ZMIANY ZAWARTOŚCI MAKROSKŁADNIKÓW W ROŚLINACH WARZYWNYCH, ZALEŻNIE OD WARUNKÓW WODNYCH I DAWEK NPK

Józef Dzieżyc, Danuta Dzieżycowa, Władysław Buniak

Instytut Rolniczych Podstaw Melioracji AR, Wrocław

Łączna dawka nawozów mineralnych pod warzywa nierzadko dochodzi do 1000 kg NPK/ha. Trzeba również pamiętać, że warzywa należą do roślin nadających się w pierwszej kolejności do nawadniania. Stosując nawadnianie i wysokie nawożenie należy się liczyć nie tylko z ich działaniem na plonowanie warzyw, ale również z wpływem na skład jakościowy.

Celem pracy jest prześledzenie wpływu nawadniania i dwóch poziomów nawożenia na plonowanie i skład chemiczny czterech gatunków warzyw w następującym zmianowaniu:

1) kapusta biała odm. Amager,
2) seler odm. Jabłkowy,
3) ziemniak wczesny odm. Pierwiosnek + rzepak na przyoranie,
4) burak ćwikłowy odm. Czerwona Kula.

Doświadczenia prowadzono w latach 1974-1976 na piasku gliniastym mocnym IV klasy bonitacyjnej, zaliczanym do kompleksu żytniego dobrego, stosując metodę losowanych podbloków w czterech powtórzeniach z dwoma czynnikami zmiennymi.

Nawadnianie: 0 — podbloki nie deszczowane, W — podbloki deszczowane przy wzroście siły ssącej gleby do 0,3-0,4 at. Wielkość opadu naturalnego oraz ilość wody dostarczonej za pomocą deszczowni podaje tabela 1 i 2.

Poziom nawożenia mineralnego: NPK i 2NPK. Wielkość dawek nawozowych w kg czystego składnika na 1 ha podano w tabeli 2. Próbki roślinne do analiz chemicznych pobierano w czasie sprzętu roślin. Oznaczono w nich zawartość azotu ogólnego, azotu azotanowego, fosforu, potasu, wapnia i magnezu. Uzyskane wyniki opracowano staty-

Tabela 1

Opad naturalny w mm dla stacji Swojec

Lata	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Suma IV-IX
1974	19	66	50	83	76	18	312
1975	31	24	131	104	47	14	351
1976	6	80	20	111	57	74	348
1947-1970	37	59	60	83	72	38	350

Tabela 2

Nawadnianie w mm opadu i nawożenie w kg NPK/ha

Lata i składniki	Kapusta	Seler	Ziemniak wczesny	Burak ćwikłowy
		Nawadnianie		
1974	90	90	50	60
1975	110	140	90	90
1976	150	180	60	120
		Nawożenie NPK		
N	100	100	100	100
P_2O_5	140	140	50	100
K_2O	160	160	150	200

Uwaga: 2NPK jest podwojeniem dawek wyjściowych NPK.

stycznie, a istotność różnic sprawdzono przedziałem ufności na poziomie istotności 0,05.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Jak wynika z trzyletnich badań, rośliny nawadniane w porównaniu do nie nawadnianych dały plony wyższe o 29-88%, zaś stwierdzone różnice były zawsze istotne (tab. 3). Natomiast podwojenie dawki nawozów mineralnych zwiększyło istotnie tylko plon korzeni selera. Pozostałe badane rośliny reagowały na intensywniejsze nawożenie stosunkowo nieznaczną tendencją zwyżkową plonu.

