

Stanisław BERBEĆ, Czesław SZEWCZUK

Wpływ odczynu i zasobności gleb oraz wieku plantacji na plony szyszek chmielu

Влияние реакции и богатства почвы а также возраста плантации на урожайность шишек хмеля

The Influence of the Soil Reaction and Nutrient Availability and the Age of the Plantation on the Yields of Hops

Uprawa chmielu w monokulturze przez 15–20 a niekiedy i więcej lat powoduje, że nawet niewielkie, ale systematycznie powtarzane błędy w nawożeniu pogarszają w miarę upływu lat właściwości agrochemiczne gleby, co wpływa niekorzystnie na plony i jakość szyszek. W chmielnikach obserwuje się często stosowanie zbyt wysokich w stosunku do potrzeb pokarmowych roślin dawek nawozów mineralnych, co prowadzi do nadmiernej zasobności gleby w fosfor i potas (1, 10).

Niniejsze opracowanie ma na celu ocenę odczynu i zasobności gleby w makroelementy na produkcyjnych plantacjach chmielu w województwie lubelskim i zamojskim. Na tym tle analizowano celowość korzystania w Polsce z opracowanych w RFN (8) liczb granicznych dotyczących zasobności gleby w P, K i Mg i zalecanych na tej podstawie dawek nawozów mineralnych.

METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono w latach 1982–1984 na 442 plantacjach chmielu, w pełni plonujących (co najmniej 4-letnich), odmiany Lubelskiej. Plantacje te zlokalizowane były na 4 jednostkach systematycznych gleb: brunatnych gleb lessowych — B₆ (57% plantacji), madach średnich — F (24% plantacji), glebach bielcowych wytworzonych z piasków gliniastych — A₂ (13%) i czarnoziemach — C (6%).

Próbki glebowe pobierano w okresie jesiennym z dwu poziomów profilu glebowego: warstwy orno-próchnicznej (0–25 cm) oraz podglebia (26–40 cm). Oznaczenia obejmowały:

- pH w 1 n roztworze KCl;
- przyswajalne formy fosforu i potasu metodą Egnera-Riehma;
- przyswajalny magnez metodą Schachtschabela.

Analizy gleb wykonywano w Stacji Chemiczno-Rolniczej w Lublinie. Plony szyszek z analizowanych plantacji uzyskano z Lubelskich Zakładów Piwowarskich. Zasobność gleb w makroelementy oceniano na podstawie wykorzystywanych w Polsce liczb granicznych (4) opracowanych dla warunków glebowo-klimatycznych RFN (8).

Wpływ odczynu i zasobności gleb oraz wieku plantacji na plony szyszek opracowano statystycznie za pomocą analizy regresji.

WYNIKI BADAŃ

Odczyn gleby analizowanych plantacji kształtował się w szerokich granicach od pH 4,1 do 7,3 (średnio 5,7 w warstwie orno-próchnicznej oraz 5,5 w podglebiu — tab. 1). Ponad 50% gleb chmielników wykazuje odczyn kwaśny ($pH \leq 5,5$ — tab. 2). Są to głównie plantacje zlokalizowane na glebach bielcowych wytworzonych z piasków gliniastych (A_2) oraz brunatnych glebach lessowych (B_6). Najwięcej plantacji (ponad 30%) z odczynem obojętnym i zasadowym stwierdzono kolejno na madach (F) i czarnoziemach (C).

Tab. 1. Plony szyszek (t/ha) oraz odczyn (pH w 1 n KCl) i zasobność gleb (mg/100 g gleby) analizowanych plantacji chmielu

The yield of hops (t/ha) the reaction (pH in 1 n KCl) and soil nutrient availability (mg/100 g of the soil) in the studied hop plantations

Wyszczególnienie*	Jedn. syst. gleb				Wartości średnie	Wartości skrajne	Odchylenia standardowe	Współczynnik zmienności
	A_2	B_6	C	F				
Plony szyszek w t/ha	1,33	1,38	1,37	1,39	1,37	0,8–2,14	0,27	20
Wiek plantacji w latach	11	11	10	10	11	4–25	5	42
$pH_{(1)}$	5,5	5,5	5,8	6,1	5,7	4,1–7,3	3,0	50
$pH_{(2)}$	5,3	5,3	5,7	6,0	5,5	4,0–7,3	0,9	17
$P_2O_5_{(1)}$	22,6	22,8	24,2	25,1	23,4	3,3–60,0	13,6	58
$P_2O_5_{(2)}$	11,9	11,9	19,9	12,0	13,7	3,6–40,0	13,6	100
$K_2O_{(1)}$	35,4	31,5	30,1	26,1	30,4	6,7–80,0	17,7	59
$K_2O_{(2)}$	25,2	18,3	17,8	14,9	19,3	5,0–62,3	13,9	72
$Mg_{(1)}$	3,4	6,8	9,8	12,1	7,8	1,8–16,4	4,1	53
$Mg_{(2)}$	3,2	7,2	10,5	12,3	8,1	1,4–21,0	4,4	55

