

Czesław Szewczuk, Danuta Sugier

Wyniki badań oraz propozycje zmian w nawożeniu chmielu

Study results and suggestions for hop fertilization changes

ABSTRACT. The Polish hop fertilization system was “adapted” from Czech Republic and Germany. It particularly refers to nitrogen fertilizer rates that are estimated on the basis of yield achieved (10 kg per 100 kg of cones). At present in the Czech Republic and Germany, nitrogen doses are also calculated on the basis of mineral nitrogen content in the soil profile. Moreover, the results of the chemical analysis of the leaves are taken into account in the Czech Republic. Phosphorus, potassium and magnesium fertilizer rates are estimated basing on the soil abundance in Poland, whereas in Germany, they also depend on the achieved yields. Limit values accepted in Poland and referring to the content of these component, as well as fertilizer rates seem to be too high in relation to hop nutrition requirements. Phloem necrosis – a dangerous physiological disease – occurring on many Polish hop plantations confirms that fact. Zinc deficiency is the reason for phosphorus excess in the soil that blocks its intake. Therefore, there is a need to verify those values and fertilizer rates estimated on that basis.

KEY WORDS: hop, *Humulus lupulus*, fertilization

Chmiel jest rośliną azoto- potaso- i wapniolubną, zaś spośród mikroelementów wykazuje większe zapotrzebowanie na cynk i bor [Bureš 1980; Szewczuk 1988]. W przeliczeniu na 1 t szyszek rośliny chmielu pobierają: 75 kg N, 10 kg P, 66 kg K, 12 kg Mg, 68 kg Ca, 12 kg S, 160 g Zn i 140 g B.

Dawki nawozów azotowych polecane są w Polsce [Migdal 1989; Migdal, Zaorski 1996] na podstawie przewidywanych plonów, podczas gdy w Niemczech [Hopfen-Anbau, Düngung, Pflanzenschutz, Sorten. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Wolnzach Hüll, ss. 123, 2003] i Czechach [Mal , Vaňousek 2003] brana jest również pod uwagę zawartość azotu mineralnego w profilu glebowym. Z kolei dawki nawozów fosforowych, potasowych i magnezowych wyliczane są w oparciu o zasobność gleby w te składniki. Liczby graniczne dotyczące oceny ich zawartości i proponowane na tej podstawie dawki nawozów opracowano w Niemczech [Rossbauer, Zwack 1978; Hopfen-Anbau, Düngung, Pflanzenschutz, Sorten. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Wolnzach Hüll, ss. 123, 2003]. Zastosowanie ich w Polsce budzi wątpliwości z uwagi na niższe plony szyszek oraz fakt występowania na wielu plantacjach groźnej choroby fizjologicznej, zwanej liściozwojem. Jej przyczyną jest niedobór cynku, co tłumaczy się nadmiarem fosforu w glebie, który blokuje jego pobieranie, zwłaszcza w warunkach zasadowego odczynu. Zbyt wysokie są też dawki innych składników w stosunku do potrzeb pokarmowych chmielu. Zachodzi zatem potrzeba weryfikacji liczb granicznych, dotyczących oceny zasobności gleb chmielników i ustalonych na tej podstawie dawek nawozów. Powinny być one dostosowane do naszych warunków glebowych, uprawianych odmian i osiąganych plonów. Zagadnieniom tym poświęcona jest niniejsza praca.

METODY

Proponowany system nawożenia chmielu w Polsce oparto na podstawie wieloletnich badań, prowadzonych przez autorów niniejszego opracowania, a dotyczących nawożenia organicznego i mineralnego [Szewczuk 1988, 1991a, 1991b, 1995, 2002; Szewczuk, Sugier 2000a, 2000b, 2002]. Pod uwagę wzięto głównie wyniki badań nad zasobnością gleby i stanem odżywienia roślin chmielu na podstawie analiz roślinnych i uzyskanych plonów szyszek z kilkuset plantacji produkcyjnych Lubelszczyzny. Autorzy prowadzili również wieloletnie badania nad dolistnym dokarmianiem chmielu. Wykorzystano również wyniki badań i praktyczne zalecenia proponowane w Niemczech [Hopfen-Anbau, Düngung, Pflanzenschutz, Sorten. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Wolnzach Hüll, ss. 123, 2003] i Czechach [Mal , Vaňousek 2003].