Dość wyraźnie różnicowały się plony badanych roślin w poszczególnych latach, przy czym różnice istotne stwierdzono jedynie w odniesieniu do kapusty i selera. Najwyższy plon korzeni buraka ćwikłowego i selera otrzymano w roku 1974, który miał stosunkowo korzystny rozkład opadów w miesiącach letnich, choć ich suma za okres wegetacyjny była niższa aniżeli w dwóch następnych latach. Kapusta późna i ziemniak wczes-

Tabela 3

Wysokość plonów w t/ha zależnie od nawadniania, nawożenia i lat

Badane czynniki	Kapusta	Seler (korzenie)	Ziemniak wczesny	Burak ćwikłowy (korzenie)
		Wpływ nawadniania		
O	33,8	16,0	16,0	37,0
W	57,0	20,8	26,9	44,0
p.uf.	19,2	3,6	10,7	3,3
		Wpływ nawożenia		
NPK	47,4	18,3	23,6	39,8
2NPK	51,5	20,2	23,0	43,6
p.uf.	—	0,9	—	—
		Wpływ lat		
1974	48,9	29,1	23,7	47,3
1975	67,6	8,0	26,0	32,7
1976	31,9	20,6	20,1	45,1
p.uf.	19,2	3,6	—	—

ny najlepiej plonowały w roku 1975, który charakteryzował się stosunkowo dużymi opadami w czerwcu i lipcu.

W omawianych doświadczeniach wykazano, że plon pozostałych roślin, z wyjątkiem buraka ćwikłowego, zależał od współdziałania lat i nawadniania. Z danych tabeli 4 widać, że wzrost plonu w wyniku nawadniania był w poszczególnych latach różny i zależny od gatunku roślin. W przypadku ziemniaków procentowo najwyższy przyrost plonu w wyniku nawadniania stwierdzono w roku 1976, co było wywołane katastrofalnym spadkiem plonów na poletkach nie nawadnianych, spowodowanych posuchą w kwietniu i czerwcu. Plony selera niezależnie od nawadniania były najniższe w 1975 roku, prawdopodobnie z powodu zbyt dużej ilości opadów w czerwcu i w lipcu.

Wpływ współdziałania nawożenia i nawadniania na plonowanie udowodniono jedynie dla kapusty. Najwyższy plon badanych roślin, z wyjątkiem ziemniaków, uzyskano przy zastosowaniu łącznie wyższego poziomu nawożenia i nawadniania. Rozpatrując oddzielnie wpływ badanych czynników można stwierdzić, że plon wzrastał w większym stopniu pod wpływem nawożenia niż nawadniania.

Na podstawie analiz chemicznych próbek roślinnych stwierdzono, że nawadnianie i intensywne nawożenie wywołały zmiany w składzie ja-

Tabela 4

Wysokość plonów w t/ha zależnie od współdziałania lat i nawadniania oraz nawożenia i nawadniania

Lata i nawożenie	Kapusta		Seler (korzenie)		Ziemniak wczesny		Burak ćwikłowy (korzenie)	
	O	W	O	W	O	W	O	W
				Interakcja lat i nawadniania				
1974	32,1	57,3	27,0	30,2	22,6	24,3	43,8	49,1
1975	43,1	79,9	5,5	9,2	17,0	30,4	25,1	36,6
1976	26,0	34,9	15,5	23,1	8,4	25,0	42,1	46,6
p.uf.	5,7		2,7		3,1			
				Interakcja nawożenia i nawadniania				
NPK	33,0	34,6	15,3	16,8	17,0	15,0	36,3	37,7
2NPK	54,7	60,0	19,8	21,9	26,9	26,9	41,6	51,8
p.uf.	4,7		—		—		—	

kościowym badanych roślin. Nawadnianie zmniejszało zawartość azotu ogólnego we wszystkich badanych roślinach, chociaż różnice udowodnione wykazano jedynie dla ziemniaków i kapusty. Fakt ten można tłumaczyć tym, że w wyniku nawadniania szybciej przyrasta plon, aniżeli pobieranie azotu przez roślinę, a tym samym następuje niejako rozcieńczenie tego składnika w roślinie. Potwierdzeniem tego mogą być wyniki w innej naszej pracy [1], gdzie wykazano, że nawadnianie zwiększało średnio plon buraków ćwikłowych o około 46%, ziemniaków wczesnych o 17% i kapusty o 90%, natomiast odpowiedni wzrost pobrania azotu wynosił średnio 25, 10 i 50%.