* (1) — warstwa orno-próchniczna (0–25 cm)

(2) — podglebie (26–40 cm)

Średnia zawartość przyswajalnego fosforu w glebach poszczególnych jednostek systematycznych była zbliżona. Duże różnice notowano natomiast między plantacjami (od 1,4 do 60,0 mg P_2O_5 /100 g gleby) oraz poziomami profilu glebowego (tab. 1). W warstwie orno-próchnicznej stwierdzono prawie dwukrotnie wyższą zawartość fosforu niż w podglebiu (23,4 wobec 13,7 mg P_2O_5 /100 g gleby). Przeciętnie 35% gleb analizowanych plantacji wykazywało w warstwie orno-próchnicznej wysoką, przyjętą w literaturze za optymalną

Tab. 2. Procentowy udział plantacji w zależności od odczynu i zasobności gleby w makroelementy (mg/100 g gleby)* w dwóch poziomach profilu glebowego

The proportion of plantations depending on the reaction and soil nutrient availability in macroelements (mg/100 g of the soil) in two levels of the soil profile

Wyszczególnienie	A ₂		B ₆		C		F		średnie	
	0-25	26-40	0-25	26-40	0-25	26-40	0-25	26-40	0-25	26-40
pH w 1 n KCl										
b. kwaśny do 4,5	9,4	12,4	14,5	18,4	15,4	7,7	8,1	1,6	15,5	14,8
kwaśny 4,6-5,5	56,2	56,3	50,1	52,6	23,1	23,1	22,6	30,7	37,7	41,3
lekko kwaśny 5,6-6,5	21,9	21,9	26,2	22,4	30,8	30,7	37,1	29,0	27,1	26,3
obojętny i zasadowy > 6,5	12,5	9,4	9,2	6,6	30,7	38,5	32,2	38,7	19,7	17,6
P₂O₅										
niska do 10	29,4	56,3	20,6	50,9	14,3	21,4	26,7	56,4	16,5	49,8
średnia 10,1-20	31,2	34,3	31,0	30,6	28,1	21,4	29,1	27,4	30,4	30,1
wysoka 20,1-35	35,3	9,4	40,6	11,5	23,1	29,2	28,1	11,2	34,8	15,1
b. wysoka 35,1-60	4,1	—	7,8	7,0	34,5	28,0	16,1	5,0	18,3	5,0
K₂O										
niska do 12	15,6	34,4	21,5	32,8	15,4	50,2	48,3	66,1	9,8	28,2
średnia 12,1-25	15,6	15,6	14,4	37,6	38,6	21,4	24,2	19,3	40,4	48,8
wysoka 25,1-40	31,2	37,5	35,5	25,0	15,4	28,4	12,9	11,2	27,5	19,1
b. wysoka 40,1-60	37,0	12,5	22,0	4,6	14,0	—	12,1	3,4	15,8	3,9
nadmierna > 60	0,6	—	6,6	—	16,6	—	2,5	—	6,5	—
Mg										
niska do 4	50,0	62,5	41,0	39,7	—	—	—	—	19,6	21,0
średnia 4,1-9	50,0	37,5	51,7	46,4	30,8	61,5	21,0	17,7	49,5	42,7
wysoka 9,1-12	—	—	7,3	13,9	53,8	23,1	53,2	58,1	13,5	17,8
b. wysoka > 12	—	—	—	—	15,4	15,4	25,8	24,2	17,4	18,5

* - według Migdala (4) oraz Rossbauera i Zwacka (7)

Tab. 3. Współczynniki korelacji prostej między odczynem i zasobnością gleb w makroelementy oraz plonami szyszek chmielu

Coefficients of linear correlation between the reaction, soil nutrient availability of macroelements and the yield of hops