WYNIKI

Wielu autorów [Bureš 1980; Szewczuk 1995; Mal , Vaňousek 2003] wskazuje na plonotwórczy wpływ systematycznego (co 2–3 lata) stosowania nawozów organicznych na plantacjach chmielu. Chodzi tu nie tylko o dostarczenie roślinom całej gamy składników pokarmowych, ale też o poprawę niekorzystnych właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych gleby, powstałych w wyniku długotrwałej (ponad 20-letniej) monokultury, w jakiej uprawiana jest ta roślina. Substytutem obornika mogą być nawozy zielone, uprawiane i przyorywane w 2,5 m międzyrzędziach. Wskazuje się na to, że oprócz poprawy wymienionych właściwości gleby pełnią funkcję przeciwerozyjną, zaś niektóre z nich (z rodziny krzyżowych oraz żyto) fitosanitarną [Szewczuk 1995; Migdał, Zaorski 1996]. Wyniki badań świadczą o tym, że najlepsze rezultaty plonotwórcze uzyskuje się po udanych roślinach strączkowych (wyka jara, bobik, peluszką) bądź (w okresach suchszych) gorczyca biała. Negatywny rezultat uzyskano natomiast po wysianym jesienią i przyoranym wiosną życie, które w okresie wiosennego niedoboru wody powodowało dodatkowe przesuszenie gleby [Szewczuk 1995].

Największy wpływ na plony i jakość szyszek wywiera azot. Zapotrzebowanie chmielu w ten składnik zależy od plonu szyszek, a ściślej od wytworzonej masy roślinnej. Poza tym nie jest ono równomierne w okresie wegetacji. Najwięcej azotu pobiera chmiel w okresie intensywnego wzrostu (czerwiec), a następnie kwitnienia i tworzenia szyszek (lipiec). Ten fakt stanowi podstawę podziału ogólnej dawki na kilka części, zwłaszcza że umożliwia to ich korektę na podstawie wizualnej obserwacji roślin, analizy liściowej bądź przebiegu pogody w okresie wegetacji. Należy dodać, że nadmiar azotu wpływa niekorzystnie na jakość szyszek, które przerastają liśćmi, obniża się zawartość alfa-kwasów i związków aromatycznych. W Niemczech ogólna dawka azotu dzielona jest na trzy równe części i stosowana w różnych okresach w zależności od właściwości uprawianej odmiany. Wysokość dawki ustalana jest na podstawie prognozowanych plonów oraz zawartości azotu mineralnego ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$) w 60, a nawet 90 cm warstwie profilu glebowego. Na tej podstawie najwyższe dawki N (do 220 kg ha^{-1}) proponuje się, gdy zawartość N_{min} nie przekracza 100 kg ha^{-1} , zaś rezygnuje się z nawożenia po przekroczeniu 400 kg N w profilu glebowym [Hopfen-Anbau, Düngung, Pflanzenschutz, Sorten. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Wolnzach Hüll, ss. 123, 2003]. Również w Czechach [Mal , Vaňousek 2003] dawki azotu ustalane są na podstawie zawartości azotu mineralnego w profilu glebowym, ale brane są też pod uwagę wyniki analizy chemicznej liści, pobieranych w okresie wegetacji chmielu. W Polsce dawki azotu ustalane są na podstawie prognozowanych plonów – 10 kg N na 100 kg

suchych szyszek [Migdal 1989; Migdal, Zaorski 1996] a więc podobnie jak dawniej w Czechach [Bureš 1980; Srp i in. 1981]. Analiz chemicznych gleby i liści nie wykonuje się w Polsce, między innymi ze względu na koszty związane z dużym rozdrobnieniem plantacji.

