Wpływ różnych form nawozu azotowego na plon, zawartość witaminy C i węglowodanów w kapuście włoskiej (*Brassica oleracea* var. *sabauda* L.)

EMILIA MOKRZECKA

Instytut Przyrodniczych Podstaw Produkcji Roślinnej, Akademia Rolnicza w Lublinie

(Otrzymano dn. 13.11.1978)

E. Mokrzecka (*Institute of Natural Bases of Plant Production Agricultural Academy, ul. Akademicka 15, 20-033 Lublin, Poland*) *Acta Agrobotanica* 33 (1): 51-58, 1980.

*The effect of different forms of nitrogen fertilization on the crop, vitamin C content and carbohydrates content of savoy (*Brassica oleracea* var. *sabauda* L.)*

The effect of fertilization of savoy with $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, NH_4NO_3 and $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ on the crop, vitamin C content and carbohydrates content was investigated in a pot experiment. The largest crop and the lowest vitamin C content was found with $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. The plants fertilized with $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ showed the highest content of carbohydrates.

WSTĘP

O pobieraniu azotu przez rośliny w formie amonowej lub azotanowej decyduje, w pewnej mierze, zasobność podłoża w składniki mineralne, jego pH i temperatura.

Nawożenie różnymi formami azotu ma nie tylko swoje odbicie w plonowaniu roślin, ale również rzutuje na ich wartość odżywczą — wyrażającą się m. in. w zawartości węglowodanów i witamin.

Celem przedłożonej pracy było zbadanie wpływu różnych form i dawek azotu na plon, zawartość witaminy C i węglowodanów w *Brassica oleracea* var. *sabauda* L. rosnącej w piasku i w torfie niskim.

METODYKA

Przedmiotem badań w doświadczeniu wazonowym była *Brassica oleracea* var. *sabauda* L. (odmiana 'Przodownica'). Doświadczenie przeprowadzono w szklarni Instytutu.

Podłożem w uprawie był piasek pochodzący z wydm nadwiślańskich z okolic Puław, przemyty wodą i wymieszany z 650 mg CaCO_3 na 1 l podłoża, oraz torf niski z Sawina woj. chełmskie o pH 6,8 i zawartości w 1 litrze: N- NO_3 — 110 mg, N- NH_4 — 20 mg, P — 10 mg, K — 20 mg, Ca — 3780 mg i Mg — 25 mg.

Ilość zużytych składników pokarmowych w mg/roślinę wynosiła: N — 300, 600, 900; P — 176; K — 664; Mg — 60 oraz mikroelementy dla piasku: Mn — 2,9; B — 0,8; Cu — 0,13; Mo — 0,27; Zn — 0,11; Fe — 13, kobalt i jod w ilościach śladowych; dla torfu: B — 2,5; Cu — 16,25; Mo — 1,93. Formy nawozów: N — $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, NH_4NO_3 , $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$; P — NaH_2PO_4 ; K — K_2SO_4 ; Mg — $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; Fe — cytrynian żelaza i pozostałe mikroelementy jak w roztworach A-Z. Do doświadczenia użyto sole cz. d. a. przy czym azot, fosfor i potas stosowano w trzech dawkach, pozostałe składniki w dwóch dawkach. Pierwszą dawkę pożywki dano przed pikowaniem roślin, drugą po 30 dniach a trzecią po 50 dniach od pikowania roślin.

Nasiona kapusty zaprawione 0,5% wodnym roztworem Ceresanu oraz preparatem Alvit 55 wysiano do piaskowych rozsadników i 13-15 dniowe siewki pikowano do 1,5-litrowych doniczek glinianych.

W czasie wegetacji rośliny podlewano wodą destylowaną początkowo do 40%, a następnie do 60% pełnej pojemności wodnej piasku i 70% torfu niskiego. Analizę pierwszą przeprowadzono 8.05.1972 r. (w okresie zawiązywania główek) a drugą 28.06.1972 r. (początek żółknięcia dolnych liści przy najwyższej dawce azotu). Okres wegetacji roślin w obu podłożach wynosił 70 dni (19.04. — 28.06.1972 r.).

