozów azotowych na skład chemiczny pokrzywy zwyczajnej (*Urtica dioica* L.) zbieranej w trzech fazach rozwojowych. Cz. I. Zawartość składników organicznych. Acta Sci. Pol., Agricultura 3(1), 229-237.
- Trąba C., 1994. Florystyczna i rolnicza charakterystyka łąk i pastwisk w dorzeczu Łabuńki. Wyd. AR Lublin, Rozpr. habilitacyjne 163, 102.
- Ziołocka A., Kuźdowicz M., Kielanowski J., 1979. Tabele składu chemicznego i wartości pokarmowej pasz krajowych. PWN Warszawa, 72.

**EFFECT OF DIFFERENT RATES OF NITROGEN FERTILISERS ON  
CHEMICAL COMPOSITION OF STINGING NETTLE (*Urtica dioica* L.)  
PLANTS HARVESTED AT THREE DEVELOPMENT STAGES  
PART II. CONTENTS OF MINERALS**

**Abstract.** The effect of various rates of nitrogen fertilisers on macro- (N-NO<sub>3</sub>, P, K, Mg, Ca) and microelement (Fe, Cu, Zn, Mn) contents in nettle plants harvested at three development stages was evaluated in 3-year field and laboratory study. The results obtained show an increase in nitrate and manganese contents in stinging nettle plants along with an increase in nitrogen fertiliser rate applied. Plant harvest at subsequent development stages (vegetative, budding and flowering) decreased the K, Ca, Mn and Cu contents. Plant harvest at full budding may be considered as the optimum one for P, Fe, Cu and Zn contents. Under the conditions of the experiment, the stinging nettle plant contents of K and Mn were too high, while the content of Ca – too low. Additionally the results of the analysis show a considerably higher content of minerals in leaves than in shoots.

**Key words:** stinging nettle, chemical composition, macroelements, microelements

Otrzymano – Received: 01.12.2003  
Zaakceptowano – Accepted: 28.02.2004