Tabela 1. Proponowane dawki azotu i terminy ich stosowania w zależności od uprawianych odmian i plonów szyszek

Table 1. Suggested nitrogen rates and their application dates depending on variety and cones yield

Wyszczególnienie Specification	Lubelski – plony szyszek w t ha ⁻¹ Lubelski - cones yield in t ha ⁻¹			Marynka i Magnum – plony szyszek w t ha ⁻¹ Marynka and Magnum - cones yield in t ha ⁻¹		
	1,0	1,5	2,0	1,5	2,0	2,5
Ogólna dawka N, kg ha ⁻¹ Total rate N, kg ha ⁻¹	100	140	180	140	180	220
Wyłączne nawożenie doglebowe – dawki N w kg ha ⁻¹ i % (w stosunku do ogólnej dawki) Only soil fertilization – rates of N in kg ha ⁻¹ and % (in relation to total rate)						
I – po naprowadzeniu pędów na przewodniki I – after stem adjustment to conductors	40 (40)	56 (40)	60 (33)	70 (50)	81 (45)	88 (40)
II – pierwsza połowa czerwca II – first half of June	40 (40)	42 (30)	60 (33)	42 (30)	54 (30)	66 (30)
III – początek lipca III – beginning of July (before flowering)	20 (20)	42 (30)	60 (33)	28 (20)	45 (25)	66 (30)
Nawożenie doglebowe i dolistne* – dawki N w kg ha ⁻¹ i % (w stosunku do ogólnej dawki) Soil and foliage fertilization* – rates of N in kg ha ⁻¹ and % (in relation to total rate)						
I – po naprowadzeniu pędów na przewodniki I – after stem adjustment to conductors	40 (40)	56 (40)	60 (33)	70 (50)	81 (45)	88 (40)
II – pierwsza połowa czerwca II – first half of June	30 (30)	42 (30)	60 (33)	40(29)	54 (30)	66 (30)
III – początek lipca (przed kwitnieniem) III – beginning of July (before flowering)	-	12 (9)	30 (17)	-	15 (8)	36 (16)
Dokarmianie dolistne* Foliage fertilization*	30 (30)	30 (21)	30 (17)	30 (21)	30 (17)	30 (14)

*2–3-krotne w okresie wegetacji 1% roztworem mocznika – 2–3-times during vegetation period using 1% solution of urea

Obecnie dominują w Polsce trzy odmiany chmielu (95% arealu): Marynka, Lubelski i Magnum. Różnią się one tempem wzrostu roślin w okresie wegetacji. Dlatego proponujemy inny termin wnoszenia dawek azotu pod aromatyczną odmianę Lubelski oraz goryczkowe odmiany – Marynkę i Magnum. Dla obydwu grup przedstawiono dwie wersje nawożenia azotem: wyłącznie w formie doglebowej oraz doglebowej i dolistnej (tab. 1). W wersji dotyczącej dokarmiania dolistnego wyjaśniamy, że po osiągnięciu przez rośliny pełnej wysokości konstrukcji nośnej (6,5–7 m) zaleca się w formie oprysku 3000 l ha⁻¹ roztworu cie-

czy roboczej. Jednorazowo można więc wnieść w tej formie do 30 kg mocznika (stężenie 1%), czyli 13,8 kg N. Przy trzech opryskach dawka azotu dochodzi do 41,4 kg ha⁻¹. W podanych zaleceniach (tab. 1) proponujemy 30 kg N, co stanowi od 14 do 30% ogólnej dawki. Do sporządzonego roztworu dodawany jest zwykle nawóz mikroelementowy oraz środek ochrony roślin.

Zaproponowany sposób nawożenia chmielu azotem różni się od dotychczas zalecanego, niższą ogólną dawką azotu na plantacjach, gdzie uzyskiwane są wyższe plony szyszek (1,5–2,5 t ha⁻¹). Wynika to z faktu, iż wraz ze wzrostem plonów nie wzrasta proporcjonalnie, lecz w mniejszym stopniu udział łodyg i liści, co zmniejsza zapotrzebowanie roślin na azot i inne składniki pokarmowe. Nie ma więc potrzeby stosowania i kumulacji w roślinach nadmiernych dawek azotu, gdyż nie prowadzi to do zwyżki plonu, co potwierdzają wyniki badań [Sugier, Szewczuk 2000]. Nie wydaje się też zasadne stosowanie 50% ogólnej dawki N w formie dolistnej [Migdal, Zaorski 1996], gdyż może on stymulować rozwój chorób grzybowych (obserwacje własne i plantatorów).