Poszczególne kombinacje nawozowe liczyły po 15 powtórzeń. Do pierwszej analizy użyto po 10 roślin z każdej serii, a w końcowym okresie wegetacji pozostałe 5 roślin. W dwóch analizowanych terminach określono plon świeżej masy, a po 70 dniach wegetacji roślin oznaczono zawartość witaminy C i węglowodanów w częściach nadziemnych.

Witaminę C ogółem (suma kwasu L-askorbinowego i dehydroaskorbinowego) oraz kwas L-askorbinowy oznaczono metodą Tillmansa (Pijanowski i wsp., 1964).

Węglowodany (cukry redukujące i rozpuszczalne cukry nieredukujące) oznaczono metodą Bertranda. Cukry hydrolizowano kwasem solnym. Do 50 ml przesącza dodano 2 ml stężonego HCl, 20 ml wody i pozostawiono na 15 minut na wrzącej łaźni wodnej.

Po ścięciu roślin w obu analizowanych terminach z każdej kombinacji nawozowej pobrano próbki piasku i torfu, poddając je pomiarom pH w 1n KCl za pomocą pehametru lampowego.

Analizy chemiczne wykonano w dwóch powtórzeniach i podano średnią wartość w tabelach.

WYNIKI

Już w początkowym okresie wegetacji wystąpiły różnice we wzroście roślin, wynikające z zastosowanej formy nawozu azotowego. Wolniej rosły rośliny w piasku zasilanym siarczanem amonu i mocznikiem, niż w torfie nawożonym mocznikiem i azotanem amonu. Powyższa zależność utrzymywała się do końca wegetacji roślin. Najwyższy plon świeżej masy otrzymano na obu podłożach z roślin zasilanych azotanem wapnia (tab. 1). Najniższy plon otrzymano w przypadku kapusty rosnącej w torfie zasilanym mocznikiem i azotanem amonu oraz w piasku nawożonym siarczanem amonu.

Wzrastające dawki azotu niezależnie od formy nawozu, powodowały przyrost plonu świeżej masy w końcowym okresie wegetacji, z wyjątkiem roślin rosnących w piasku i zasilanych siarczanem amonu. Najniższą zawartość suchej masy stwierdzono w kapuście rosnącej w obu podłożach nawożonych azotanem wapnia oraz w torfie nawożonym siarczanem amonu.

Otrzymano najniższą zawartość witaminy C w kapuście rosnącej w obu podłożach przy stosowaniu azotanu wapnia (tab. 2), natomiast więcej w roślinach nawożonych siarczanem amonu (piasek) i mocznikiem (torf). Kapusta rosnąca w torfie zawierała mniej witaminy C w porównaniu z roślinami rosnącymi w piasku.

Wzrastające nawożenie azotem obniżało zawartość witaminy C w kapuście rosnącej w piasku. Podobną zależność stwierdzono w roślinach uprawianych w torfie i nawożonych siarczanem amonu i azotanem wapnia. Natomiast wyższe dawki azotanu amonu i mocznika wpływały dodatnio na zawartość witaminy C w kapuście rosnącej w torfie.

Gromadzenie węglowodanów w zależności od dawki i formy nawozu azotowego rozpatrzono oddzielnie dla cukrów redukujących i rozpuszczalnych cukrów nieredukujących. Kapusta rosnąca w obu podłożach zawierała najwięcej cukrów redukujących w kombinacjach z mocznikiem, natomiast mniej z azotanem wapnia (piasek) i siarczanem amonu (torf). W roślinach rosnących w piasku wyższe dawki siarczanu amonu i azotanu wapnia obniżały zawartość cukrów redukujących, zaś azotanu amonu i mocznika powodowały wzrost. Odwrotnie zależność ta układała się w odniesieniu do roślin uprawianych w torfie.

We wszystkich kombinacjach rośliny miały bardzo mało rozpuszczalnych cukrów nieredukujących, przy czym dawka i forma azotu nie miała istotnego wpływu na ich zawartość.

