

Instytut Szczegółowej Uprawy Roślin AR w Lublinie

Czesław SZEWCZUK

Zależność między odczynem i zasobnością gleb w P, K i Mg a zawartością makroelementów w liściach chmielu

Зависимость между реакцией и содержанием P, K и Mg в почвах и содержанием макроэлементов в листьях хмеля

The Dependency between the Reaction and Richness of Soils in P, K, and Mg, and the Content of Macroelements in Hop Leaves

W wyniku wieloletniego (do 25 lat) nawożenia mineralnego chmielników następuje często nadmierne nagromadzenie w glebie składników pokarmowych, zwłaszcza fosforu i potasu (1, 5, 10, 11). Racjonalne nawożenie powinno się opierać na systematycznych badaniach odczynu i zasobności gleb. W Czechosłowacji ocenę zasobności gleb chmielników przeprowadza się w odstępach trzyletnich (10), a w RFN co 3–4 lata (13). W Polsce badania takie przeprowadzono dwukrotnie, w latach 1972–1974 oraz 1982–1984. Niektórzy autorzy wyrażają pogląd, że plony roślin w większym stopniu korelują z zawartością składników pokarmowych w części nadziemnej niż w glebie (2, 3, 6). Dlatego też w Czechosłowacji oprócz systematycznych badań odczynu i zasobności gleb przeprowadza się corocznie chemiczną analizę liści i na tej podstawie ustala dodatkowe nawożenie pogłównie (2, 12). Wilhelm (12) stwierdza, że na ogół przy właściwym stosunku składników pokarmowych w glebie, analizy liściowe potwierdzają tę zasobność tylko z niewielkimi odchyleniami uzależnionymi od przebiegu pogody. Zrównoważone pobieranie składników zachodzi zwłaszcza na glebach próchnicznych, przy dobrych właściwościach powietrzno-wodnych, wysokiej aktywności biologicznej i właściwej agrotechnice. Należy się jednak liczyć z tym, że właściwości fizyczne gleb, zwłaszcza starszych chmielników, są niezbyt korzystne dla wegetacji roślin a tym samym pobierania składników pokarmowych.

Z uwagi na możliwość wykorzystania w Polsce diagnostyki roślinnej do opracowania zaleceń nawożenia chmielu, wydaje się celowe przeprowadzenie badań nad wpływem odczynu i zasobności gleby na zawartość składników pokarmowych w liściach.

METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono w latach 1982–1984 na 124 plantacjach chmielu w woj. lubelskim i zamojskim na 3 jednostkach glebowych: madach (F) — 35 plantacje, glebach bielcowych wytworzonych z piasków gliniastych (A_2) — 35 oraz na brunatnych glebach lessowych (B_6) — 54 plantacje. Analizy gleby były wykonywane w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Lublinie na zlecenie Związku Plantatorów Chmielu. Próbkę gleb pobierano z dwóch poziomów: orno-próchnicznego (0–25 cm) i z podglebia (26–40 cm). Oznaczono pH w 1 n KCl, przyswajalne formy fosforu i potasu metodą Egnera-Riehma oraz magnezu Schachtschabela.

Próbki liści z plantacji pobierano na początku kwitnienia roślin w okresie od 3 do 15 lipca. Liście wraz z ogonkami zrywane były z pędu głównego z wysokości 150–200 cm. Po wysuszeniu i zmieleniu próbek oznaczono następujące składniki pokarmowe: N og. — metodą Kjeldahla, $N-NO_3$ — potencjometrycznie za pomocą elektrody jonoselektywnej w ekstrakcie 2% CH_3COOH i P — kolorymetrycznie metodą wanadomolibdenową. Pozostałe składniki: K, Mg i Ca oznaczane były metodą ASA. Wszystkie składniki z wyjątkiem azotanów oznaczono po mineralizacji liści na mokro w H_2SO_4 . Uzyskane wyniki opracowano statystycznie za pomocą korelacji prostej.

OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Analizowane plantacje charakteryzowały się odczynem przeciętnie kwaśnym (zwłaszcza wytworzone z piasków gliniastych — A_2 i lessów — B_6) lub lekko kwaśnym (mady — F), jakkolwiek ponad 20% gleb plantacji wykazywało obojętne lub zasadowe pH (tab. 2). W obydwu poziomach profilu glebowego notowano zbliżony odczyn.

