

Czesław SZEWCZUK

**Ustalenie wzorca stanu odżywienia chmielu
makro- i mikroelementami**

Establishment of a Pattern of the Nourishment State of Hop with Macro- and Micro-Elements

Potrzeby nawozowe roślin określa się na podstawie ścisłych doświadczeń polowych oraz testów glebowych i roślinnych (4). Analizy gleby i materiału roślinnego wzajemnie się uzupełniają, co umożliwia trafniejsze wyznaczenie dawek nawozowych. Wielu autorów sądzi jednak, że na podstawie analizy chemicznej roślin można dokładniej określić potrzeby nawozowe. Dotyczy to zwłaszcza mikro-elementów oraz potrzeb nawożenia azotem (1, 2, 6, 8). Diagnostykę liściową wykorzystuje się najczęściej w uprawie roślin wieloletnich (2, 7), gdzie otrzymane wyniki analiz można wykorzystać nie tylko w danym okresie wegetacji, ale też pod zbiory w roku następnym.

W Polsce nie prowadzono dotychczas badań dotyczących potrzeb pokarmowych chmielu w oparciu o analizy chemiczne części nadziemnych. Niniejsza praca jest próbą uzupełnienia tego braku.

CEL I METODYKA BADAŃ

Głównym celem pracy jest wyznaczenie optymalnej zawartości makro- i mikroelementów w liściach chmielu na podstawie analizy chemicznej liści i plonu szyszek z produkcyjnych plantacji chmielu.

Badania prowadzono w latach 1982-1984 na 502 plantacjach w pełni plonujących, co najmniej 4-letnich, odmiany Lubelskiej w województwie lubelskim i zamojskim. Plantacje te zlokalizowane były na 3 jednostkach systematycznych gleb: madach średnich - F (gminy: Wilków i Łaziska), glebach bielcowych wytworzonych z piasków gliniastych - A₂ (Spiczyn, Ludwin i Łączna) oraz na glebach brunatnych wytworzonych z lessów (już wymienione gminy oraz Karczmiska, Rudnik, Żółkiewka, Sitno i Skierbieszów).

Reprezentatywne próbki zdrowych, nie uszkodzonych liści wraz z ogonkami pobierano na początku kwitnienia roślin (3-15 lipca) z pędów głównych na wysokości 150-200 cm. W wysuszonych i zmielonych próbkach oznaczono N_{og} - metodą Kjeldhalda; N-NO₃ - potencjometrycznie w ekstrakcie 2% CH₃COOH; P - kolorymetrycznie metodą wanado-molibdenową i B - kolorymetrycznie z dwuantrymidem. Pozostałe składniki: K, Mg, Ca, Na, Zn, Mn, Fe i Cu oznaczono metodą ASA. Składniki te z wyjątkiem azotanów określono po mineralizacji liści na makro w H₂SO₄.

Wyniki liczbowe dotyczące analiz chemicznych liści oraz plonów szyszek opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji i regresji.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Analizowane plantacje charakteryzowały się dość dużą zmiennością pod względem zawartości poszczególnych składników pokarmowych w liściach (tab. 1), co należy tłumaczyć zróżnicowanym odczynem i zasobnością gleb, nawożeniem, przebiegiem pogody, wiekiem plantacji itp. (8). W obrębie makroskładników największą zmienność notowano w zawartości P i N-NO₃ (wsp. zmienności odpowiednio: 37 i 36%), a następnie K, Mg i Ca (28, 25 i 23%). Zdecydowanie najmniejszą zmienność wykazywała natomiast zawartość N_{og.} (10%). W przypadku mikroelementów najsilniej zróżnicowana była zawartość Cu i Zn, gdzie współczynnik zmienności przekroczył 100%. Duże zróżnicowanie wyników stwierdzono też w zawartości Mn (76%), zaś najmniejsze w zawartości Fe i B (29 i 30%).

Tab. 1. Zawartość składników pokarmowych w liściach analizowanych plantacji chmielu
The content of nutrients in the leaves of the analyzed hop plantations

Składniki pokarmowe ^x	Wartości średnie	Wartości skrajne	Obch. stand.	Współ. zmienności %
N	3,390	2,51-4,44	0,330	10
N-NO ₃	0,303	0,07-0,62	0,109	36
P	0,498	0,19-1,03	0,182	37
K	2,740	0,74-4,73	0,760	28
Mg	0,944	0,51-1,73	0,235	25
Ca	4,570	1,76-7,35	1,040	23
Na	211	73-461	72	34
B	41,1	18,1-79,1	12,5	30
Zn	284	89-3720	307	108
Mn	665	42-3249	501	76
Fe	279	20-563	81	29
Cu	504	15-7619	869	173
Plony szyszek w t/ha	1,36	0,72-2,14	2,68	20

x - makroelementy podano w % s. m.