Czynniki	pH ₍₂₎	P ₂ O ₅₍₁₎	P ₂ O ₅₍₂₎	K ₂ O ₍₁₎	K ₂ O ₍₂₎	Mg ₍₁₎	Mg ₍₂₎	Plony szyszek
pH ₍₁₎	0,797**	0,088	0,039	0,046	0,041	0,086	0,048	0,091
pH ₍₂₎		0,152*	0,242**	-0,04	-0,092	0,422**	0,293**	0,063
P ₂ O ₅₍₁₎			0,378**	0,659**	0,330**	-0,022	-0,094	-0,006
P ₂ O ₅₍₂₎				0,297**	0,464**	0,107	0,062	-0,103
K ₂ O ₍₁₎					0,579**	-0,092	-0,165**	0,009
K ₂ O ₍₂₎						-0,054	-0,161**	-0,066
Mg ₍₁₎							0,861**	0,030
Mg ₍₂₎								0,006

* - istotne przy p = 0,05

** - istotne przy p = 0,01

(1), (2) - jak w tab. 1

zawartość P_2O_5 (20–35 mg/100 g gleby), podczas gdy w podglebiu tylko 15% plantacji charakteryzowało się taką zawartością.

Najwyższą zawartością potasu w obydwu poziomach profilu glebowego charakteryzowały się gleby bielicowe wytworzone z piasków gliniastych (A_2), zaś najniższą — mady (F). Wysoką (optymalną) zawartość K_2O w warstwie orno-próchnicznej gleby wykazywało średnio 27,5% plantacji, zaś niską tylko 9,8% (tab. 2). W podglebiu zawartość potasu była wyraźnie niższa (tab. 1).

Zasobność gleb w Mg była podobna w obydwu poziomach profilu glebowego. Wahanie między plantacjami wynosiło od 1,4 do 21 mg/100 g gleby. Zdecydowanie najwięcej Mg stwierdzono w glebach mad (średnio 12,2 mg), zaś najmniej w piaskach gliniastych (3,3 mg).

Obliczone współczynniki korelacji (tab. 3) wskazują, że wraz ze wzrostem wartości pH następuje zwiększenie przyswajalnych form fosforu i magnezu, zwłaszcza w podglebiu. Istotną dodatnią korelację notowano też pomiędzy fosforem i potasem, zaś ujemną w relacji potas-magnez.

Porównując odczyn i zasobność w makroelementy obydwu poziomów profilu glebowego zauważa się silniejszą korelację między warstwą orno-próchniczną a podglebiem w przypadku odczynu ($r = 0,80$) oraz zawartości Mg ($r = 0,86$) niż zasobności gleby w K_2O ($r = 0,58$) a zwłaszcza P_2O_5 ($r = 0,38$). Wskazuje to na płytkie wnoszenie nawozów fosforowych i potasowych podczas nawożenia jak też potwierdza fakt małej ruchliwości tych składników w profilu glebowym.

Różnice w plonach między jednostkami systematycznymi gleb były niewielkie i statystycznie nieistotne (tab. 1). Można stąd wnosić, że ich przydatność do uprawy chmielu jest zbliżona. Analiza statystyczna nie wykazała istotnych zależności między odczynem i zasobnością gleby w P, K i Mg a plonami szyszek (tab. 3). W miarę wzrostu wartości pH notowano jednak tendencję wzrostową plonów. W przypadku zasobności gleb w fosfor i potas tendencja ta była ujemna. Należy podkreślić, że zależności te były rozpatrywane również za pomocą regresji krzywoliniowej drugiego stopnia — nie stwierdzono jednak również istotnej korelacji.

Wiek analizowanych plantacji wahał się od 4 do 25 lat. Wraz ze starzeniem plantacji następowało istotne zwiększenie zawartości fosforu i potasu (zwłaszcza w orno-próchnicznej warstwie), przy jednoczesnym spadku plonów szyszek (tab. 3, 4). Największy spadek plonów (110 kg/ha) notowano w przedziale wiekowym 8–11 lat (tab. 4).

DYSKUSJA

Przeciętnie, analizowane plantacje wykazywały wysoką zawartość P_2O_5 i K_2O w warstwie orno-próchnicznej oraz średnią w podglebiu (tab. 1, 2). Dane

Tab. 4. Wpływ wieku plantacji na plony szyszek oraz odczyn (pH w 1 n KCl) i zawartość makroelementów (mg/100 g gleby) w dwóch poziomach profilu glebowego

The influence of the age of the plantation on the reaction (pH in 1 n KCl) and the content of macroelements (mg/100 g of the soil) in two levels of the soil profile