Średnia zawartość fosforu w orno-próchnicznej warstwie gleby wynosiła 27,2 mg, podczas gdy w podglebiu była ponad dwukrotnie niższa 11,9 mg/100 g gleby. Bardzo duże zróżnicowanie notowano też między plantacjami — od 3,2 do 45 mg w poziomie pierwszym oraz od 1,6 do 40 mg P_2O_5 w drugim. Należy tu dodać, że optymalna zawartość tego składnika mieści się w przedziale 20–35 mg/100 g gleby (5, 13).

Zasobność analizowanych gleb w K_2O w warstwie orno-próchnicznej wynosiła średnio 36,9 w A_2 ; 32,9 w B_6 i 26,1 mg/100 g gleby w F, przy wahaniach od 3,7 do 85 mg w warstwie próchnicznej oraz od 2 do 60 mg w podglebiu. Potas kumulował się również głównie w warstwie powierzchniowej, jakkolwiek różnice w stosunku do podglebia w tym przypadku były mniejsze, zwłaszcza na piaskach gliniastych (tab. 2). Optymalną zawartość potasu (25–40 mg) w warstwie orno-próchnicznej notowano na 23,4% plantacji, zaś w podglebiu — 18,5%. Ponad 30% plantacji wykazywało natomiast w poziomie 0–25 cm bardzo wysoką, a nawet nadmierną zasobność gleby w ten składnik.

Zawartość magnezu w poszczególnych glebach była najbardziej zróżnicowana (od 4,1 mg w A_2 do 13,5 mg/100 g gleby w F). Między plantacjami zawartość Mg oscylowała w granicach od 2 do 20 mg w poziomie pierwszym oraz od 1,4 do 20 mg w drugim. Ponad 20% gleb plantacji wykazywało niską zawartość Mg (do 4 mg), ale też ponad 30% wysoką i bardzo wysoką zawartość tego składnika (> 9 mg — tab. 1).

Tab. 1. Wpływ odczynu (pH w 1 n KCl) i zasobności gleby (mg/100 g gleby) na zawartość składników pokarmowych w liściach

The influence of the reaction (pH in 1 n KCl) and soil richness (mg/100 g of the soil) on the nutrient availability in leaves

Odczyn i zasobność gleby	% udział plantacji	Wiek plantacji w latach	w % suchej masy					
			N	N-NO ₃	P	K	Mg	Ca
pH w poz. 0-25 cm								
do 4,5	12,1	11	3,60	0,322	0,551	3,15	0,851	4,09
4,6-5,5	36,3	10	3,54	0,312	0,560	3,06	0,883	4,30
5,6-6,5	31,4	14	3,55	0,310	0,572	3,03	0,903	4,51
> 6,5	20,2	11	3,45	0,300	0,511	2,74	0,981	4,87
pH w poz. 26-40 cm								
do 4,5	10,5	10	3,66	0,309	0,606	3,08	0,775	3,89
4,6-5,5	37,9	11	3,58	0,314	0,571	3,16	0,871	4,26
5,6-6,5	30,6	13	3,48	0,305	0,551	2,97	0,930	4,62
> 6,5	21,0	10	3,42	0,307	0,500	2,69	0,991	4,84
P ₂ O ₅ w poz. 0-25 cm								
do 10	9,7	8	3,48	0,333	0,503	2,97	0,907	4,47
10,1-20	23,4	8	3,55	0,276	0,535	2,98	0,935	4,22
20,1-35	33,9	11	3,49	0,317	0,552	2,91	0,866	4,44
35,1-60	33,0	14	3,57	0,321	0,583	3,11	0,922	4,62
P ₂ O ₅ w poz. 26-40 cm								
do 10	57,3	11	3,55	0,315	0,545	3,04	0,879	4,39
10,1-20	28,2	11	3,46	0,298	0,541	2,89	0,962	4,58
20,1-35	14,5	15	3,57	0,315	0,612	3,04	0,896	4,48
K ₂ O w poz. 0-25 cm								
do 12	11,3	6	3,43	0,301	0,456	2,67	0,973	4,70
12,1-25	33,1	9	3,50	0,284	0,529	2,74	0,918	4,41
25,1-40	23,4	13	3,58	0,313	0,563	3,12	0,845	4,40
40,1-60	27,4	14	3,53	0,337	0,603	3,24	0,905	4,44
> 60	4,8	17	3,69	0,358	0,612	3,53	0,945	4,81
K ₂ O w poz. 26-40 cm								
do 12	42,7	8	3,49	0,283	0,511	2,75	0,955	4,44
12,1-25	29,0	12	3,58	0,305	0,570	3,04	0,869	4,39
25,1-40	18,5	13	3,56	0,369	0,601	3,30	0,871	4,67
40,1-60	9,7	18	3,58	0,326	0,606	3,46	0,840	4,28
Mg w poz. 0-25 cm								
do 4,0	23,4	9	3,63	0,330	0,572	3,33	0,761	4,29
4,1-9,0	43,5	12	3,53	0,311	0,577	3,14	0,875	4,41
9,1-12,0	14,5	12	3,48	0,276	0,539	2,56	1,010	4,44
> 12,0	18,5	12	3,43	0,304	0,483	2,62	1,070	4,79
Mg w poz. 26-40 cm								
do 4,0	25,8	9	3,61	0,327	0,574	3,31	0,760	4,31
4,1-9,0	35,5	11	3,56	0,316	0,578	3,20	0,882	4,37
9,1-12,0	20,2	12	3,45	0,282	0,546	2,59	0,979	4,48
> 12,0	18,5	12	3,43	0,304	0,483	2,62	1,070	4,79

