

JERZY DWORNIKIEWICZ

Zakład Hodowli i Uprawy Roślin Specjalnych
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

POBRANIE SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH PRZEZ CHMIEL

Nutrient uptake by hop

ABSTRAKT: W literaturze spotyka się rozbieżne dane dotyczące pobrania składników pokarmowych przez chmiel (w kg z ha) wraz z plonem głównym i ubocznym: od 117 do 272 kg N, 38–75 kg P₂O₅, 110–257 kg K₂O, 154–296 kg CaO i 27–75 kg MgO. W warunkach krajowych wykazano, że średnio (lata × miejsce × odmiany) rośliny chmielu przy plonie szyszek w wysokości 2 t·ha⁻¹ pobierały z gleby: 160 kg N, 15 kg P (35 kg P₂O₅), 115 kg K (140 kg K₂O), 150 kg Ca (210 kg CaO) i 38 kg Mg (63 kg MgO).

słowa kluczowe – key words:

chmiel – *hop*, pobranie składników pokarmowych – *nutrient uptake*, bilans – *balance*

WSTĘP

Plantacje chmielu użytkowane są najczęściej ponad dwadzieścia lat. Niewłaściwe stosowanie nawozów może prowadzić do strat składników i ich nadmiernej koncentracji w glebie, wodach gruntowych i powierzchniowych czy szyszkach chmielu. Duży odsetek krajowych plantacji położony jest w pasach chronionego krajobrazu (np. w Lubelskiem: pas nadwiślański, Pojezierze Łęczyńskie, Roztocze itp.); (2).

Poziom nawożenia powinien być dostosowany do poziomu produkcji i uwzględniać przede wszystkim zasobność gleby i równoważenie pobrania składników pokarmowych wraz z plonem oraz wszelkie zjawiska zachodzące w środowisku glebowym (5).

W literaturze spotyka się rozbieżne dane dotyczące pobrania składników pokarmowych przez chmiel; w kraju takich badań dotychczas nie prowadzono. Od lat pięćdziesiątych ubiegłego wieku oceniano pobranie poszczególnych składników z plonem głównym i ubocznym, uzyskane wartości kształtowały się w przedziałach: od 117 do 272 kg N z ha, 38–75 kg P₂O₅, 110–257 kg K₂O, 154–296 kg CaO i 27–75 kg MgO z ha (1, 4, 6-11).

Z uwagi zarówno na ochronę środowiska, jak i opłacalność produkcji priorytetem powinno być stosowanie zrównoważonej gospodarki składnikami pokarmowymi, co w najbliższej przyszłości powinno prowadzić do bezskażeniowego nawożenia w rolnictwie (5).

METODY BADAŃ

Materiał roślinny pochodził z dwuletniego doświadczenia (2001–2002) przeprowadzonego w warunkach produkcyjnych. Oceniano dwie odmiany chmielu: aromatyczną – Lubelski i goryczkową – Marynka, których uprawa prowadzona była na dwóch jednostkach glebowych: glebie brunatnej wytworzonej z lessu (RZD Jastków) i madzie średniej (RZD Kępa); (3).

Podstawą określenia pobrania składników pokarmowych z gleby były wyniki badań struktury plonu oraz zawartość składników oznaczona w plonie głównym i ubocznym (3).

Uzyskane wyniki poddano ocenie statystycznej metodą analizy wariancji przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI

Na podstawie badań struktury plonu oraz składu chemicznego roślin (3) określono pobranie składników pokarmowych z gleby chmielnika wraz z plonem głównym i ubocznym przez krajowe odmiany chmielu – aromatyczną Lubelski i goryczkową Marynka (tab. 1, rys. 1).

Pobranie N, P, K i Mg przez chmiel było nieznacznie wyższe w przypadku odmiany goryczkowej Marynka w stosunku do odmiany aromatycznej Lubelski (tab. 1). Jedynie pobranie Ca było wyższe u odmiany Lubelski. Różnice te wynikają przede wszystkim z uzyskanych plonów, ale też, jak należy sądzić, z pokroju roślin i związanej z tym proporcji plonu głównego i ubocznego oraz specyficznego składu chemicznego poszczególnych elementów plonu. Odmiana Lubelski charakteryzuje się większym udziałem plonu ubocznego, w tym liści (ok. 36% plonu ogólnego), w których stwierdzono znacznie wyższą zawartość Ca (3).