Wiek plantacji w latach	% udział plantacji	Plony szyszek w t/ha	pH		P_2O_5		K_2O		Mg	
			0-25 cm	26-40 cm	0-25 cm	26-40 cm	0-25 cm	26-40 cm	0-25 cm	26-40 cm
4-7	27,0	14,7	5,7	5,6	12,7	9,8	19,8	10,9	7,7	8,0
8-11	16,4	13,6	5,8	5,7	20,4	12,3	27,5	16,8	7,9	8,2
12-15	47,7	13,3	5,6	5,5	27,9	14,9	35,4	23,2	7,8	8,2
16-19	5,4	13,4	5,7	5,4	35,8	18,6	39,6	26,5	7,8	8,0
20-25	3,5	12,9	5,7	5,4	43,3	21,4	43,7	29,1	7,9	8,1
Współczynniki korelacji prostej $r =$		-0,172**	-0,001	-0,047	0,361**	0,157**	0,348**	0,225**	0,029	-0,042

* - jak w tab. 3

z piśmiennictwa (5) wskazują, że w latach suchych duże nagromadzenie składników w wierzchniej warstwie gleby może utrudniać ich pobieranie, gdyż główna masa korzeniowa chmielu rozwija się w poziomie 30–40 cm (6). Głębsze umieszczenie nawozów w okresie eksploatacji chmielników jest jednak utrudnione, zatem uzasadnione wydaje się ich głębsze wnoszenie w większych ilościach (zwłaszcza fosforu) przed założeniem plantacji, podobnie jak zaleca się w sadownictwie (9). W przypadku chmielu zagadnienie to wymaga jednak dodatkowych badań w doświadczeniach ścisłych.

Dyskusyjne wydaje się korzystanie w Polsce (4) z liczb granicznych dotyczących zasobności gleb chmielników oraz zaleceń nawozowych opracowanych w RFN (8), zwłaszcza że korzystano z nich w tym kraju do r. 1986, po czym zostały obniżone (7). Z uwagi na odmienne warunki glebowo-klimatyczne jak też wyraźnie niższe przeciętne plony szyszek chmielu w naszym kraju wskazane byłoby korzystanie z liczb granicznych opracowanych w naszym kraju (13). Przy obecnie obowiązującym u nas systemie nawożenia chmielników przewiduje się zbyt wysokie w stosunku do potrzeb pokarmowych chmielu dawki składników np. 220 kg/ha P_2O_5 w przypadku niskiej zasobności gleby w ten składnik (do 10 mg/100 g gleby P_2O_5), podczas gdy rośliny chmielu przy wysokim plonie szyszek (2 t/ha) pobierają zaledwie 45 kg/ha P_2O_5 (7). Konsekwencją tego są spotykane coraz częściej na plantacjach objawy niedoboru cynku wywołane antagonistycznym oddziaływaniem fosforu (6, 7). Na podkreślenie zasługuje fakt, że aktualnie w RFN zaleca się tylko 135 kg P_2O_5 w przypadku jego niskiej zawartości w glebie (7).

W sadownictwie na problem ten zwraca uwagę Grudzińska-Kühn (3) oraz Sadowski (9), którzy twierdzą, że niemieckie wartości graniczne dla fosforu są za wysokie dla warunków Polskich.

Wprawdzie w badaniach własnych nie stwierdzono istotnego wpływu odczynu gleby na plony szyszek chmielu, to jednak zaznacza się tendencja wzrostowa plonów wraz ze zwiększeniem wartości *pH* (tab. 3). Większość autorów uważa, że optymalny odczyn na plantacjach chmielu zawiera się w przedziale *pH* w KCl 6,0–6,8 (6, 8, 11, 12).

Przeprowadzone badania nie wykazały istotnych korelacji między zasobnością gleby w P, K i Mg a plonami szyszek a nawet w przypadku P i K notowano tendencję spadkową, co można uzasadniać nadmierną zawartością tych składników w glebach części chmielników. Brak istotnej zależności pomiędzy plonami szyszek a zasobnością gleb można też tłumaczyć ubocznym wpływem wieku plantacji zarówno na plony szyszek (korelacja ujemna), jak też na zasobność gleb (dodatnia). Należy dodać, że próba eliminacji tego czynnika a więc rozpatrywanie tych zależności w węższych przedziałach wiekowych nie dały oczekiwanych rezultatów, gdyż notowano wówczas małą zmienność zasobności gleby.

- Ponadto można sądzić, że stosowane wysokie dawki NPK pokrywają zapotrzebowanie roślin w te składniki niezależnie od stanu zasobności gleby. Brak

zależności pomiędzy zasobnością gleby a plonami roślin w warunkach intensywnego nawożenia stwierdzili również inni autorzy (2, 12). Uważają oni jednak że wysoka a przy tym zrównoważona zasobność gleby w poszczególne składniki pokarmowe gwarantuje stabilne plony roślin w wieloleciu. W przypadku chmielu analizy zasobności gleb mają również na celu kontrolę ewentualnego nagromadzenia składników pokarmowych w glebie i nieproduktywnego ich wykorzystania. W tym aspekcie niezbędne są jednak uzupełniające analizy chemiczne materiału roślinnego.