Tab. 2. Odczyn (pH w 1 n KCl) i zasobność gleb (mg/100 g gleby) oraz zawartość składników pokarmowych w liściach (% s.m.) w zależności od jednostek systematycznych gleb
 The reaction (pH in 1 n KCl) and soil richness (mg/100 g of the soil) and the content of nutrient elements in leaves (% s.m.) depending on the systematic units of the soil

Czynniki	Jednostki systematyczne gleb			
	A ₂	B ₆	F	średnio
w glebie*				
pH (1)	5,47	5,54	6,15	5,69
pH (2)	5,43	5,43	6,27	5,66
P ₂ O ₅ (1)	27,5	27,6	26,2	27,2
P ₂ O ₅ (2)	11,9	11,9	12,0	11,9
K ₂ O (1)	36,9	32,9	26,1	32,1
K ₂ O (2)	23,9	17,3	13,5	18,1
Mg (1)	4,1	6,8	13,5	8,0
Mg (2)	3,4	7,7	12,8	7,9
w liściach				
N og.	3,59	3,58	3,38	3,55
N-NO ₃	0,347	0,283	0,316	0,310
P	0,586	0,606	0,438	0,553
K	3,52	2,98	2,50	3,00
Mg	0,780	0,876	1,07	0,905
Ca	4,42	4,20	4,89	4,46

* (1) – orno-próchnicza warstwa gleby (0–25 cm); (2) – podglebie (26–40 cm); A₂ – gleby bielcowe utworzone z piasków gliniastych; B₆ – gleby brunatne utworzone z lessów; F – mady średnie.

Porównując na analizowanych plantacjach obydwa poziomy profilu glebowego zauważa się podobne zależności w odczynie i zasobności gleby (tab. 3). Silniejszą korelację między warstwą orno-próchniczną a podglebiem stwierdzono jednak w przypadku odczynu ($r = 0,77$) oraz zasobności gleby w K₂O ($r = 0,70$) i Mg ($r = 0,84$) niż w P₂O₅ ($r = 0,40$). Wskazuje to zarówno na małą ruchliwość fosforu w profilu glebowym, jak też na zbyt płytkie wnoszenie tego składnika podczas nawożenia. Występująca dodatnia korelacja między P i K w glebie potwierdza fakt kumulacji tych składników w wyniku wieloletniego nawożenia. Należy tu dodać, że wiek analizowanych plantacji wahał się w granicach od 4 do 25 lat. Wraz ze starzeniem plantacji notuje się istotny wzrost zasobności gleby w fosfor i potas oraz mniej wyraźny w magnez (tab. 1). Znaczne wahania zasobności gleby między analizowanymi plantacjami należy więc tłumaczyć głównie wiekiem plantacji, a ściślej kumulowaniem składników corocznie wnoszonych a nie wykorzystanych w pełni przez rośliny.

Z uwagi na stwierdzone podczas obliczeń statystycznych podobne zależności występujące pomiędzy odczynem i zasobnością gleby a zawartością składników pokarmowych w liściach na poszczególnych glebach, współczynniki korelacji zestawiono niezależnie od gleb (tab. 3).