Nieznaczne odmianowe różnice w pobraniu składników pokarmowych przez chmiel odmiany aromatycznej Lubelski i goryczkowej Marynka nie były statystycznie istotne (tab. 1).

Wykazano, że średnio (lata \times miejsce \times odmiany) chmiel przy plonie szyszek $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ pobierał z gleby wraz z plonem głównym i ubocznym około: 160 kg N, 15 kg P (35 kg P_2O_5), 115 kg K (140 kg K_2O), 150 kg Ca (210 kg CaO) i 38 kg Mg (63 kg MgO); (tab. 1).

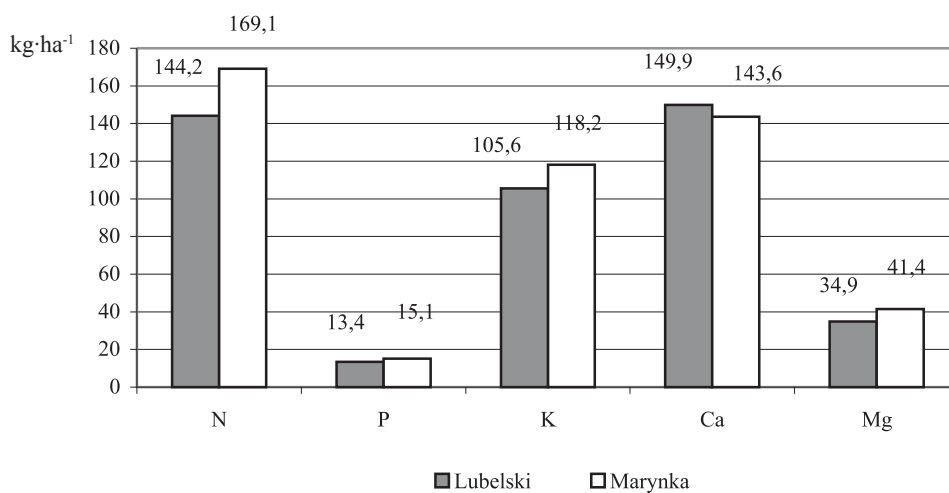
W uzyskanych wynikach z lat 2001–2002 zaobserwowano duży rozrzut pomiędzy odmianami, miejscami i latami badań – stąd w zdecydowanej większości porównywa-

Tabela 1

Pobranie składników pokarmowych przez chmiel
Nutrient uptake by hop

Odmiana chmielu Hop cultivar	Miejsce Place	Rok Year	Pobranie; Uptake (kg·ha ⁻¹)				
			N	P	K	Ca	Mg
Aromatyczna; Aroma Lubelski	Jastków	2001	167,2	17,9	124,2	156,7	32,0
		2002	143,9	13,9	97,3	184,5	39,8
	Kępa	2001	128,2	11,8	100,9	105,1	27,6
		2002	137,3	10,3	99,8	153,2	40,2
Średnio; Mean			144,2	13,4	105,6	149,9	34,9
Goryczkowa; Alpha Marynka	Jastków	2001	203,2	25,6	154,6	174,4	44,5
		2002	169,8	13,0	111,1	138,6	36,9
	Kępa	2001	142,7	11,3	102,4	123,7	39,1
		2002	160,6	10,3	104,6	137,6	45,0
Średnio; Mean			169,1	15,1	118,2	143,6	41,4
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$) dla odmian; for cultivars			r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Średnio chmiel; Mean hop			156,7	14,3	111,9	146,8	38,2

r.n. – różnice nieistotne; differences not significant



Rys. 1. Pobranie składników pokarmowych przez chmiel (kg·ha⁻¹) – 2001–2002
Nutrient uptake by hop (kg·ha⁻¹) – 2001–2002

nych wyników nie stwierdzano istotnego zróżnicowania (tab. 2). Wystąpiło jedynie istotnie większe pobranie N przez pędy boczne i szyszki odmiany goryczkowej Marynka oraz większe pobranie Mg przez liście tej odmiany (tab. 2).