Proponowany sposób nawożenia chmielu azotem nie może być traktowany obligatoryjnie. W praktyce wnosi się bowiem azot również w formie doglebowych nawozów wieloskładnikowych, a więc w innych terminach, niż podano w tabeli 1. Poza tym o wielkości i terminie nawożenia powinny decydować wizualne oznaki odżywienia roślin, ewentualne wyniki analiz liściowych, jak też przebieg pogody w okresie wegetacji. Proponowane dawki należy zmniejszyć po zastosowaniu obornika (30–40 t ha⁻¹), przeciętnie o 50 kg w pierwszym roku, 35 kg w drugim i 15 kg ha⁻¹ N w trzecim. Zmniejszenie ogólnej dawki o 20–40 kg N ha⁻¹ celowe jest też po przyoranych jesienią w międzyrzędziach chmielnika roślinach strączkowych.

Na ogół łatwiej jest ustalić dawki fosforu, potasu i magnezu, gdyż wykorzystuje się w tym celu zasobność gleby w te składniki. Oczywiście konieczne jest wcześniejsze opracowanie liczb granicznych, obrazujących optymalną, niedoborową czy też nadmierną zawartość poszczególnych składników w profilu glebowym. W Czechach [Srp i in. 1981; Bureš 1982] zaleca się przed założeniem chmielnika doprowadzenie do optymalnej zasobności 60 cm warstwy profilu glebowego w fosfor, potas i magnez. W następnych latach należy tę zasobność utrzymywać. Należy dodać, iż stosowanie tych składników, a zwłaszcza trudno przemieszczającego się fosforu, w głębsze warstwy profilu glebowego jest możliwe tylko przed założeniem plantacji, kiedy wykonuje się głębsze orki. Wydaje się to też celowe w naszych chmielnikach, głównie z uwagi na 2–3-krotnie większą zawartość fosforu w warstwie 0–20 cm, niż 21–40 cm, gdzie rozwija się głównie masa systemu korzeniowego chmielu [Szewczuk 1988, 1991a, 1991b; Sugier, Szewczuk 2000].

Tabela 2. Ocena zasobności gleb chmielników w przyswajalne formy fosforu, potasu i magnezu (dotyczy gleb o średniej zwięzłości)

Table 2. Assessment of hop plantation soil abundance in available forms of phosphorus, potassium and magnesium (refers to medium-heavy soils)

Ocena zasobności Abundance assessment	Zawartość w mg kg ⁻¹ gleby Content in mg kg ⁻¹ of soil		
	P	K	Mg
Bardzo niska Very low	< 30	< 70	< 50
Niska Low	30-50	71-110	50-70
Średnia (optymalna) Medium (optimum)	51-80	111-170	71-100
Wysoka High	81-110	171-250	101-130
Bardzo wysoka Very high	> 110	> 250	> 130

Tabela 3. Zalecane dawki fosforu, potasu i magnezu w zależności od zasobności gleby i prognozowanych plonów szyszek

Table 3. Suggested phosphorus, potassium and magnesium rates depending on soil abundance and anticipated cones yields

Ocena zasobności Abundance assessment	Plony szyszek w t ha ⁻¹ Cones yield t ha ⁻¹								
	1,5			2,0			2,5		
	P	K	Mg	P	K	Mg	P	K	Mg
Bardzo niska Very low	45	180	42	50	215	48	55	250	54
Niska Low	30	140	30	35	175	36	40	210	42
Średnia (optymalna) Medium (optimum)	15	100	18	20	132	24	25	165	30
Wysoka High	10	50	-	15	65	12	20	80	18
Bardzo wysoka Very high	-	-	-	-	-	-	-	-	-

W Polsce dawki nawozów fosforowych, potasowych i magnezowych były ustalone [Migdal 1989] na podstawie liczb granicznych, dotyczących zasobności gleby w te składniki, opracowanych w Niemczech [Rossbauer, Zwack 1978]. Jednak Niemcy weryfikowali te liczby, co polegało na obniżaniu zakresu optymalnej zawartości P, K i Mg w profilu glebowym. Pociągało to za sobą zmiany w zalecanych dawkach nawozów. Poza tym w Niemczech wykorzystuje się różne liczby graniczne w poszczególnych rejonach chmielarskich [Hopfen-Anbau, Düngung, Pflanzenschutz, Sorten. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Wolnzach Hüll, ss. 123, 2003]. Konieczne staje się zatem opracowanie własnych kryteriów oceny zasobności gleb chmielników i ustalanych na tej podstawie dawek nawozów, co przedstawiamy w tabeli 2 i 3. Dotyczą one gleb o średniej zwięzłości, na których zlokalizowane są w większości plantacje chmielu w Polsce. Za optymalną przyjęto średnią zasobność gleb w P, K i Mg, zaś ustalone na tej podstawie dawki nawozów podano na poziomie

