

Czesław SZEWCZUK

Wpływ temperatury i opadów w okresie wegetacji na stan odżywienia roślin chmielu

The Effect of Temperature and Precipitation During Vegetation
on the State of Nutrition of Hop Plants

Przebieg pogody w okresie wegetacji roślin wywiera bezpośredni lub pośredni wpływ na biochemiczne procesy zachodzące w glebie i roślinie co warunkuje też pobieranie składników pokarmowych. Na ogół notuje się dodatnią korelację pomiędzy zawartością składników pokarmowych w częściach nadziemnych i w glebie, chociaż w latach suchych zależność ta jest mniej widoczna. Dotyczy to zwłaszcza fosforu i potasu (2, 4, 7), a także boru (9). M i d d l e b u r g (10) dochodzi do wniosku, że w warunkach suszy wysokie nawożenie roślin jest szkodliwe gdyż utrudnia pobieranie wody z gleby. C h o j n a c k i i inni (6) wykazują, że zawartość NPK w materiale roślinnym zbóż jest na ogół ujemnie skorelowana z ilością opadów. Ujemną korelację notowano też między temperaturą a zawartością azotu w roślinach, podczas gdy zawartość potasu była dodatnio skorelowana. M a g n i c k i (8) stwierdza, że w przypadku niskiej temperatury powietrza i gleby przyswajanie fosforu przez rośliny gwałtownie spada. Z kolei upalna i sucha pogoda przyspiesza występowanie objawów niedoboru potasu. Według B a i e r a (1) z niedostatkami Mg w roślinach można się spotkać przy chłodnej pogodzie, co potwierdza też N o w a c k i (11) wskazując, że ciężyczka pastwiskowa spowodowana m.in. brakiem w paszy Mg, spotykana jest najczęściej wiosną, a więc w okresie chłodniejszym. Z kolei B u r e s (5) dowodzi, że brak magnezu na plantacjach chmielu występuje najczęściej w wyższych temperaturach i intensywnym oświetleniu, zwłaszcza przy niskiej wilgotności gleby.

H a u t k e (7) uważa, że silniejszy wpływ na pobieranie składników pokarmowych przez rośliny wywierają opady i związana z tym wilgotność gleby niż temperatura. Jednakże otrzymywane wyniki są często sprzeczne, gdyż pochodzą z różnych warunków siedliskowych.

Z uwagi na fakt, że ocenę potrzeb pokarmowych roślin przeprowadza się nie tylko w oparciu o zasobność gleby ale też analizę chemiczną nadziemnych części roślin, uzasadnione są badania nad wpływem temperatury i opadów na zawartość składników pokarmowych w części nadziemnej chmielu, w celu pełniejszej interpretacji wyników analizy roślinnej.

METODYKA BADAŃ

W oparciu o analizę wariancji oraz współczynniki korelacji i regresji prostej ustalono zależności zachodzące pomiędzy temperaturą i opadami w okresie poprzedzającym pobieranie próbek liści chmielu a zawartością niektórych makro i mikroelementów w tych próbkach.

Badania przeprowadzono w latach 1982-1984 na 502 plantacjach chmielu w woj. lubelskim i zamojskim. W roku 1982 pobrano 135, w 1983 – 153 i 1984 – 214 próbek liści, przy czym z 27 plantacji pobierano próbki przez 3 kolejne lata. Liście wraz z ogonkami zrywano z pędu głównego z wysokości 150-200 cm, w fazie początku kwitnienia chmielu (od 3 do 15 lipca).

Po wysuszeniu i zmieleniu próbek oznaczono w nich następujące składniki: N_{og} – metodą Kjeldahla, $N-NO_3$ – metodą potencjometryczną, P – kolorymetrycznie metodą wanadomolibdenową i B – kolorymetrycznie z dwuantrymidem. Pozostałe pierwiastki: K, Mg, Ca, Na, Zn, Mn, Fe i Cu oznaczono metodą ASA.

Wpływ na zawartość składników pokarmowych średniej temperatury powietrza i sum opadów analizowano w dwóch okresach: I – od 1 maja (początek wschodów roślin) do czasu pobierania próbek (średnio 70 dniowy okres); II-na 30 dni przed pobraniem próbek. Dane meteorologiczne uzyskano z trzech stacji: Lublina, Puław i Zamościa, odpowiadających rozmieszczeniu plantacji chmielu w tym rejonie.