Tabela 2

Pobranie składników pokarmowych przez poszczególne części rośliny chmielu odmiany Lubelski (Lub) i Marynka (Mar)
Nutrient uptake by organs of aroma cultivar Lubelski (Lub) and alpha cultivar Marynka (Mar) of hop

Części roślin Plant organ	Jednostka Unit	N		P		K		Ca		Mg	
		Lub	Mar	Lub	Mar	Lub	Mar	Lub	Mar	Lub	Mar
Pędy główne; Main shoots	kg·ha ⁻¹	15,5	15,3	2,2	1,8	15,0	14,8	38,0	20,5	7,5	3,7
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)		r.n.		r.n.		r.n.		r.n.		r.n.	
Pędy boczne; Lateral shoots	kg·ha ⁻¹	10,7	9,0	16,4	11,9	14,2	12,5	25,4	14,2	21,5	9,0
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)		2,37		r.n.		r.n.		r.n.		r.n.	
Lście; Leaves	kg·ha ⁻¹	6,5	8,2	8,2	7,3	11,1	13,4	7,6	7,0	7,2	9,0
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)		r.n.		r.n.		r.n.		r.n.		r.n.	
Szyszki; Hop cones	kg·ha ⁻¹	49,7	38,0	29,1	21,2	36,1	24,0	55,5	65,4	54,1	59,8
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)		26,38		r.n.		r.n.		r.n.		r.n.	
Razem; Total	kg·ha ⁻¹	33,1	44,8	46,3	59,6	38,6	50,1	11,5	13,4	17,2	22,2
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)		r.n.		r.n.		r.n.		r.n.		r.n.	
	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

r.n. – różnice nieistotne; differences not significant

Generalnie, największa ilość składników pokarmowych, od 71 do 82% z ogólnej puli pobrania N, P, K, Ca, Mg gromadzi się w szyszkach i liściach chmielu. Pomijając nieznaczne różnice odmianowe, chmiel średnio w liściach gromadził ok. 44% N, 25% P, 30% K, 60% Ca i 57% Mg, natomiast w szyszkach ok. 39% N, 53% P, 45% K, 13% Ca i 20% Mg ogólnej puli pobrania (tab. 2).

Odmianowe różnice w pokroju roślin, zwłaszcza udział liści i szyszek (i związana z tym proporcja plonu głównego i ubocznego) oraz specyficzny skład chemiczny poszczególnych elementów plonu modyfikują % udział składników pokarmowych w plonie ogólnym s.m. z ha (tab. 3).

Tabela 3

Pobranie składników pokarmowych przez chmiel oraz ich % udział w plonie ogólnym wyrażonym w kg s.m.·ha⁻¹ (Lubelski – 5530 kg·ha⁻¹ i Marynka – 5860 kg·ha⁻¹)
Nutrient uptake by hop and their percentage in total yield (in kg DM·ha⁻¹)
(Lubelski – 5530 kg·ha⁻¹ i Marynka – 5860 kg·ha⁻¹)

Składnik Nutrient	Odmiana chmielu; Cultivar of hop				Średnio chmiel Mean	
	aromatyczna; aromatic Lubelski		gorzyczna; bitter Marynka		pobranie uptake (kg·ha ⁻¹)	%
	pobranie uptake (kg·ha ⁻¹)	%	pobranie uptake (kg·ha ⁻¹)	%		
N	144,2	2,61	169,1	2,89	156,7	2,75
P	13,5	0,24	15,1	0,26	14,3	0,25
K	105,6	1,91	118,2	2,02	111,9	1,97
Ca	149,9	2,71	143,6	2,45	146,8	2,58
Mg	34,9	0,63	41,4	0,71	38,2	0,67

Z analizy danych tabeli 4 wynika, że jakkolwiek rysują się nieznaczne różnice odmianowe w pobraniu składników pokarmowych, to średni poziom pobrania P i K z plonem głównym i ubocznym chmielu jest zbliżony, natomiast pobranie N z plonem ubocznym jest o około 50% większe, Ca około siedmiokrotnie większe i Mg około czterokrotnie większe niż z plonem głównym.

Do celów komputerowego programowania nawożenia chmielu w tabeli 5 przeliczono pobranie składników pokarmowych na tonę plonu głównego oraz relatywne pobranie w plonie ubocznym.

Uwzględniając różnice odmianowe przedstawione w tabeli 4 oraz średnie pobranie przedstawione w tabeli 5 można przyjąć, iż chmiel na 1 tonę plonu głównego – szyszek chmielu – pobiera: 80 kg N, 8 kg P, 58 kg K, 75 kg Ca i 20 kg Mg.

Uzyskane wyniki wskazują, iż stwierdzone faktyczne pobranie przez krajowe odmiany chmielu N, K i Mg na tonę plonu jest wyższe niż wielkości pobrania tych składników aktualnie wprowadzone do programu nawozowego NawSald.