wymagań pokarmowych chmielu. W przypadku niższej zasobności proponujemy zwiększenie dawek mając na uwadze pokrycie potrzeb pokarmowych roślin, jak też stopniowe zwiększanie zasobności gleby do poziomu średniego (optymalnego). Z kolei przy wysokiej zasobności gleby zalecamy obniżenie dawek

o 40–50%, a przy bardzo wysokiej – całkowitą rezygnację z nawożenia określonym składnikiem. Podobne zasady nawożenia tymi składnikami (ale nie wysokość dawek) obowiązują w Niemczech [Hopfen-Anbau, Düngung, Pflanzenschutz, Sorten. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Wolnzach Hüll, ss. 123, 2003]. Z kolei w Czechach [Mal , Vaňousek 2003] dawki N, P, K, Mg i Ca wylicza się na podstawie zasobności gleby, a następnie koryguje opierając się na analizach liści pobieranych dwukrotnie w okresie wegetacji chmielu. Obecnie przedziały dotyczące oceny zasobności gleb w Polsce w P, K i Mg, przy których dawki składników zalecane są na poziomie wymagań pokarmowych chmielu, wynoszą (w nawiasie podano proponowane przez nas): dla P – od 65 do 109 mg kg⁻¹ (51–80 mg), dla K – od 208 do 332 mg (111–170 mg) i dla Mg – od 90 do 120 mg (71–120 mg) – tab. 2.

Nawozy fosforowe i potasowe zaleca się w Polsce stosować w całości jesienią, przed przyoraniem rzędów, bądź podzielić na dwie równe części, stosując drugą wczesną wiosną – przed cięciem i czyszczeniem karp bądź innymi zabiegami uprawowymi. Zasadny wydaje się zwłaszcza podział ogólnej dawki nawozów potasowych, przy czym w okresie jesiennym można zalecić sól potasową, zaś wiosennym siarczan potasu. Przy wyłącznym stosowaniu tych nawozów wiosną wskazany byłby wysiew siarczanu potasu. Jak wynika z badań Szewczuka [2002], sól potasowa stosowana wiosną może niekorzystnie wpływać na plony i jakość szyszek.

Ważnym czynnikiem plonotwórczym jest dolistne dokarmianie roślin nawozami z podwyższoną zawartością cynku i boru. Niewskazana jest w tych nawozach miedź, gdyż notuje się na ogół jej nadmiar w glebie i roślinach chmielu w wyniku stosowania fungicydów zawierających ten składnik. Analizy liściowe nie wykazują też na ogół niedoboru manganu, zwłaszcza na glebach kwaśnych [Szewczuk 1988, 1991a; Sugier, Szewczuk 2000b]. Należy dodać, że w chmielnikach przyjmuje się za optymalny lekkokwaśny odczyn gleby, a więc pH od 5,6 do 6,5. Wyniki badań [Szewczuk i in. 2003] uzasadniają celowość stosowania wieloskładnikowego nawozu dolistnego o nazwie Chmiel-Vit, 2–4-krotnie w okresie wegetacji. W wyniku trzykrotnej aplikacji tego nawozu dawki Zn i B (odpowiednio: 525 i 280 g ha⁻¹) powinny zaspokajać potrzeby pokarmowe roślin chmielu w te składniki. Polecamy następujące trzy terminy stosowania nawozów dolistnych:

w okresie intensywnego wzrostu roślin (druga dekada czerwca), przed kwitnieniem (pierwsza dekada lipca) i po zawiązaniu szyszek (przełom lipca i sierpnia).

Na plantacjach z liściozwojem wskazane jest również wcześniejsze stosowanie cynku, najlepiej po naprowadzeniu pędów na przewodniki, a następnie po 8–10 dniach. Można wówczas polecać jednoskładnikowy chelat cynku. Wyniki analiz liściowych świadczą bowiem o tym, iż niedobór cynku występuje częściej we wczesnych niż późniejszych fazach rozwoju roślin chmielu [Berbeć i in. 1999].