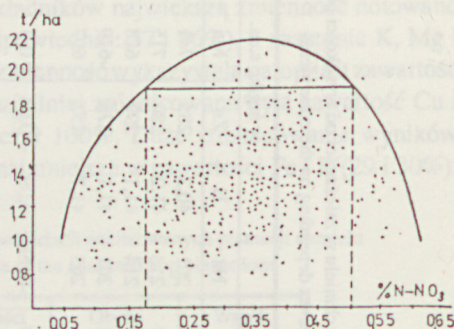
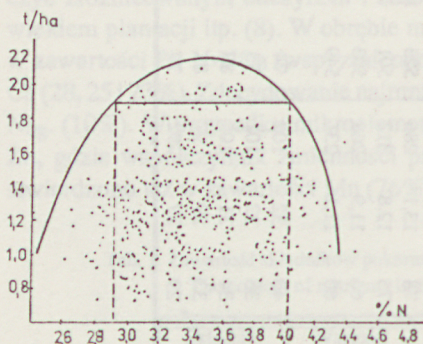
Plony szyszek chmielu z analizowanych plantacji kształtowały się w granicach od 0,72 do 2,14 t/ha, przy średniej 1,36 t/ha (tab. 1, ryc. 1-9). Plon jest wypadkową wielu czynników przyrodniczych i agrotechnicznych. Uprawiając rośliny wieloletnie, trzeba też brać pod uwagę fakt, że po osiągnięciu optimum, w miarę starzenia plantacji ma miejsce naturalny spadek produktywności roślin (8). Z kolei w wyniku wieloletniego nawożenia następuje wzrost zasobności gleby w określone składniki pokarmowe, co w dalszej konsekwencji powoduje podwyższenie ich zawartości w częściach nadziemnych.

Prawdopodobnie wszystko to uzasadnia, dlaczego w niniejszych badaniach nie stwierdzono istotnego związku między plonami szyszek a zawartością poszczególnych składników pokarmowych w liściach (wyniki opracowywano statystycznie za pomocą analizy wariancji oraz regresji liniowej i krzywoliniowej drugiego stopnia). Wraz ze wzrostem plonów notuje się jednak mniejsze wahania w zawartości składników pokarmowych w liściach, co świadczy o bardziej zrównoważonej i stabilnej zawartości poszczególnych

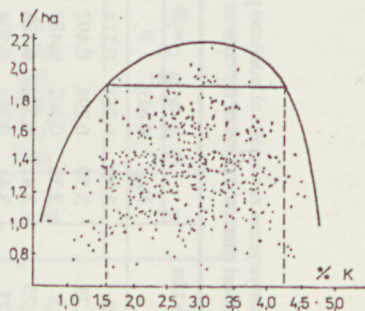
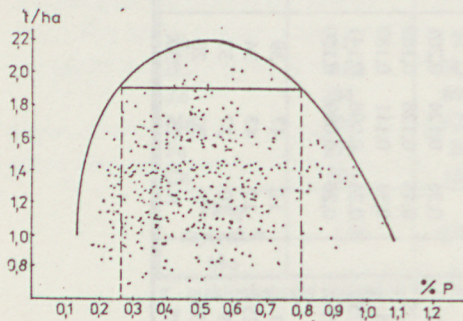
Tab. 2. Charakterystyka statystyczna zawartości składników pokarmowych w liściach chmielu w zależności od wysokości plonów szyszek
A statistical characterization of the content of nutrients in the hop leaves depending on the cone yields