Tabela 4

Pobranie składników pokarmowych przez chmiel w plonie głównym i ubocznym
Nutrient uptake by hop in main and side line crop (kg·ha⁻¹)

Odmiana chmielu Cultivar of hop	Plon Crop	N		P		K		Ca		Mg	
		kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
Aromatyczna Lubelski	plon główny; main crop	47,8	33,1	6,2	46,4	40,8	38,6	17,2	11,5	6,0	17,2
	plon uboczny; side-line crop	96,4	66,9	7,2	53,6	64,8	61,4	132,7	88,5	28,9	82,8
	Razem; Total	144,2	100,0	13,4	100,0	105,6	100,0	149,9	100,0	34,9	100,0
Goryczkowa; Alpha Marynka	plon główny; main crop	75,7	44,8	9,0	59,5	59,3	50,1	19,2	13,4	9,2	22,1
	plon uboczny; side-line crop	93,4	55,2	6,1	40,5	58,9	49,9	124,4	86,6	32,2	77,9
	Razem; Total	169,1	100,0	15,1	100,0	118,2	100,0	143,6	100,0	41,4	100,0
Średnio chmiel Mean	plon główny; main crop (2 t·ha ⁻¹)	61,7	39,4	7,6	53,3	50,0	44,7	18,2	12,4	7,6	19,9
	plon uboczny; side-line crop	94,9	60,6	6,6	46,7	61,8	55,3	128,5	87,6	30,6	80,1
	Razem; Total	156,6	100,0	14,2	100,0	111,8	100,0	146,7	100,0	38,2	100,0

Tabela 5

Pobranie składników pokarmowych przez chmiel w plonie głównym i ubocznym
w $\text{kg}\cdot\text{t}^{-1}$ plonu głównego
Nutrient uptake by hop in main and side line crop ($\text{kg}\cdot\text{t}^{-1}$ of main crop)

Plon Crop	Pobranie; Uptake				
	N	P	K	Ca	Mg
Plon główny; Main crop	30,9	3,8	25,0	9,1	3,8
Plon uboczny; Side-line crop	47,4	3,3	30,9	64,3	15,3
Razem; Total	78,3	7,1	55,9	73,4	19,1

Uzyskane wyniki dotyczące faktycznego pobrania składników pokarmowych przez aktualnie uprawiane w Polsce odmiany chmielu precyzują dla warunków krajowych dosyć rozbieżne dane literaturowe i mogą być podstawą do próby weryfikacji dotychczas zalecanych (na podstawie stwierdzonej zasobności gleby) dawek składników pokarmowych N, P, K, Ca, Mg dla aktualnie uprawianych w Polsce odmian chmielu, w tym do weryfikacji bazy danych w opracowanych w IUNG programach doradztwa nawozowego.

DYSKUSJA

Porównanie prezentowanych danych z wynikami badań R o s s b a u e r a (8) (przy takim samym poziomie plonu głównego $2\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) wskazuje na mniejsze pobranie przez krajowe odmiany chmielu P i K, natomiast większe pobranie Ca i Mg.

Uzyskane w badaniach wyniki, zarówno dla odmian, jak i uśrednione dla chmielu, mieszczą się w szerokich przedziałach podanych przez M a r o c k e, który wskazał, że w zależności od odmiany i wielkości plonu – chmiel pobiera z 1 hektara: 79–179 kg N, 23–56 kg P_2O_5 , 78–156 kg K_2O , 33–82 kg MgO i 137–252 kg CaO (4).

Prezentowane w tabeli 2 wyniki korespondują z wynikami badań Zattlera (cyt. za 10), który wykazał, że chmiel gromadzi w liściach około 45% ogólnej ilości N, 24% P, 28% K i 66% ogólnej ilości Ca, zaś w szyszkach odpowiednio około 38%, 49%, 43% i 16%.

Wykazana w tabeli 3 średnia procentowa zawartość składników pokarmowych w plonie ogólnym s.m. krajowych odmian chmielu w porównaniu z danymi podanymi przez R o s s b a u e r a (8) charakteryzujących chmiel niemiecki, wskazuje, że:

- zawartość N na poziomie 2,75% była o 0,17% wyższa niż w chmielu niemieckim (2,58%);
- zawartość P na poziomie 0,25% była o 0,09% niższa niż w chmielu niemieckim (0,34%);
- zawartość K na poziomie 1,97% była o 0,24% niższa niż w chmielu niemieckim (2,21%);

- zawartość Ca na poziomie 2,58 była o 0,23% wyższa niż w chmielu niemieckim (2,35%);
- zawartość Mg na poziomie 0,67% była większa o 0,28% niż w chmielu niemieckim (0,39%).

