
ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN – POLONIA

VOL. VIII, SUPPLEMENTUM

SECTIO EEE

2000

Pracownia Herbologii Instytutu Warzywnictwa, Skierniewice

ZBIGNIEW ANYSZKA, KRYSTYNA ELKNER,
ADAM DOBRZAŃSKI

**Zawartość azotanów i kwasu askorbinowego w brokule włoskim
(*Brassica oleracea* var. *botrytis italica*)
w zależności od sposobu odchwaszczania**

Content of Nitrates and Ascorbic Acid in Broccoli
(*Brassica oleracea* var. *botrytis italica*) Depending on Method of Weed Control

Uprawa brokułu włoskiego nabiera w ostatnich latach coraz większego znaczenia. Duża wartość odżywcza i smakowa róż brokułu sprawiają, że konsumpcja i powierzchnia uprawy tego warzywa dość szybko zwiększają się. O jakości warzyw decyduje wiele różnych cech, takich jak: wygląd zewnętrzny (barwa, wielkość, kształt), tekstura (jędrność, soczystość) i wartość biologiczna. Ta ostatnia cecha obejmuje nie tylko wartość odżywczą (witaminy, sole mineralne i inne), ale także poziom substancji, które mogą być szkodliwe dla zdrowia (azotany, azotyny, metale ciężkie). Brokuły są cenione przede wszystkim jako bogate źródło witamin i soli mineralnych. Witaminy C mają ponad 100 mg, beta karotenu powyżej 2 mg w 100 g produktu (Lisiewska, 1986; Elkner i Babik, 1999). Zawierają ponadto znaczne ilości witamin z grupy B. Stwierdzono, że róże główne zawierają mniej suchej masy, ale są bogatsze w witaminę C niż róże boczne. Brokuły, podobnie jak kalafior, mają skłonność do nagromadzania azotanów, co może pogarszać ich jakość. Liczne prace wykazały, że poziom tych związków w brokułach i innych warzywach zależy od wielu czynników, między innymi od odmiany, od nieprawidłowego stosowania nawozów, zwłaszcza azotowych (Kunicki, 1996; Elkner i Babik, 1999).

Można też przypuszczać, że niektóre zabiegi agrotechniczne, jak np. sposób odchwaszczania, a zwłaszcza herbicydy, mogą także wpływać na wartość

biologiczną brokołu. Herbicydy wnikając do tkanek roślin uprawnych i chwastów powodują zaburzenia metabolizmu w różnych organach. Zwykle występuje naruszenie wymiany gazowej, zaburzenia w procesie fotosyntezy, przemiany kwasów nukleinowych, syntezy białek i chlorofilu (Ashton i Crafts, 1973).

W Polsce do odchwaszczania brokołu nie zaleca się obecnie żadnych herbicydów, jednak warzywa kapustne, do których należy brokuł, mogą być odchwaszczane takimi substancjami biologicznie czynnymi, jak pendimetalina, trifluralina, propachlor i oksyfluorofen. Cobb (1992) podaje, że pendimetalina hamuje przebieg procesu fotosyntezy, propachlor powoduje zaburzenia w syntezie związków lipidowych, oksyfluorofen hamuje syntezę karotenoidów, natomiast trifluralina powoduje zaburzenia w komórkach wzrostowych. Nie można więc wykluczyć, że środki chwastobójcze mogą oddziaływać nie tylko na procesy przemiany materii zachodzące w chwastach, ale również w roślinach uprawnych. Wcześniejsze badania przeprowadzone w Instytucie Warzywnictwa w Skierniewicach nad wpływem herbicydów linuron i flurochlorydon stosowanych w uprawie marchwi czy napropamid w kapuście brukselskiej, na zawartość cukrów, karotenoidów, witaminy C i innych składników, nie wykazały negatywnego wpływu na wartość odżywczą tych gatunków warzyw (Dobrzański, 1991; Dobrzański i Bąkowski, 1985).

MATERIAŁ I METODA

Badania przeprowadzono w latach 1998-1999 w Instytucie Warzywnictwa w Skierniewicach. Obejmowały one doświadczenia polowe nad wpływem zachwaszczenia i oddziaływaniem herbicydów na brokuł włoski w uprawie jesiennej oraz analizy chemiczne zawartości suchej masy, azotanów i kwasu askorbinowego w różach brokołu.