Wyszczególnienie	Plony w t/ha	w % s. m.						w mg/kg s. m.					
		N _{og.}	N-NO ₃	P	K	Mg	Ca	Na	B	Zn	Mn	Fe	Cu
wartości	<1,0	3,39	0,263	0,514	2,50	0,968	4,20	201	40,2	285	741	284	625
średnie	1,0-1,25	3,39	0,294	0,497	2,84	0,898	4,27	218	41,2	280	715	298	510
	1,26-1,5	3,38	0,302	0,489	2,67	0,954	4,67	214	41,1	297	628	272	541
	1,51-1,75	3,41	0,322	0,508	2,87	0,967	5,02	201	41,1	275	619	268	395
	>1,75	3,41	0,351	0,504	2,83	0,956	4,61	205	41,7	252	697	279	386
współcz. korelacji prostej (r)		0,01	0,10	0,05	-0,02	0,07	0,10	-0,09	0,09	-0,04	0,0	-0,15	-0,03
odchylenia stand.	<1,0	0,36	0,124	0,201	0,80	0,269	1,21	81	13,0	291	548	85	1083
	1,0-1,25	0,45	0,128	0,169	0,76	0,258	1,18	78	13,1	286	523	104	898
	1,26-1,5	0,34	0,111	0,183	0,79	0,254	0,98	73	12,8	312	501	80	868
	1,51-1,75	0,24	0,098	0,141	0,67	0,212	0,82	66	11,9	268	503	68	682
	>1,75	0,26	0,089	0,150	0,54	0,198	0,74	60	11,1	231	549	56	643
współcz. zmienności w %	<1,0	11	47	39	32	28	29	40	32	102	74	30	173
	1,0-1,25	13	43	34	27	29	28	36	32	102	73	35	176
	1,26-1,5	10	37	37	30	27	21	34	31	105	80	29	160
	1,51-1,75	7	30	28	23	22	16	33	29	97	81	25	173
	>1,75	8	25	30	19	21	16	29	27	92	79	20	167

składników. Potwierdzają to obliczone dla 5 przedziałów plonowych współczynniki zmienności (tab. 2). W przypadku $N-NO_3$ i Ca można zauważyć tendencję wzrostu zawartości tych składników w miarę podnoszenia plonów (najsilniej zaznaczone, jakkolwiek nieistotne współczynniki korelacji prostej przy $p=0,05$ - tab. 2).



Wychodząc z założenia, że wraz ze wzrostem plonów czynniki przyrodnicze, agrotechniczne jak też zawartości składników pokarmowych są najbliższe optimum, możliwe wydaje się ustalenie optymalnej zawartości poszczególnych składników w liściach na podstawie najwyższych uzyskanych w danych warunkach plonów szyszek. W niniejszych badaniach przeprowadzono to metodą od W e b b a (9), zamieszczoną w pracy Ne u b e r t a (5).

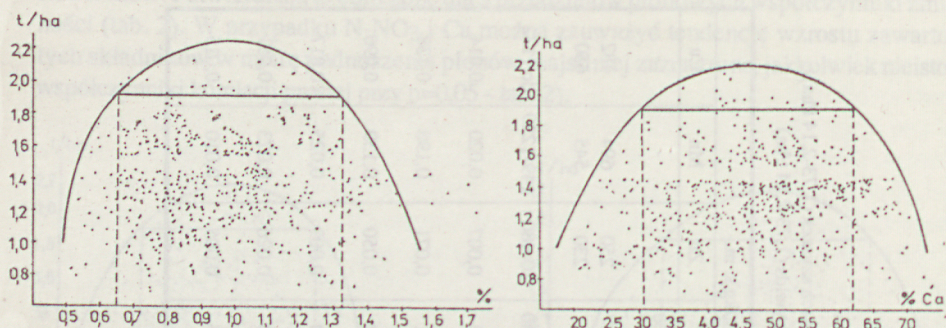


Nanosząc na układ współrzędnych prostokątnych wyniki dotyczące plonów szyszek oraz odpowiadające im zawartości poszczególnych składników pokarmowych, uzyskano "chmurę" punktów w kształcie paraboli, odpowiadającej linii granicznej W e b b a (9). Następnie wystawiono sieczną do tej linii w punkcie na wysokości średniej z 10% maksymalnych plonów (w niniejszych badaniach - 1,9 t/ha szyszek). Punkty przecięcia linii W e b b a przez sieczną wyznaczają optymalny zakres koncentracji składników pokarmowych przy których można uzyskać osiągalne - maksymalne w danych warunkach plony szyszek. Zakresy te przedstawiono w tab. 3 oraz ryc. 1-9.

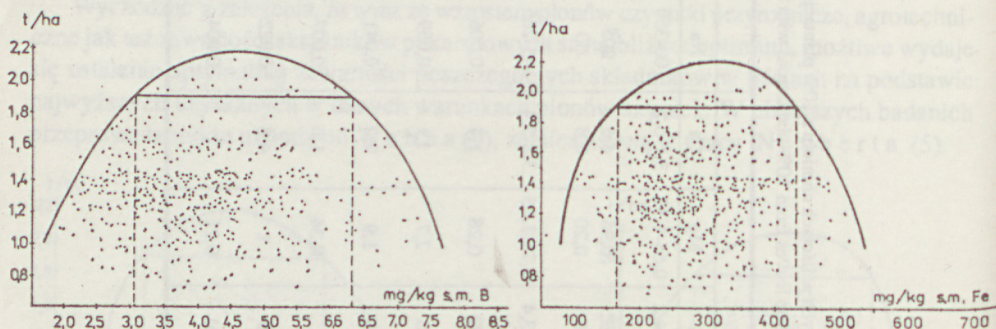
Na plantacjach produkcyjnych o plonach decyduje wiele czynników, dlatego ustalone w niniejszej pracy optymalne zawartości składników wahają się w stosunkowo szerokim przedziale. Wydaje się jednak, że optymalne zawartości ustalone na podstawie 502 plantacji o zróżnicowanej agrotechnice i warunkach siedliskowych są bardziej miarodajne niż stwierdzone w kontrolowanych warunkach pojedynczego doświadczenia ścisłego.