WARUNKI METEOROLOGICZNE

Spośród analizowanych lat (1982–1984) najwyższe temperatury notowano w r. 1983, zaś najniższe w 1984 (tab. 1). W r. 1983 wysokie temperatury utrzymywały się w całym okresie przed pobraniem próbek, przy czym notowano wyraźny ich wzrost od maja do lipca. W latach 1982 i 1984 średnie temperatury w dłuższym okresie (I) były wyższe niż w 3 ostatnich dekadach (II) przed pobraniem próbek. Wyraźnie wyższe temperatury notowano w rejonie Puław niż Lublina i Zamościa.

Wysokie opady w obydwu analizowanych okresach notowano w r. 1984. W pozostałych dwóch latach były one wyraźnie niższe, zwłaszcza w Lublinie (tab. 1).

Reasumując, poszczególne lata różniły się istotnie pod względem przebiegu pogody: rok 1984 był mokry i chłodny, zaś 1983 - suchy i ciepły. Rok 1982 można scharakteryzować jako suchy i chłodny.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

W suchym i chłodnym r. 1982 notowano wysoką zawartość w liściach $N-NO_3$, Ca i Mn zaś niską P, Mg i Cu. Suchy i ciepły r. 1983 dodatkowo wpłynął na zawartość Mg, B, Zn, Fe i Cu, zaś ujemnie na $N-NO_3$ i Ca. Z kolei w mokrym i chłodnym r. 1984 stwierdzono podwyższenie zawartości w liściach $N-NO_3$ i K, zaś zmniejszenie B i Zn (tab. 2 i 3).

Obliczone współczynniki korelacji i regresji (tab.4) wykazały, że wraz ze wzrostem temperatury w obydwu okresach następuje istotny spadek zawartości $N-NO_3$ (odpowiednio o 0,037 i 0,026 % na $1^{\circ}C$) i K (0,154 i 0,086 %). Stwierdzono przy tym malejącą tendencję w zawartości Ca i Na. Odmienne natomiast wpływała temperatura na zawartość mikroelementów: B, Zn i Fe, które przy jej wzroście gromadziły się w większych ilościach (odpowiednio o: B-3,35 i 2,43 mg/kg s.m. przy wzroście temperatury o $1^{\circ}C$, Zn-37,9 i 24,1 i Fe-10,3 i 8,4 mg).

Tab. 1. Średnie temperatury (°C) i sumy opadów (mm) w okresie przed pobieraniem próbek liści chmielu
Mean temperatures (°C) and rainfall sums (mm) in the period before the sampling of hop leaves

Miesiące Dekady		Lublin			Puławy			Zamość		
		1982	1983	1984	1982	1983	1984	1982	1983	1984
Temperatury										
V	1	11,9	10,2	12,5	13,1	10,9	13,6	12,4	10,3	12,9
	2	13,2	18,5	12,3	14,3	19,7	13,1	13,4	18,6	12,9
	3	15,6	17,2	14,2	16,3	18,5	15,4	15,5	17,0	14,7
VI	1	17,8	16,6	14,8	19,0	17,6	15,9	17,3	16,6	15,3
	2	12,5	15,3	12,6	13,6	16,6	13,3	12,9	15,4	13,0
	3	15,6	16,7	13,7	16,5	18,0	14,4	15,8	16,9	14,7
VII	1	14,5	19,2	13,4	16,1	20,7	14,4	14,7	18,8	13,5
śr. z całego okresu (I)		14,4	16,2	13,4	15,6	17,4	14,3	14,6	16,2	13,9
śr. z 3 ostatnich dekad (II)		14,2	17,1	13,2	15,4	18,4	14,0	14,5	17,0	13,7
Opady										
V	1	16	46	42	12	78	30	15	30	19
	2	16	1	18	15	5	26	25	3	22
	3	5	3	26	24	1	42	4	16	21
VI	1	1	5	14	4	5	24	1	12	43
	2	8	10	25	13	7	39	11	37	22
	3	18	8	25	19	21	40	24	14	14
VII	1	9	1	46	14	2	57	9	16	82
sumy z całego okresu (I)		73	74	196	101	119	258	89	128	223
sumy z 3 ostatnich dekad (II)		35	19	96	46	30	136	44	67	118