Doświadczenia polowe zakładano na glebie płowej, utworzonej z utworów piaskowych na glinie zwałowej, zawierającej około 1,5% materii organicznej, pH — 6,5. Rozsadę brokołu odmiany Marathon wysadzano 30.07.1998 i 13.07.1999. Nawożenie pod uprawę brokołu przeprowadzano w zależności od zasobności gleby, określanej na podstawie analizy zawartości składników mineralnych. Dla brokołu ważny jest poziom nawożenia azotowego. W okresie poprzedzającym uprawę zastosowano 130 kg azotu w przeliczeniu na hektar, natomiast w trakcie wegetacji 60-70 kg. Opryskiwanie herbicydami: pendimetalina i trifluralina + oksyfluorofen wykonywano w 1-3 dni przed sadzeniem, natomiast propachlor stosowano w 7-8 dni po sadzeniu rozsady. Trifluralinę i oksyfluorofen stosowano oddzielnie, w dwóch kolejno następujących po sobie zabiegach. W pierwszym zabiegu użyto trifluralinę, mieszając ją po opryskiwaniu z glebą na głębokość około 5-8 cm, w drugim zastosowano oksyfluorofen. Do wykonania zabiegu użyto 220 litrów cieczy użytkowej w przeliczeniu na hektar. Po opryskiwaniu nie wykonywano żadnych dodatkowych zabiegów odchwaszczających. Chwasty, które nie zostały zniszczone przez herbicydy, pozostały na poletkach do zbiorów. Dla określenia

wplywu zachwaszczenia na rozwój i plonowanie brokułu oraz zawartość niektórych składników w różach, wyniki z obiektów traktowanych herbicydami porównywano z rezultatami otrzymanymi z poletek odchwaszczanych systematycznie, tuż po pojawieniu się chwastów. W poszczególnych latach wykonywano 3-4 pielienia ręczne.

Wpływ herbicydów na rośliny uprawne oceniano na podstawie fitotoksyczności, wyrażonej w skali EWRS oraz wysokości plonu. Zawartość chlorofilu w liściach brokułu określano po 34 dniach od sadzenia w roku 1998 i po 29 dniach w roku 1999. Pomiaru dokonywano aparatem „Spad 501”, określając zawartość chlorofilu na podstawie różnicy ilości światła emitowanego i absorbowanego przez chlorofil.

Róże brokułu pobierano do analiz chemicznych w czasie pierwszego zbioru w roku 1998, po 82 dniach od sadzenia i w czasie trzeciego zbioru w roku 1999, po 71 dniach od sadzenia. Bezpośrednio po zbiorze oznaczano w różach brokułu zawartość suchej masy metodą grawimetryczną oraz kwas askorbinowy — metodą Tillmansa, azotany — metodą potencjometryczną (aparatem Orion), azotyny — metodą kolorymetryczną wg normy PN-92A75112. Wyniki poddano analizie statystycznej przy pomocy testu Newmana-Keulsa.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki doświadczeń polowych przedstawiono w tabeli 1. Stwierdzono, że badane herbicydy były selektywne dla brokułu włoskiego, podobnie jak dla innych warzyw kapustnych (Anyszka i Pałczyński, 1992, Dobrzański i in. 1989). Na roślinach nie obserwowano zahamowania wzrostu ani żadnych objawów fitotoksyczności. Najwyższe plony otrzymano z poletek pielonych systematycznie po pojawieniu się chwastów. Plon handlowy róż brokuła włoskiego z tych obiektów wynosił w poszczególnych latach 136,7 i 139,1 kg · ha⁻¹ i był wyższy od plonów z poletek nie odchwaszczanych (odpowiednio 97,9 i 121,5 kg · ha⁻¹). Redukcja plonów uzależniona była głównie od stopnia zachwaszczenia. Stopień pokrycia gleby przez chwasty po 22-25 dniach od sadzenia rozsady wynosił 27% w obu latach badań, natomiast przed zbiorami wskaźnik ten zwiększył się, w roku 1998 osiągnął nawet 54%. Większe zachwaszczenie w roku 1998 wpłynęło negatywnie na strukturę plonu, zmniejszył się bowiem do 93,9% udział plonu handlowego w plonie ogólnym. Wyniki potwierdziły powszechnie znany fakt, że plony roślin rosnących w środowisku zachwaszczonym są niższe, z powodu konkurencji chwastów, od plonów uzyskanych z pól, gdzie chwasty nie występują. Wykazano też, że herbicydy wpływały na zwiększenie plonu róż w porównaniu do obiektów nie opryskiwanych i nie pielonych. Należy podkreślić, że brak fitotoksyczności herbicydów dla brokułu oraz ich korzystne oddziaływanie na plonowanie ma istotne znaczenie dla praktyki, gdyż stanowi podstawę do opracowania zaleceń chemicznego zwalczania chwastów w tej roślinie.