Tab. 3. Charakterystyka zawartości składników pokarmowych w liściach chmielu z 10% plantacji o najwyższych plonach szyszek (1,73-2,14 t/ha)
The characteristics of the content of nutrients in the hop leaves from 10% plantations with the highest hop cone yields (1,73-2,14 t/ha)

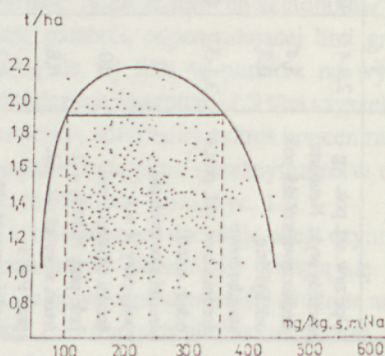
Wyszczególnienie	w % s. m.						w mg/kg s. m.					
	N	N-NO ₃	P	K	Mg	Ca	Na	B	Fe	Zn	Mn	Cu
Opt. zaw. skl. pok. wg metody wykr. Neuberta	2,9-4,0	0,18-0,50	0,27-0,80	1,7-4,2	0,65-1,32	3,1-6,2	100-350	31-63	170-430	-	-	-
średnia zawartość skl. pok.	3,4	0,35	0,50	2,8	0,95	4,6	205	42	284	250	694	482
odchylenie standardowe	0,3	0,10	0,15	0,6	0,20	0,8	60	11	56	230	545	650
średnia zaw. skl. pok.± odch. stand.	3,1-3,7	0,25-0,45	0,35-0,65	2,2-3,4	0,75-1,15	3,8-5,4	145-265	31-53	228-340	20-480	149-1239	do 1132
średni stosunek skl. pok. przy N = 1	1	0,10	0,15	0,82	0,28	1,4	0,006	0,0012	0,008	0,007	0,020	0,014
średni stosunek skl. pok. przy N-NO ₃ = 1	10	1	1,4	8,0	2,7	13	0,059	0,0120	0,081	0,071	0,198	0,138
średni stosunek skl. pok. przy P = 1	6,8	0,70	1	5,6	1,9	9,2	0,041	0,0084	0,057	0,050	0,139	0,096
średni stosunek skl. pok. przy K = 1	1,2	0,12	0,18	1	0,34	1,6	0,007	0,0015	0,010	0,009	0,025	0,017
średni stosunek skl. pok. przy Mg = 1	3,6	0,37	0,53	2,9	1	4,8	0,022	0,0044	0,030	0,026	0,073	0,051
średni stosunek skl. pok. przy Ca = 1	0,74	0,08	0,11	0,61	0,21	1	0,004	0,0009	0,006	0,005	0,010	0,015



Problematiczne w niniejszych badaniach staje się wyznaczanie optymalnej zawartości Cu, Zn i Mn, gdyż przy bardzo dużym rozrzucie wyników naniesione punkty nie układały się w kształcie paraboli, prawdopodobnie dlatego, że ich koncentracja (zwłaszcza Cu i Zn) zależy w dużym stopniu od stosowanych fungicydów. Zawartość Mn silnie uzależniona



była natomiast od odczynu gleby, co pokrywa się z badaniami wielu autorów (1, 2, 3, 6, 8). Skrajne zawartości tych mikroelementów w liściach z najwyższej plonujących 10% plantacji należy więc traktować jako orientacyjne. Istotne przy tym są przede wszystkim dolne granice, gdyż górne są uzależnione w przypadku Cu i Zn od terminu oprysku fungicydami przed pobieraniem próbek liści. W przypadku Cu zawartość ta kształtuje się w granicach od 17 do 2929 mg, Zn od 97 do 809 mg i Mn od 127 do 2015 mg/kg s. m. liści.