DYSKUSJA

Najwyższy plon świeżej masy otrzymano na obu podłożach z roślin zasilanych saletrą wapniową. Pozostałe nawozy działały różnie na róż-

Tabela 1 — Table 1

Wpływ podłoża i form azotu na plon kapusty włoskiej, zawartość suchej masy i pH

Effect of the substratum and N forms on yield, dry matter content and pH of savoy

Forma azotu	Dawka N mg/roślinę	Plon świeżej masy w g/roślinę Yield of fresh matter in g/plant				Zawartość suchej masy w % Content of dry matter in %				pH w 1n KCl pH in 1n KCl			
		piasek sand		torf peat		piasek sand		torf peat		piasek sand		torf peat	
Form of nitrogen	Dose N mg/plant	terminy analiz w 1972 — date of analyses in 1972											
		8 V	28 VI	8 V	28 VI	8 V	28 VI	8 V	28 VI	8 V	28 VI	8 V	28 VI
(NH ₄) ₂ SO ₄	300	28,35 a	33,39 a	56,25 a	111,13 a	18,91	19,43	16,87	16,69	6,8	6,3	6,7	6,5
	600	28,30 a	31,16 a	82,15 d	149,43 de	17,43	19,39	12,21	16,36	5,6	5,3	6,5	6,6
	900	28,61 a	31,95 a	123,00 f	177,87 gh	16,43	19,01	12,01	14,95	5,3	5,2	6,4	6,2
Ca(NO ₃) ₂	300	43,15 b	73,59 b	64,52 ab	134,19 bc	17,30	16,89	12,61	16,35	8,1	7,7	6,5	6,4
	600	83,19 ef	115,96 de	119,06 f	167,41 fg	13,63	13,99	10,55	15,75	8,2	7,9	6,6	6,5
	900	86,29 fg	146,69 f	128,87 f	190,45 h	11,54	13,42	11,68	15,06	8,2	8,1	6,7	6,7
NH ₄ NO ₃	300	42,49 b	60,13 b	64,65 ab	121,03 ab	17,19	17,78	13,95	17,77	8,1	7,9	6,6	6,5
	600	77,10 de	108,65 cd	74,10 cd	131,99 bc	15,19	17,62	12,96	17,33	7,8	7,3	6,4	6,4
	900	94,61 g	129,93 e	96,70 e	160,84 ef	12,56	15,56	13,56	15,10	7,5	6,8	6,4	6,3
CO(NH ₂) ₂	300	29,16 a	62,62 b	65,50 abc	111,91 a	16,16	18,71	14,02	18,37	7,9	7,6	6,6	6,4
	600	60,87 c	97,58 c	66,86 bc	137,02 cd	15,41	15,57	13,15	17,65	7,7	7,5	6,4	6,4
	900	71,14 d	121,17 de	105,21 e	150,66 de	13,02	15,24	14,28	17,10	7,7	7,4	6,3	6,3

Dp=D_{0,05} · 2.98 for 8 V 1972.Dp=D_{0,05} · 4.55 for 28 VI 1972.

Liczby oznaczone tą samą literą nie różnią się między sobą istotnie przy P=0,05.

Numbers marked with the same letter do not differ significantly at P=0.05.

Tabela 2—Table 2

Wpływ podłoża i form azotu na zawartość witaminy C i węglowodanów w kapuście włoskiej

Effect of the substratum and N-forms on vitamin C and sugars contents in savoy

Forma azotu	Dawka N mg/roślinę	Witamina C w mg/100 g św.m. Vitamin C in mg/100 g of fresh matter				Węglowodany w % św.m. Carbohydrates in % of fresh matter			
		piasek sand		torf peat		piasek sand		torf peat	
Form of nitrogen	Dose N mg/plant	ogółem total	kw. L-askor- binowy ascorbic acid	ogółem total	kw. L-askor- binowy ascorbic acid	cukry redu- kujące reducing su- gars	cukry niere- dukujące non-reducing sugars	cukry redu- kujące reducing su- gars	cukry niere- dukujące non-reducing sugars
(NH ₄) ₂ SO ₄	300	201,73	136,58	160,75	101,70	1,75	0,33	1,44	0,05
	600	187,54	130,49	154,97	98,23	1,72	0,44	1,66	0,07
	900	187,40	129,44	146,04	95,39	1,69	0,26	1,92	0,01
Ca(NO ₃) ₂	300	162,85	113,89	145,52	94,34	1,58	0,39	1,66	0,04
	600	161,27	108,63	142,36	91,67	1,54	0,43	1,87	0,13
	900	160,22	105,27	141,05	86,15	1,30	0,38	2,12	0,01
NH ₄ NO ₃	300	168,10	122,29	155,50	95,82	1,62	0,23	1,94	0,17
	600	166,00	117,67	163,90	102,75	1,72	0,10	1,80	0,24
	900	156,02	109,26	168,10	109,05	1,98	0,21	1,73	0,09
CO(NH ₂) ₂	300	170,73	120,19	164,43	100,86	1,62	0,22	2,20	0,15
	600	169,15	115,99	171,78	101,91	1,90	0,10	2,18	0,10
	900	159,96	112,42	173,36	115,15	2,16	0,11	1,83	0,13