Tab. 1. Wpływ sposobu odchwaszczania i herbicydów na plonowanie brokołu włoskiego
The influence of method of weed control and herbicides on the yield of broccoli

Herbicydy Herbicides	Dawki Rates (kg · ha ⁻¹)	Fitotoksycz- ność (skala EWRs) Phytotoxicity (EWRs scale) ²	Plon handlowy / Marketable yield			
			1998		1999	
			kg · 100 m ⁻²	% plonu ogólnego % of total yield	kg · 100 m ⁻²	% plonu ogólnego % of total yield
Pendimetalina	1,32	1	127,1	99,7	139,4	99,5
Trifluralina * +	0,96 +					
+ oksyfluorofen	+ 0,24	1	127,4	99,1	123,3	98,2
Propachlor	5,28	1	121,8	98,7	134,9	98,0
Kontrola / Untreated						
bez pielienia non weeded	—	1	97,9	93,9	121,5	99,0
pielona systematycznie systematically weeded	—	1	136,7	99,7	139,1	97,1

* — herbicyd wymieszano z glebą przy użyciu glebogryzarki
herbicide was incorporated with soil, using rotary cultivator

** — wyjaśnienie skali EWRs: 1 — brak fitotoksyczności, 9 — rośliny całkowicie zniszczone
explanation of EWRs scale: 1 — no phytotoxicity, 9 — crops completely controlled

Tab. 2. Wpływ sposobu odchwaszczania i herbicydów na zawartość chlorofilu w liściach
i niektórych składników w różach brokołu włoskiego
The influence of method of weed control and herbicides on the content of chlorophyll
in leaves and nutrients in heads of broccoli

(Średnie z lat 1998-1999 / Means for 1998-1999)					
Herbicydy Herbicides	Dawki Rates (kg·ha ⁻¹)	Zawartość chlorofilu Chlorophyll content (mg·100 cm ⁻²)	Sucha masa Dry matter (%)	Kwas askorbinowy Ascorbic acid (mg·100 g ⁻¹)	Azotany Nitrates (mg·kg ⁻¹)
Pendimetalina	1,32	7,46	11,45	102,0	375,9
Trifluralina* + + oksyfluorofen	0,96 + + 0,24	7,65	11,58	126,5	308,4
Propachlor	5,28	7,64	11,24	104,1	357,1
Kontrola / Untreated — bez pielienia / non weeded	—	7,38	11,37	119,2	389,0
— pielona systematycznie systematically weeded	—	7,47	12,12	110,0	320,8

* — herbicyd wymieszano z glebą przy użyciu glebogryzarki
herbicide was incorporated with soil, using rotary cultivator

Nie stwierdzono różnic w zawartości chlorofilu w liściach brokułu pod wpływem różnych sposobów odchwaszczania (tab. 2). Po zastosowaniu herbicydów propachlor i trifluralina + oksyfluorofen zawartość chlorofilu była wprawdzie nieco wyższa niż w pozostałych obiektach, ale różnice nie były statystycznie udowodnione.

Najwyższy poziom suchej masy stwierdzono w obiektach systematycznie odchwaszczanych. Brokuły traktowane herbicydami i nie pielone w późniejszym okresie, jak i nie odchwaszczane zawierały mniej suchej masy, ale różnice między tymi obiektami były niewielkie. Obniżenie zawartości suchej masy mogło być spowodowane zacienianiem roślin uprawnych przez chwasty, w wyniku czego ograniczona została akumulacja węglowodanów w roślinach.