Opady również istotnie modyfikowały zawartość składników pokarmowych w liściach, przy czym ich wpływ był odmienny niż temperatury (tab. 4). Należy tu dodać, że czynniki te (temperatury i opady) były pomiędzy sobą ujemnie skorelowane ($r > 0,85$). Tak silnie skorelowane czynniki pogody uniemożliwiają łączne ich rozpatrywanie, a zwłaszcza interpretację przy pomocy równań regresji wielokrotnej. Współczynniki regresji zamieszczone w tab. 4 odnoszą się do $\pm 1^\circ\text{C}$ i ± 10 mm sumy opadów.

Tab. 2. Zawartość składników pokarmowych w liściach z 502 plantacji chmielu w latach 1982-1984
The content of nutritive elements in the leaves of 502 hop plantations between 1982 and 1984

Składniki pokarmowe ^x	Lata			Średnie	Wartości skrajne	Odchylenie stand.	Wsp. zmienn. w %
	1982	1983	1984				
N	3,39	3,43	3,37	3,39	2,51-4,44	0,33	10
N-NO ₃	0,330	0,229	0,340	0,303	0,07-0,62	0,109	36
P	0,469	0,494	0,518	0,498	0,19-1,03	0,182	37
K	2,56	2,63	2,93	2,74	0,74-4,73	0,76	28
Mg	0,899	0,993	0,936	0,944	0,51-1,73	0,235	25
Ca	4,77	4,31	4,63	4,57	1,76-7,35	1,04	23
Na	215	204	213	211	73-461	72	34
B	41,4	46,5	37,1	41,1	18,1-79,1	12,5	30
Zn	286	321	256	284	89-3720	307	108
Mn	717	603	675	665	42-3249	501	76
Fe	259	333	252	279	20-563	81	29
Cu	233	638	579	504	15-7619	869	173

x – makroelementy podano w % s.m. liści,
mikroelementy oraz Na w mg/kg s.m.

Tab. 3. Średnia zawartość składników pokarmowych w liściach z 27 plantacji chmielu w latach 1982-1984
The content of nutritive elements in the leaves of 27 hop plantations between 1982 and 1984

Składniki pokarmowe ^x	Lata			Średnie	NIR pomiędzy latami (p=0,05)
	1982	1983	1984		
Nog.	3,49	3,50	3,47	3,49	r.n.
N-NO ₃	0,338	0,199	0,353	0,297	0,045
P	0,399	0,484	0,508	0,464	0,087
K	2,54	2,66	2,99	2,73	0,29
Mg	0,731	0,938	0,866	0,859	0,072
Ca	5,32	4,09	4,53	4,65	0,56
Na	217	218	224	220	r.n.
B	41,2	44,1	34,6	39,9	4,7
Zn	216	308	221	248	59
Mn	976	582	719	759	177
Fe	232	313	269	271	39
Cu	39	367	338	248	160

x – makroelementy podano w % s.m. liści
mikroelementy oraz Na w mg/kg s.m.

Wraz ze wzrostem opadów zarówno w I (dłuższym) jak i w II (krótszym) okresie notowano wzrost zawartości w liściach N-NO₃ (odpowiednio: 0,009 i 0,016 % na 10 mm wzrostu opadów), podczas gdy na zawartość K istotnie wpływały tylko opady w II okresie (wzrost o 0,048%). Zwiększone opady obniżyły natomiast istotnie zawartość B (odpowiednio o 0,97 i 1,75 mg/kg s.m., Fe w I okresie o 3,3 mg i Cu w II okresie o 49 mg/kg s.m.).