Jakkolwiek wraz ze wzrostem plonów szyszek zwiększa się odsetek plantacji z optymalną zawartością poszczególnych składników, to jednak również przy plonach niskich jest on dość wysoki (ryc. 1-9). W tym przypadku niskie plony należy tłumaczyć innymi czynnikami, przede wszystkim nieprawidłową agrotechniką plantacji, ale też stosunkiem składników pokarmowych względem siebie. Wielu autorów uważa, że daje to niekiedy lepszy obraz stanu odżywienia rośliny niż bezwzględna zawartość poszczególnych składników (1, 2, 3, 7). Wynika to z wzajemnych zależności pomiędzy pierwiastkami o charakterze antagonistycznym lub synergistycznym, które ujawniają się szczególnie przy większym niedoborze lub nadmiarze niektórych składników.

Należy przy tym dodać, że o ile zawartość składników odnosi się do ściśle określonej fazy rozwojowej rośliny to stosunki między składnikami utrzymują się na względnie stałym poziomie w szerszym przedziale czasowym. Ze względów praktycznych jest to więc dość istotny argument przemawiający m. in. za celowością wykorzystania w diagnostyce roślinnej metody DRIS (8, 10). Stosunki pomiędzy składnikami z 10% plantacji o najwyższych plonach szyszek przedstawiono w tab. 3.

WNIOSKI

Wraz ze wzrostem plonów szyszek notuje się mniejsze zroznicowanie zawartości większości składników pokarmowych w liściach chmielu. Pozwoliło to na wykreślne wyznaczenie metodą zamieszczoną w pracy Neuberta (5) optymalnej zawartości składników.

Zawartość ta kształtuje się następująco: N_{og} - od 2,9 do 4,0%; $N-NO_3$ - od 0,18 do 0,5%; P - od 0,27 do 0,8%; K - od 1,7 do 4,2%; Mg - od 0,65 do 1,3%; Ca - od 3,1 do 6,2%; Na - od 100 do 350 mg; B - od 31 do 63 mg i Fe - od 170 do 430 mg/kg s. m. liści.

PIŚMIENNICTWO

1. Bergmann W., Neubert P.: Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. VEB Gustav Fischer Verl. Jena 1964
2. Cerling W. W.: Agrochimicheskie osnovy diagnostiki mineralnogo pitania sielskochoz jajstwiennych kultur. Izdatielstwo "Nauka". Moskwa 1978.
3. Dolzmann H., Schmidt U.: Untersuchungen zum Mikronahrstoffgehalt von Hopfen und Hopfendboden. VEB Hopfen und Mlz, Leipzig 1974.
4. Fotyma M.: Określenie potrzeb nawozowych roślin w oparciu o testy chemiczne. Post. Nauk Roln. 3, 123-134, 1977.
5. Neubert P.: Osnovy i primienienija rastitielnogo analiza sielskochozjajstwiennych kultur. Akademija Pitaniija - Jena 1982.
6. Nowosielski O.: Zasady opracowywania zaleceń nawozowych w ogrodnictwie. PWRiL, Warszawa 1978.
7. Rybacek V., Pichl J., Vrabec J.: Diagnostika obsahu hlavnich prvků v chmelových rostlinach. Rostlinna Vyroba 3, 227-235, 1976.
8. Szewczuk C.: Ocena stanu odżywienia roślin chmielu na podstawie plonów szyszek oraz analiz chemicznych liści i gleby. Rozprawa habilitacyjna, Wyd. AR, Lublin 1988.
9. Webb R. A.: Use of the boundary line in the analysis of biological data. J. Hort. Sci., 47, 309-319, 1972.
10. Vilemeyer H.P., Fotyma M.: Stan i perspektywy diagnostyki potrzeb nawozowych na podstawie analizy roślin. Fragmenta Agronomica, 1 (21), 5-32, (VI) 1989.

SUMMARY

The work made use of the graphic method adopted in Neubert's work (5) to determine the content of macro- and micro-elements in the hop leaves on the basis of chemical analyses and cone yields from 502 productive plantations. The samples of leaves were taken at the beginning of flowering from the main shoots at the height of 150-200 cm. The optimum content of particular elements was as follows: Nog. - from 2,9 to 4,0%; N-NO₃ - from 0,18 to 0,5%; P - from 0,27 to 0,8%; K - from 1,7 to 4,2%; Mg - from 0,65 to 1,3%; Ca - from 3,1 to 6,2%; Na - from 100 to 350 mg; B - from 31 to 63 mg and Fe - from 170 to 430 mg/kg of the leaves dry mass. However, this method was not useful in determining the optimum content of Cu, Zn and Mn because of very big dispersion of the results of the analyses.