Zawartość kwasu askorbinowego w różach nie wykazywała dużych różnic zarówno w brokułach z obiektów systematycznie odchwaszczanych, bez odchwaszczania, jak i po zastosowaniu herbicydów. Najwięcej kwasu askorbinowego zanotowano w brokułach traktowanych przed sadzeniem herbicydami trifluralina + oksyfluorofen. Zawartość azotanów w brokułach systematycznie odchwaszczanych wynosiła $320,8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, a w nie odchwaszczanych $389 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Najmniej azotanów ($308,4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) zawierały róże brokułu opryskiwanego środkami trifluralina + oksyfluorofen. Obserwowane różnice w zawartości omawianych składników nie były istotne statystycznie. Zawartość kwasu askorbinowego i azotanów w różach brokułu zależy w dużej mierze od nawożenia azotowego. Badania Elkner i Babik (1999) wykazały, że najwyższą zawartość kwasu askorbinowego miały róże brokułu przy poziomie nawożenia 200 kg N na hektar. W doświadczeniach autorów poziom nawożenia azotowego, liczony łącznie z zawartością azotu w glebie, nieznacznie przekraczał tę wartość, zatem czynnik ten był na poziomie optymalnym. W różach brokułu nie stwierdzono azotanów, co jest zgodne z wcześniejszymi badaniami Elkner i Babik (1999), które wykazały, że w świeżych i zdrowych różach brokułu związki te nie występują.

WNIOSKI

1. Badane herbicydy wykazywały selektywność dla brokułu włoskiego.
2. Systematyczne pielienie i stosowanie herbicydów miały korzystny wpływ na wysokość plonu róż. Najwyższe plony uzyskano w warunkach systematycznego pielienia.
3. Zastosowane herbicydy nie miały ujemnego wpływu na poziom kwasu askorbinowego i azotanów w różach brokułu.

4. Efektywne zwalczanie chwastów w uprawie brokuła powinno opierać się na stosowaniu herbicydów i dodatkowym uzupełniającym pieleniu.

PIŚMIENNICTWO

- Anyszka Z., Pałczyński J. 1992. Wpływ niektórych herbicydów i ich mieszanin na stopień zniszczenia chwastów i plonowanie kalafiora. *Biul. Warzywn.* XXXIX: 161-171.
- Ashton F.M., Crafts A.S. 1973. *Mode of Action of Herbicides*. A Wiley — Interscience Publication, New York.
- Cobb A. 1992. *Herbicides and Plant physiology*. Chapman and Hall, London.
- Dobrzański A. 1991. Wpływ ochrony przed chwastami na technologię produkcji, jakość i wartość biologiczną warzyw. *Mat. XXXI Sesji Naukowej IOR, cz. I — Referaty*: 125-133.
- Dobrzański A., Anyszka Z., Pałczyński J. 1989. Zastosowanie oksyfluorofenu (Goal 2E) do ochrony przed chwastami warzyw uprawianych w polu. *Biul. Warzywn. — Suplement*: 139-143.
- Dobrzański A., Bąkowski J. 1985. Wpływ herbicydów na jakość i wartość odżywczą warzyw. *Mat. Kraj. Symp. „Wpływ herbicydów na jakość plonów” IUNG Puławy*: 201-211.
- Elkner K., Babik I. 1999. Influence of Irrigation and Nitrogen Fertilization on Quality of Fresh and Frozen Broccoli. *Vegetable Crops Research Bulletin*, vol. 50: 93-105.
- Kunicki E. 1996. Wpływ formy i sposobu aplikacji nawozu azotowego na wysokość i jakość plonu brokuła. *Mat. II Ogólnopolskiego Symp. „Nowe rośliny i technologie w ogrodnictwie”*, Poznań, t. II: 101-104.
- Lisiewska Z. 1986. Wpływ temperatury i czasu składowania brokuła włoskiego na jakość surowca i wyprodukowanych z niego mrożonek. *Biul. Warzywn.* XXIX: 213-229.

SUMMARY

Studies were carried out in 1998-1999 to determine the influence of weed infestation and some herbicides on the yield of broccoli and contents of dry matter, ascorbic acid and nitrates in the heads. The crops were planted in July for autumn harvesting. Herbicides pendimethalin, and trifluralin + oxyfluorfen were applied before planting and propachlor 7-8 days after planting. The plots were not weeded after herbicide application. The results from the plots treated with herbicides were compared to those which were not weeded at all. Herbicides were selective to broccoli and increased the yield of heads in comparison to unweeded plots. The highest yield was obtained when the weeds were systematically removed by hand. The tested herbicides did not influence negatively the ascorbic acid and nitrates contents. The differences were not significant. The results suggest that weed control in broccoli can be based on hand weeding or the treatment of herbicide such as: pendimethalin, trifluralin, oxyfluorfen and propachlor.