Tab. 4. Współczynniki korelacji i regresji między temperaturami i opadami w dwóch okresach a zawartością składników pokarmowych w liściach z 502 plantacji chmielu
The coefficients of correlation and regression between the temperatures and rainfalls and the content of nutritive elements in the leaves of 502 hop plantations

Składniki pokarmowe	Współczynniki korelacji prostej				Współczynniki regresji			
	Temp. I	Temp. II	Opady I	Opady II	Temp. I	Temp. II	Opady I	Opady II
N	0,017	0,074	-0,119	0,124	0,004	0,013	-0,008	0,014
N-NO ₃	-0,464 ^{xx}	-0,461 ^{xx}	0,390 ^{xx}	0,414 ^{xx}	-0,037	-0,026	0,009	0,016
P	-0,016	0,029	-0,053	0,144	-0,002	-0,003	-0,002	0,009
K	-0,277 ^x	-0,216 ^x	0,011	0,175 ^x	-0,154	-0,086	0,002	0,048
Mg	0,133	0,073	0,070	-0,150	0,023	0,009	0,004	-0,013
Ca	-0,093	-0,118	0,127	0,070	-0,071	-0,064	0,029	0,026
Na	-0,126	-0,115	0,106	0,128	-6,65	-4,33	1,65	3,30
B	0,364 ^{xx}	0,371 ^{xx}	-0,357 ^{xx}	-0,389 ^{xx}	3,35	2,43	-0,97	-1,75
Zn	0,167 ^x	0,150	-0,080	-0,129	37,9	24,1	-5,4	-14,2
Mn	-0,060	-0,039	-0,026	0,030	-22,0	-10,2	-2,9	5,4
Fe	0,173 ^x	0,199 ^x	-0,187 ^x	-0,091	10,3	8,4	-3,3	-2,6
Cu	0,141	0,130	-0,095	-0,157 ^x	90,3	59,2	-17,8	-49,0
śr. temp. °C sumy	14,9	15,0						
opadów mm			169,3	71,6				
odch. stand.	1,4	1,9	46,1	27,8				

x – istotne przy $p = 0,05$

xx – istotne przy $p = 0,01$

Temp. I i Opady I – okres od 1 V do pobrania próbek

Temp. II i Opady II – okres 30 dni przed pobraniem próbek

Współczynniki regresji wskazują, że wyraźnie większy wpływ ilościowy na zawartość poszczególnych składników wywierały temperatury w I (dłuższym) niż w II (krótszym) okresie przed pobraniem próbek mimo, że współczynniki korelacji w niektórych przypadkach (Ca, B, Fe) tego nie wykazywały (tab. 4). Z kolei opady wpływały na ogół odwrotnie na zawartość poszczególnych składników – silniej w okresie II niż w I (z wyjątkiem Fe i Ca). Nasuwa się więc wniosek, że na zawartość składników pokarmowych w liściach chmielu wpływa temperatura w dłuższym (śr. 70 dniowym), a opady w krótszym (30 dniowym) okresie przed pobraniem próbek liści.

DYSKUSJA

Brak szerszych opracowań z zakresu wpływu pogody na pobieranie i zawartość składników pokarmowych w częściach nadziemnych roślin utrudnia interpretację otrzymywanych wyników, zwłaszcza, że wpływ ten jest modyfikowany dodatkowo przez wzajemne zależności pomiędzy pierwiastkami o charakterze antagonistycznym lub synergistycznym.

Wyraźny wzrost zawartości N-NO₃ w liściach w chłodnych latach: 1982 i 1984 można tłumaczyć spadkiem tempa redukcji azotanów w roślinie, co znajduje potwierdzenie w literaturze (9, 11). Poza tym niska ich zawartość w suchym r. 1983 mogła być spowodowana ograniczoną nityfikacją w warunkach suszy glebowej (11).

Niską zawartość K w suchych latach: 1982 i 1983 można uzasadnić silną sorpcją tego kationu przez koloidy glebowe (9). Ponadto trzeba mieć na uwadze fakt, że zwiększona zawartość kationów K⁺ w r. 1984 równoważyła wysokie zawartości anionów NO₃⁻ zwłaszcza, że składniki te są łatwo i w dużych ilościach pobierane przez rośliny (11, 12). Potwierdza się więc rola jaką przypisuje się K w przenoszeniu jonów NO₃ z korzeni do części nadziemnej (11).

Niską zawartość B w r. 1984 można tłumaczyć tym, że jest on pobierany głównie z wodą i przemieszczany w ksylemie z prądem transpiracyjnym (9). W wyniku tego w latach o mniejszej transpiracji jego pobieranie jest ograniczone. Poza tym wysokie opady w r. 1984 mogły spowodować wymycie tego składnika poza obręb systemu korzeniowego. Wyrażany w wielu pracach (8, 9) pogląd, że w warunkach suszy bor jest silnie sorbowany, a w związku z tym mniej dostępny dla roślin nie znajduje potwierdzenia w niniejszych badaniach na plantacjach chmielu.