Wzrost odczynu gleby dodatkowo wpływał na pobieranie przez rośliny Ca

Tab. 3. Współczynniki korelacji prostej między odczynem i składnikami pokarmowymi w glebie i liściach
Coefficients of linear correlation between the reaction and nutrient elements in the soil and the leaves

Czynniki	w glebie							w liściach					
	pH (2)	P ₂ O ₅ (1)	P ₂ O ₅ (2)	K ₂ O (1)	K ₂ O (2)	Mg (1)	Mg (2)	N ogólny	N-NO ₃	P	K	Mg	Ca
w glebie													
pH (1)	0,771**	0,273*	0,373**	0,139	0,078	0,310*	0,073	-0,142	-0,040	-0,074	-0,192*	0,184*	0,227*
pH (2)		0,158	0,389**	-0,067	-0,052	0,372**	0,146	-0,288*	-0,027	-0,155	-0,248*	0,320*	0,232*
P ₂ O ₅ (1)			0,395**	0,601**	0,581**	0,119	0,039	0,142	0,069	0,250*	0,090	-0,023	0,097
P ₂ O ₅ (2)				0,315*	0,488**	0,164	0,085	-0,009	-0,030	0,113	0,003	0,001	0,012
K ₂ O (1)					0,700**	-0,062	-0,082	0,126	0,198*	0,301*	0,301*	-0,081	0,049
K ₂ O (2)						-0,126	-0,155	0,182*	0,196*	0,214*	0,348**	-0,193*	-0,014
Mg (1)							0,838**	-0,218*	-0,088	-0,208*	-0,407**	0,541**	0,112
Mg (2)								-0,168	-0,040	-0,159	-0,377**	0,556**	0,105

* istotne przy $p = 0,05$; ** istotne przyp $= 0,01$; (1), (2) jak w tab. 2.

i Mg, zaś ujemnie na K, przy czym silniejszą zależność notowano w przypadku podglebia niż warstwy ornej. Tym też można uzasadniać fakt, że na madach charakteryzujących się stosunkowo wysokim odczynem i zasobnością w Mg, notowano w liściach wysoką zawartość Ca i Mg a niską K, podczas gdy liście pobrane z plantacji zlokalizowanych na piaskach gliniastych (kwaśnych i ubogich w Mg) wykazywały niską zawartość Mg a wysoką K (tab. 2).

Spośród trzech pierwiastków analizowanych w glebie i roślinie: P, K i Mg, najsilniej uzależniona od zasobności gleby była zawartość w liściach Mg ($r = 0,556$), słabiej K ($r = 0,348$), a najsłabiej P ($r = 0,250$). Można to tłumaczyć tym, że wysoką zawartość P i K w glebie notowano tylko w warstwie 0–25 cm, słabiej penetrowanej przez system korzeniowy chmielu. Tak więc przy stosunkowo wysokiej zawartości tych składników w wierzchniej warstwie gleby, rośliny mogą wykazywać ich niedobór. Należy zatem głębiej umieszczać te nawozy w profilu glebowym lub stosować zwiększone nawożenie (zwłaszcza fosforowe) przed założeniem chmielnika, podobnie jak ma to miejsce w sadownictwie (9). Problem ten wymaga jednak dodatkowych badań w doświadczeniach ścisłych.

Fosfor w glebie nie wywierał istotnego wpływu na zawartość innych składników pokarmowych w liściach, podczas gdy potas korelował dodatnio z zawartością w liściach N, N-NO₃ i P, zaś ujemnie z Mg (w podglebiu). Wraz ze wzrostem ilości Mg w glebie obniżała się w liściach zawartość N, P i K. Tym też należy tłumaczyć fakt, że liście z plantacji na madach charakteryzują się najmniejszą ilością tych składników (tab. 2). Charakterystyczny jest znacznie większy wpływ zawartości Mg w glebie na zawartość K w liściach ($r = 0,407$) niż K w glebie na Mg w liściach ($r = 0,193$).

Wyliczone współczynniki korelacji są jednak stosunkowo niskie, co wskazuje, że zawartość składników pokarmowych w liściach zależała w dużym stopniu od innych nie uwzględnianych w niniejszych badaniach czynników, jak plony szyszek, przebieg pogody, agrotechnika itp. Potwierdzają to badania wielu autorów zajmujących się tym problemem (4, 6, 7, 8).

WNIOSKI

Przeprowadzone badania na produkcyjnych plantacjach chmielu upoważniają do wyciągnięcia następujących wniosków:

1. Gleby analizowanych plantacji wykazują wysoką zasobność w fosfor i potas w orno-próchnicznej warstwie (0–25 cm), zaś niską w podglebiu (26–40 cm). Konieczne jest zatem głębsze umieszczanie w profilu glebowym nawozów mineralnych.