WNIOSKI

1. Analizowane plantacje wykazują w większości kwaśny odczyn gleby. Nie stwierdzono wprawdzie istotnej zależności między odczynem gleby a plonami szyszek, jednak ze względu na fakt, że wraz ze wzrostem pH następuje zwiększenie ilości przyswajalnych form P i Mg, celowe jest wapnowanie gleb wykazujących kwaśny odczyn.

2. Gleby analizowanych plantacji wykazują przeciętnie wysoką zawartość P i K w orno-próchnicznej warstwie (0–25 cm) oraz średnią w podglebiu (26–40 cm). Mając na uwadze głęboko sięgający system korzeniowy chmielu konieczne jest głębsze wnoszenie nawozów mineralnych.

3. Nawozy magnezowe należałoby stosować przede wszystkim na chmielnikach zlokalizowanych na glebach bielicowych wytworzonych z piasków gliniastych gdzie notuje się szczególnie niską zawartość tego składnika.

4. Wraz ze starzeniem plantacji następuje istotny spadek plonów szyszek przy jednoczesnym wzroście przyswajalnych form fosforu i potasu w glebie. W związku z tym na starszych plantacjach celowe jest ograniczenie nawożenia tymi składnikami.

5. Dyskusyjne wydaje się korzystanie w Polsce z opracowanych w RFN zaleceń nawozowych na podstawie zawartości P, K i Mg w glebach chmielników.

PIŚMIENNICTWO

1. Berbec S., Szewczuk C., Bartuzi J., 1981: Pam. Puł. z. 76.
2. Fotyma M., 1977: Post. Nauk Roln., nr 3.
3. Grudzińska-Kühn J., 1976: Roczn. Nauk Roln., s. A, t. 101, z. 3.
4. Migdal J., 1984: Zalecenia nawozowe dla plantatorów chmielu korzystających z wyników badań zasobności gleby. Wyd. IUNG Puławy.
5. Pr. zbiorowa pod red. R. Czuby, 1986: Nawożenie, PWRiL.
6. Pr. zbiorowa pod red. Z. Wirowskiego i T. Zaorskiego, 1986: Kompleksowa technologia produkcji chmielu. Wyd. IUNG Puławy.
7. Rossbauer G., 1987: Hopfen Rundschau, nr 7.
8. Rossbauer G., Zwack F., 1978: Hopfen Rundschau, nr 21.

9. Sadowski A., 1983: Określanie potrzeb nawożenia roślin sadowniczych. Pr. Inst. Sadownictwa i Kwiaciarstwa, Skierniewice, s. F. 25.
10. Szewczuk C., 1988: Ocena stanu odżywienia roślin chmielu na podstawie plonów szyszek oraz analiz chemicznych liści i gleby. Wyd. AR Lublin, nr 110.
11. Vilhelm V., 1983: Chmelarstvi, nr 9.
12. Zalecenia agrotechniczne, 1981: Wyd. IUNG Puławy, ser. P, (21).
13. Zalecenia nawozowe, cz. I — Liczby graniczne do wyceny zawartości w glebach makro- i mikroelementów, 1985: Wyd. IUNG Puławy, ser. P (29).

РЕЗЮМЕ

Исследования, проведенные на 442 производственных плантациях хмеля в Люблинском и Замойском воеводствах, показали на большинстве плантаций кислую реакцию почвы а также высокое богатство верхнего слоя почвы усваиваемыми формами фосфора и калия. В подпочве содержание этих элементов было значительно ниже. Содержание магния в обоих слоях разреза почвы было сходное. Статистический анализ итогов не показал однако существенного влияния реакции и богатства почвы на урожайность шишек хмеля. Кроме того доказано, что одновременно со старением плантации растёт содержание Р и К в почве при одновременном снижении урожайности шишек.

SUMMARY

The investigations made on 442 productive hop plantations in the Lublin and Zamość regions showed in most plantations the acid reaction and high content of phosphorus and potassium in the surface layer. The subsoil showed a considerably lower content of these elements. The content of magnesium in both levels of the soil profile was similar. However, the statistical analysis of the results did not show any significant influence of the soil reaction and content of available nutrients on the yields of hops. Besides, it was observed that when the plantation was growing older, the content of P and K in the soils grew with simultaneous drop of the yields of hops.