PODSUMOWANIE

System nawożenia chmielu w Polsce zastał „zapożyczony” w dużym stopniu z opracowań niemieckich i czeskich. W kolejnych latach był on weryfikowany w tych krajach, podczas gdy w Polsce pozostawał bez zmian lub był zmieniany w niewielkim stopniu. Skutkiem tego było występowanie na wielu polskich plantacjach liściozwoju, czyli groźnej choroby fizjologicznej chmielu, spowodowanej niedoborem cynku. Tłumaczy się to nadmiarem fosforu w glebie, który blokuje jego pobieranie, zwłaszcza w warunkach odczynu zasadowego. Zbyt wysokie są też zalecane dawki innych składników w stosunku do potrzeb pokarmowych chmielu. Zachodzi zatem potrzeba weryfikacji liczb granicznych, dotyczących zasobności gleb chmielników w P, K i Mg i ustalonych na tej podstawie dawek nawozów, co przedstawiono w tabelach 1–3. Uważamy, że proponowane dawki azotu, fosforu, potasu i magnezu są bardziej dostosowane do polskich warunków glebowych, klimatycznych, uprawianych odmian i osiągniętych plonów. Proponowane zmiany oparto na podstawie wieloletnich badań, prowadzonych na kilkuset plantacjach produkcyjnych Lubelszczyzny przez autorów niniejszego opracowania. Dotyczyły one stanu odżywienia roślin na podstawie analiz chemicznych gleby i liści oraz nawożenia organicznego i mineralnego.

PIŚMIENNICTWO

- Bureš V. 1980. Výživa a hnojení chmele. VUCH Žatec, 26, 30.
- Berbeć S., Sugier D., Szewczuk C. 1999. Content of phosphorus and zinc in hop leaves as an important indicator of plants nutrition with these elements. Proc. of the Scientific Commission, International Hop Growers Convention IHGC, 86–89.
- Malý J., Vaňousek J. 2003. Stav zásobenosti chmelových půd, potřeba hnojení, listová výživa. Mat. semin. „Závlaha a hnojení chmele”. Wyd. Chmelařský Institut Žatec 17–23.
- Migdal J. 1989. Nawożenie chmielu. Wyd. IUNG Puławy, Ser. P 40.
- Migdal J., Zaorski T. (red.) 1996. Poradnik plantatora chmielu. Wyd. IUNG Puławy.

- Rossbauer G., Zwack F. 1978. Aus der Hopfenforschung – Gesunde Hopfen – düngung mit system. Hopfen Rundschau 21, 406–408.
- Srp A. a kolektiv 1981. Chmel – technologie pěstování a její kontrola u produkčních chmelnic. VUCH Žatec, 18, 46.
- Sugier D., Szewczuk C. 2000a. Wpływ nawożenia oraz odczynu i zasobności gleby wybranych plantacji chmielu na plony szyszek. Roczn. Gleb. 3/4, 121–128.
- Sugier D., Szewczuk C. 2000b. Ocena stanu odżywienia roślin chmielu w mikroelementy (Zn, Mn, Fe) na wybranych plantacjach. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 471, 795–801.
- Sugier D., Szewczuk C. 2002. Evaluation of macroelement nutrition state of hop on a basis of chemical analyses of leaves and soil. Polish J. Soil Sci. 35, 1, 87–96
- Szewczuk C. 1988. Ocena stanu odżywienia roślin chmielu na podstawie plonów szyszek oraz analiz chemicznych liści i gleby. Rozpr. hab. 110 Wyd. AR w Lublinie, 54.
- Szewczuk C. 1991a. Ustalenie wzorca stanu odżywienia chmielu makro i mikroelementami. Annales UMCS, Sec. E, 46, 57–64.
- Szewczuk C. 1991b. Wpływ wieku plantacji chmielu na plony szyszek oraz zawartość składników pokarmowych w glebie i liściach. Fragm. Agron. 3, 49–55.
- Szewczuk C. 2002. Wpływ formy i terminu stosowania nawozów potasowych na plony i jakość szyszek chmielu. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 484, 653–658.
- Szewczuk C. 1995. Wpływ nawozów zielonych uprawianych w międzyrzędziach chmielnika na plony szyszek. Fragm. Agron. 1, 35–42.
- Szewczuk C., Sugier D., Studzińska-Jaksim P. 2003. Wpływ dokarmiania dolistnego na plony i jakość szyszek chmielu. Acta Agr. 85, 297–304.