2. Stwierdzono dodatnią korelację pomiędzy zasobnością gleby w P, K i Mg a zawartością tych składników w liściach. Najsilniej uzależniona od zasobności gleby była zawartość w liściach Mg, słabiej K, a najsłabiej P.

3. Wraz ze wzrostem odczynu gleby należy liczyć się ze wzrostem w liściach zawartości Mg i Ca oraz spadkiem N og., i K.

4. Na analizowanych plantacjach wraz ze wzrostem zasobności gleby w K notuje się zwiększenie w liściach N og., N-NO₃ i P, zaś zmniejszenie Mg. Z kolei Mg w glebie koreluje ujemnie z N og., P i K w liściach chmielu. Fosfor w glebie nie wywierał istotnego wpływu na zawartość składników pokarmowych w liściach chmielu.

PIŚMIENNICTWO

1. Berbeć S., Szewczuk C., Bartuzi J.: Odczyn i zasobność gleb na plantacjach chmielu Lubelszczyzny. Pam. Puł. 1981, z. 76, 221–234.
2. Buřes V.: Využití listové diagnostiky u chmele. Chmelářství 1982, 11 i 12.
3. Cerling W. W.: Agrochemické osnovy diagnostiky minieralnego pitanija sielskochozajstwiennych kultur. Moskwa 1978.
4. Chojnacki A., Filipiak K., Ponikiewska A.: Zależność między zawartością przyswajalnych form składników pokarmowych w glebie a ich zawartością w materiale roślinnym zbóż. Pam. Puł. 1981, z. 76, 97–105.
5. Migdał J.: Zalecenia nawozowe dla plantatorów chmielu korzystających z wyników badań zasobności gleb. Instr. Upowszechnieniowa IUNG Puławy, 9/1984.
6. Nowosielski O.: Zasady opracowywania zaleceń nawozowych w ogrodnictwie. PWRiL, Warszawa, 1978.
7. Neubert P.: Osnovy i primienienie rastitielnogo analiza sielskochozajstwiennych kultur. Jena 1982.
8. Ruszkowska M., Myszk A., Kukurenda H.: Pobieranie i rola składników mineralnych w roślinach w warunkach intensywnego nawożenia. Wyd. IUNG Puławy, 1986, S (41).
9. Sadowski S.: Określanie potrzeb nawożenia roślin sadowniczych. Inst. Sad. i Kwic. Skierniewice, F, 25 1983.
10. Štok M.: Vývoj agrochemických vlastností půd chmelnic Severočeského kraje. Chmelářství 1978, 11 i 12.
11. Wirowski Z., Migdał J.: Nawożenie mineralne chmielników. Instr. Wdr. IUNG Puławy, 6/1974.
12. Vilhelm V.: Vyživa chmele z pohledu listových rozboru. Chmelářství 1982, 10, 148–149.
13. Zwack F.: Düngung des Hopfens nach Bodenuntersuchungsergebnissen. Hopfen Rundschau, 1976, 3, 60–62.

РЕЗЮМЕ

Исследования проводились на 124 плантациях хмеля на трех видах почв: подзолистых, образованных из глинистых песков (A₂); бурых, образованных из лесса (B₆); аллювиальных пойменных (F). Пробы почв брались с двух уровней: 0–25 см и 26–40 см. Пробы листьев брались в начале цветения с главного побега, с высоты 150–200 см.

Полученные результаты указывают на необходимость более глубокого размещения в почве фосфорных и калиевых удобрений. Больше всего зависимым от содержания элемента в почве оказалось содержание в листьях магния, менее — калия, а меньше всего — фосфора. По мере роста реакции почвы повышалось содержание в листьях магния и калия, а снижалось содержание общего азота и калия.

SUMMARY

Investigations were carried out on 124 hop plantations and on three soil types: podzolic soil formed from loamy sands (A_2), brown soils formed from loesses (B_0), and on alluvial soils (F). Soil samples were collected from two levels: 0–25 and 26–40 cm deep. Leaf samples were taken at the beginning of flowering from the main stem from the height of 150–200 cm.

The results point to the necessity of deeper placement of phosphoric and potassium fertilizers into the soil profile. The strongest dependence was observed between soil richness and the content of Mg in leaves, a lesser one was observed in relation to K, and the least in regard to P. The content of Mg and Ca grew and the content of N and K decreased together with the increase of the soil reaction.