Spadek zawartości Fe i Zn w r. 1984 można tłumaczyć ograniczonym metabolizmem roślin w warunkach niskiej temperatury i wysokiej wilgotności gleby, co niekiedy prowadzi do występowania chlorozy żelazowej (9). Ograniczone pobieranie Fe mogło być ponadto spowodowane nadmierną absorpcją NO₃, co znajduje potwierdzenie w literaturze (9, 11).

WNIOSKI

Przeprowadzone badania na 502 produkcyjnych plantacjach chmielu upoważniają do wyciągnięcia następujących wniosków:

1. Przy ocenie stanu odżywiania roślin w oparciu o chemiczną analizę liściową wskazane jest uwzględnianie przebiegu pogody (temperatury i opadów) przed pobraniem próbek. Temperatura silniej oddziaływała w dłuższym, zaś opady w krótszym okresie przed pobraniem próbek liści na zawartość w nich składników pokarmowych.

2. W suchym i chłodnym roku notowano wysoką zawartość w liściach N-NO₃, Ca i Mn, zaś niską P, Mg i Cu. Suchy i ciepły okres przed pobraniem próbek dodatnio wpłynął na zawartość w liściach Mg, B, Zn, Fe i Cu, zaś ujemnie na N-NO₃ i Ca. Z kolei w mokrym i chłodnym roku stwierdzono podwyższenie zawartości w liściach N-NO₃ i K, zaś zmniejszenie B i Zn.

3. Wraz ze wzrostem temperatury w analizowanych okresach notowano istotny spadek zawartości N-NO₃ i K oraz zwiększenie zawartości B i Fe w liściach. Zwiększone opady w tych okresach podwyższały istotnie zawartość w liściach N-NO₃, zaś obniżały zawartość B.

PIŚMIENNICTWO

1. Baier J.: Hořčík ve výživě rostlin. Chmelářství, 9, 1980.
2. Boawn L., Rasmussen P. E.: Phosphorus fertilization of hops. Agron. J., vol.61, 2, 1969.
3. Bureš V.: Klič k určování nedostatku živin u chmele. Chmelářství, 3, 1975.
4. Bureš V.: Vliv doby a způsobu hnojení na výnos chmele. Chmelářství, 11, 1973.
5. Bureš V.: Význam hořčíku pro chmel a projevy jeho odchylek od optima. Chmelářství, 2, 1975.
6. Chojnacki A., Filipiak K., Ponikiewska A.: Zależność między zawartością przyswajalnych form składników pokarmowych w glebie a ich zawartością w materiale roślinnym zbóż. Pam. Puł., 76, 1981.
7. Hautke P.: Šetření o vztazích mezi dávkou živin, jejich obsahem v půdě, rostlinné hmotě, vynosem a jeho kvalitou u chmelne rostliny. Rostlinna Vyroba, 11, 1963.
8. Magnicki K.: Diagnostika potřeby rostlin v udobrenijach. Moskwa 1972.
9. Mengel K., Kirkby E.: Podstawy żywienia roślin. PWRiL, Warszawa 1983.
10. Middelburg H. A.: Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenkunde, 84, 1969.
11. Nowicki E. i inni: Gospodarka azotowa roślin uprawnych, PWRiL, Warszawa 1980.
12. Szewczuk C.: Rozprawa habilit., wyd. AR Lublin, 110, 1988.

SUMMARY

The purpose of the studies conducted between 1982 and 1984 on 502 hop plantations was to find out inter-relations between the content of nutritive elements in leaves and rainfalls and temperatures in two periods preceeding sampling: I – from May 1 (the beginning of hop plants emergence) till the time of sampling (on the average it is a 70-days' period); II – 30 days before the sampling.

When the temperature grows, one should take into account a significant drop of N-NO₃ and K in hop leaves and an increase of the contents of B and Fe. Increased rainfalls in the studied periods significantly raised the content of N-NO₃ in the leaves, while decreasing the content of B. The temperatures and rainfalls usually had an opposite effect on the content of particular elements and the content of the elements was more strongly influenced by the temperature in I period (70 days on the average) before the sampling while in II period (30 days) it was the rainfalls which determined it.