Zawartość azotu azotanowego wykazywała tendencję malejącą pod wpływem nawadniania we wszystkich analizowanych roślinach, ale różnice istotne stwierdzono tylko w kapuście. Obecność związków azotu w tej formie w produktach spożywczych nie jest pożądana i dlatego działanie niwelujące nawadniania na wzrost zawartości azotu azotanowego w roślinach w wyniku wyższych dawek azotu należy oceniać jako korzystne. Zwraca uwagę stosunkowo duża zawartość $N\text{-}NO_3$ w korzeniach buraków ćwikłowych (na obiektach nie nawadnianych średnio 0,22%, na nawadnianych 0,18%). Zdaniem niektórych autorów [2, 3] zawartość tej formy azotu w produktach przeznaczonych do bezpośredniego spożycia nie powinna przekraczać 0,2% $N\text{-}NO_3$ w suchej masie.

Różny był wpływ nawadniania na zawartość fosforu, wapnia i magnezu w badanych roślinach. Zawartość potasu malała istotnie w korzeniach i liściach buraka ćwikłowego, a nie zmieniała się w ziemniakach i korzeniach selera oraz wzrastała w liściach selera, chociaż wzrost ten nie zo-

stał udowodniony statystycznie. Natomiast zawartość fosforu, wapnia i magnezu nie ulegała istotnym zmianom (tab. 5 i 6).

Podwojenie dawki nawozów mineralnych spowodowało zwiększenie zawartości azotu ogólnego w omawianych roślinach, z wyjątkiem korzeni selera. Różnice istotne wystąpiły w kapuście, ziemniaku i liściach buraka ćwikłowego. Pod wpływem zwiększonej dawki nawozów rosła zawartość azotu ogólnego i azotanowego. Różnice istotne w zawartości $N\text{-}NO_3$ udowodniono dla kapusty i liści buraków.

Nie stwierdzono reakcji analizowanych roślin na podwojenie dawki fosforu i potasu. Tylko w liściach selera oraz korzeniach i liściach buraka ćwikłowego wystąpił nieudowodniony wzrost zawartości tych składników. W pozostałych przypadkach zawartość fosforu i potasu nie zależała od poziomu nawożenia mineralnego tymi składnikami. Należy to tłumaczyć głównie dobrą zasobnością gleby w te pierwiastki. Poziom nawożenia mineralnego nie wpływał również na zawartość wapnia i magnezu w badanych roślinach.

Z analizy wpływu poszczególnych lat na zawartość oznaczonych składników widać, że był on różny dla różnych roślin. Istotne zróżnicowanie zawartości azotu ogólnego i azotanowego w zależności od lat stwierdzono jedynie w liściach buraków, gdzie malała ona z roku na rok. W pozostałych roślinach zawartość badanych form azotu nie była w poszczególnych latach istotnie zróżnicowana.

Zawartość potasu w korzeniach i liściach buraka ćwikłowego w kolejnych latach badań malała, to znaczy największą zawartość tego pierwiastka wykazano w roku 1974, a najmniejszą w roku 1976, zaś stwierdzone różnice zostały udowodnione statystycznie. W pozostałych badanych roślinach najniższą zawartość potasu stwierdzono w roku 1975, który w porównaniu do dwóch pozostałych lat charakteryzował się stosunkowo dużą ilością opadów w czerwcu i lipcu.

Udowodniony statystycznie wpływ lat na zawartość wapnia wykazano tylko dla liści buraka, przy czym najwyższa jego zawartość wystąpiła w roku 1975. Dość duże zróżnicowanie zawartości tego składnika w liściach selera zależnie od lat prowadzenia doświadczeń, okazało się statystycznie nieistotne. Podobnie nie udowodniono wpływu lat na zawartość fosforu i magnezu.

WNIOSKI

1. Nawadnianie zwiększało istotnie plon wszystkich badanych roślin, zaś podwojenie dawki nawozów mineralnych zwiększyło istotnie tylko plon korzeni selera. Współdziałanie nawożenia i nawadniania na plonowanie udowodniono jedynie dla kapusty.