WNIOSKI

1. Wykazano, że średnio chmiel przy plonie szyszek 2 t·ha⁻¹ pobierał z gleby wraz z plonem głównym i ubocznym około: 160 kg N, 15 kg P (35 kg P₂O₅), 115 kg K (140 kg K₂O), 150 kg Ca (210 kg CaO) i 38 kg Mg (63 kg MgO).

2. Potrzeby pokarmowe chmielu można uszeregować następująco: azot > wapń > potas > magnez > fosfor.

3. Zarówno plon szyszek chmielu, jak i pobranie składników pokarmowych były wyższe w przypadku odmiany goryczkowej Marynka w stosunku do aromatycznej Lubelski, ale różnice te nie były istotne statystycznie.

4. Do celów komputerowego programowania nawożenia można przyjąć, iż chmiel na 1 tonę plonu głównego – szyszek pobiera następujące ilości składników pokarmowych: 80 kg N, 8 kg P, 58 kg K, 75 kg Ca i 20 kg Mg.

5. Uzyskane wyniki precyzują pobranie składników pokarmowych przez chmiel w warunkach krajowych i mogą być przyczynkiem do próby weryfikacji dotychczas zalecanych (na podstawie stwierdzanej zasobności gleby) dawek składników pokarmowych N, P, K, Ca, Mg dla aktualnie uprawianych w Polsce odmian chmielu, w tym do weryfikacji bazy danych w opracowanych w IUNG programach doradztwa nawozowego np. NawSald czy PLANO RS.

LITERATURA

1. Czuba R. i in.: Nawożenie mineralne roślin uprawnych. Police, 1996, 127-128.
2. Dwornikiewicz J.: Regionalizacja produkcji chmielu w Polsce. Pam.Puł., 2002, **130/I**: 125-135.
3. Dwornikiewicz J.: Plon główny i uboczny oraz zawartość składników pokarmowych w roślinach chmielu. Pam.Puł., 2006, **142**: 75-81.
4. Marocke R.: Einige Beobachtungen über der Erzeugung von Trockensubstanz und den Nährstoffzug verschiedener Hopfensorten im Laufe der Jahre 1964 und 1965. Hopfen Rundschau, 1967, **10**: 12-15.
5. Mazur T.: Ekologiczne uwarunkowania nawożenia w rolnictwie jutra. Zesz. Nauk. AR Kraków, 1999, **349**: 263-270.
6. Migdal J. i in.: Poradnik plantatora chmielu. IUNG, 1996, 133-160.
7. Roberts S., Nelson C.: Hop nutrient uptake and the relationship between quality and nutrient content of hop cones. Washington Agricultural Experiment Stations, Institute of Agricultural Sciences, Washington State University, 1961, Bulletin 630.
8. Rossbauer G.: World Fertilizer Use Manual. Hops (*Humulus lupulus* L.) <http://www.fertilizer.org/ifa/publicat/html/pubman/hops.htm>. (20.03.2006).
9. Rybaček V. i in.: Chmelářství. Statní Zemedelské Nakladatelství. Praha, 1980, 172-175.

10. S z e w c z u k Cz.: Ocena stanu odżywienia roślin chmielu na podstawie plonów szyszek oraz analiz chemicznych liści i gleby. AR Lublin. Rozpr. hab., 1988, 110.
11. Z a t t l e r F: Hopfen. W: Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung. Band III. Springen-Verlag, Wien-New York, 1965, 1097-1133.

NUTRIENT UPTAKE BY HOP

Summary

There has been a long-standing discrepancy in the literature with regard to the total uptake of nutrients by hop ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (in the main and sideline crop). These estimations, depending on the author, range from 117 to 272 kg N, 38 to 75 kg P_2O_5 , 110 to 257 kg K_2O , 154 to 296 CaO and from 27–75 kg MgO. It was shown that in Poland on an average (years \times locations \times varieties) at the cone yield of $2\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, the total nutrient uptake with the main and the sideline crop amounted to: 160 kg N, 15 kg P (35 kg P_2O_5), 115 kg K (140 kg K_2O), 150 kg Ca (210 kg CaO) and 38 kg Mg (63 kg (MgO)).

Praca wpłynęła do Redakcji I II 2006 r.