Tabela 5

Zawartość azotu og., azotu azotanowego i fosforu w % s.m. zależnie od nawadniania, nawożenia i lat

Badane czynniki	N-og.						$N-NO_3$						P_2O_5					
		seler			buraki ćw.			seler			buraki ćw.			seler			buraki ćw.	
	kapusta	korzenie	liście	ziemniaki	korzenie	liście	kapusta	korzenie	liście	ziemniaki	korzenie	liście	kapusta	korzenie	liście	ziemniaki	korzenie	liście
Wpływ nawadniania																		
O	2,75	2,00	2,71	1,75	1,86	2,39	0,12	0,02	0,06	0,02	0,22	0,14	0,84	1,18	0,83	0,58	0,78	0,77
W	2,28	1,64	2,45	1,52	1,58	2,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,18	0,08	0,82	1,31	0,84	0,58	0,75	0,76
p.uf.	0,08	—	—	0,19	—	—	0,07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Wpływ nawożenia																		
NPK	2,29	1,76	2,46	1,51	1,62	2,08	0,07	0,01	0,03	0,01	0,16	0,08	0,81	1,34	0,80	0,57	0,77	0,78
2NPK	2,59	1,76	2,62	1,68	1,73	2,45	0,08	0,01	0,04	0,02	0,24	0,13	0,86	1,21	0,87	0,60	0,76	0,75
p.uf.	0,30	—	—	0,06	—	0,06	0,01	—	—	—	—	0,04	—	—	—	—	—	—
Wpływ lat																		
1974	2,43	1,76	2,53	1,67	2,02	2,54	0,06	0,02	0,02	0,01	0,21	0,15	0,82	1,27	0,83	0,57	0,77	0,75
1975	2,41	1,90	1,84	1,58	1,61	2,11	0,15	0,02	0,02	0,02	0,18	0,14	0,82	1,14	0,62	0,65	0,83	0,87
1976	2,58	1,61	3,25	1,52	1,43	1,84	0,09	0,01	0,02	0,01	0,19	0,09	0,83	1,39	1,03	0,51	0,77	0,66
p.uf.	—	—	—	—	—	0,60	—	—	—	—	—	0,05	—	—	—	—	—	—

Tabela 6

Zawartość potasu, wapnia i magnezu w % s.m. zależnie od nawadniania, nawożenia i lat

Badane czynniki	K_2O						CaO						Mg					
		seler			buraki ćw.			seler			buraki ćw.			seler			buraki ćw.	
	kapusta	korzenie	liście	ziemniaki	korzenie	liście	kapusta	korzenie	liście	ziemniaki	korzenie	liście	kapusta	korzenie	liście	ziemniaki	korzenie	liście
Wpływ nawadniania																		
O	3,85	3,54	3,46	3,01	3,46	5,90	0,79	0,39	1,11	0,09	0,22	2,72	0,15	0,12	0,24	0,11	0,16	0,50
W	3,80	3,53	4,09	2,99	3,22	4,93	0,77	0,35	1,12	0,08	0,20	2,85	0,15	0,12	0,25	0,09	0,18	0,43
p.uf.	—	—	—	—	0,17	0,64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Wpływ nawożenia																		
NPK	3,77	3,57	3,41	2,90	3,21	5,22	0,81	0,36	1,20	0,08	0,20	2,69	0,17	0,13	0,26	0,09	0,18	0,45
2NPK	3,86	3,50	4,20	3,00	3,40	5,29	0,71	0,38	1,05	0,09	0,20	2,93	0,14	0,13	0,25	0,11	0,18	0,46
p.uf.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Wpływ lat																		
1974	3,81	3,52	4,05	3,14	3,98	6,45	0,78	0,31	1,10	0,12	0,30	2,49	0,14	0,18	0,30	0,12	0,21	0,35
1975	3,42	2,94	2,88	2,81	3,33	4,66	0,66	0,39	0,64	0,13	0,32	2,97	0,14	0,16	0,35	0,09	0,22	0,51
1976	4,18	4,11	5,20	3,02	2,61	4,15	0,90	0,35	1,57	0,11	0,29	2,46	0,14	0,12	0,24	0,06	0,08	0,48
p.uf.	—	—	—	—	1,23	0,64	—	—	—	—	—	0,42	—	—	—	—	—	—

2. Nawadnianie obniżyło istotnie zawartość azotu ogólnego w kapuście i ziemniakach, azotu azotanowego w kapuście oraz potasu w liściach i korzeniach buraka ćwikłowego.

3. Podwojenie dawki nawozów mineralnych powodowało istotny wzrost zawartości N ogólnego w kapuście, ziemniakach i liściach buraka oraz zawartości $N\text{-}NO_3$ w kapuście.

4. Istotne zróżnicowanie zależnie od lat stwierdzono w zawartości azotu ogólnego i azotanowego, potasu i wapnia w liściach buraka oraz zawartości potasu w korzeniach buraka.

LITERATURA

1. Dzieżyc J., Buniak W.: Zawartość i pobranie składników mineralnych przez wybrane odmiany buraków, ziemniaków i kapusty w różnych warunkach wodno-nawozowych na glebach lekkich. Zesz. probl. Post. Nauk rol. z. 181, 1976.
2. Griffith G.: Nitrato content of herbage at different manuliar levels. Nature Vol. 185, nr 47/3, 1960.
3. Koter Z.: Nawożenie azotowe a skład chemiczny traw. Wiad. melioracyjne i łąkarskie nr 7, 1971.

Ю. Дзежиц, Д. Дзежиц, В. Буняк

ИЗМЕНЕНИЯ В СОДЕРЖАНИИ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ОВОЩАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОДНОГО РЕЖИМА И ДОЗ NPK

Резюме

В образцах, взятых из капусты, сельдерея, раннего картофеля и столовой свёклы во время уборки этих растений, было определено содержание общего и нитратного азота, фосфора, калия и магния. Образцы отбирали из опытов, проведенных в 1974—1976 гг. на тяжелой супеси IV класса, причисляемой к хорошему ржаному комплексу. В опыте исследовали два водных варианта: без орошения и с орошением при возрастании сосущей силы почвы 0,3—0,4 атм, а также два уровня минерального удобрения: NPK и 2NPK. Было установлено, что орошение существенным образом увеличивало урожай всех усследуемых растений, тогда как увеличенная доза удобрений — только урожай корней сельдерея.

Влияние взаимодействия удобрения и орошения на урожайность подопытных растений было доказано только относительно капусты. Исследуемые факторы отчетливо влияли на качественный состав растений. Вследствие орошения значительно уменьшилось содержание общего азота в капусте, а также в картофеле, интратного азота в капусте, калия в листьях и корнях свеклы. Удвоение дозы минеральных удобрений вызывало существенное увеличение содержания общего азота в капусте и в листьях свеклы, а также нитратного азота в капусте.

J. Dzieżyc, D. Dzieżycowa, W. Buniak

CHANGES IN NUTRIENT CONTENT IN VEGETABLES DEPENDING ON WATER CONDITIONS AND NPK RATES

Summary

The content of total and nitrate nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium was determined in samples of cabbage, celery, early potatoes and red beet taken at harvest. The samples originated from the experiments carried out in the period 1974-1976 on medium heavy sand of the bonitation class IV, belonging to good ryeland complex. In the experiment there were tested two water variants: without irrigation and with irrigation and the increase of the capillary potential of 0.3-0.4 atm, as well as two levels of mineral fertilization: NPK and 2NPK. Irrigation was found to significantly raise the yields of all the plants tested, while increased fertilization — only the yield of celery roots. The influence of co-operative action of fertilization and irrigation on the yields of the plants tested was proved only for cabbage. The factors investigated exerted a distinct effect on the qualitative composition of the plants. Irrigation decreased significantly the content of total nitrogen in cabbage and potatoes, nitrate nitrogen in cabbage and potassium in the leaves and roots of beets. Double rate of mineral fertilizers brought about a significant increase of the content of total nitrogen in cabbage, potatoes and beet leaves, as well as nitrate nitrogen in cabbage.