nych podłożach: na piasku dobrym nawozem był także NH_4NO_3 i w następnej kolejności $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$; na torfie dość dobre plony spowodował $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ i w następnej kolejności NH_4NO_3 . Wilcox i wsp. (1973), a także Pimpini i wsp. (1971) w doświadczeniach z pomidorami również otrzymali wyższy plon roślin pod wpływem nawożenia formą saletrzaną niż amonową.

Otrzymane wyniki wskazują na dodatnie działanie wzrastających dawek poszczególnych form azotu na plon kapusty, z wyjątkiem roślin uprawianych w piasku i nawożonych siarczanem amonu. Podobną zależność otrzymali inni autorzy (Goralski, 1965; Koter, 1971) nawożąc rośliny azotem amonowym. W przeprowadzonym doświadczeniu obniżenie plonu świeżej masy przy najwyższych dawkach siarczanu amonu należałoby przypuszczalnie tłumaczyć obniżeniem się odczynu podłoża.

Otrzymano najniższą zawartość witaminy C w seriach nawożonych azotaniem wapnia. Wzrastające dawki azotu niezależnie od formy wpływały ujemnie na zawartość witaminy C w kapuście rosnącej w piasku. Podobną zależność stwierdzono w roślinach uprawianych w torfie i nawożonych $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ i $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Natomiast wyższe dawki mocznika i azotanu amonu wpływały dodatnio na zawartość witaminy C dając najwyższe jej wartości. Nurzyński (1973) w doświadczeniach z jarmużem otrzymał wzrost witaminy C wraz z podwyższaniem dawek azotu w formie saletry amonowej, w kapuście zaś wystąpiła zależność odwrotna. Mengel (1968) problem zawartości witaminy C w roślinach łączy z syntezą węglowodanów tłumacząc, że potas podwyższa, a azot obniża zarówno zawartość węglowodanów, jak i witaminy C. Wy tłumaczenie tego zjawiska byłoby słuszne w odniesieniu do roślin rosnących w piasku i odżywianych $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ i $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, gdzie wystąpiło obniżenie zawartości witaminy C oraz cukrów redukujących przy wyższych dawkach azotu. Dodać należy, że w odniesieniu do roślin uprawianych w piasku i zasilanych NH_4NO_3 i $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ oraz w torfie nawożonym $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ i $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, nie można tłumaczyć zmniejszenia zawartości witaminy C niedoborem glukozy w roślinie, ponieważ wyższe dawki tych form nawozów azotowych wpływały dodatnio na zawartość cukrów. Jeszcze inną reakcję stwierdzono w roślinach uprawianych w torfie, gdzie wyższe stężenie mocznika i azotanu amonu wpływało dodatnio na zawartość witaminy C, zaś ujemnie na zawartość węglowodanów. Wyjaśnienie tak odmiennego wpływu poszczególnych form nawozu azotowego na zawartość witaminy C oraz węglowodanów wymaga dalszych badań.

Zawartość węglowodanów w roślinach zależy według Jonesa i wsp. (1965) oraz Nowakowskiego i wsp. (1965) od formy nawozu azotowego. Autorzy ci stwierdzili, że azot w formie amonowej wpływa

w większym stopniu na zmniejszenie zawartości węglowodanów w roślinach niż w formie saletrzanej. W przeprowadzonym doświadczeniu nie otrzymano powyższej zależności, ponieważ wyższe dawki $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ i $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ wpływały ujemnie na zawartość węglowodanów w roślinach rosnących w piasku, natomiast w torfie wystąpiła zależność odwrotna. We wszystkich kombinacjach rośliny zawierały bardzo mało cukrów nieredukujących, przy czym dawka i forma azotu nie miała istotnego wpływu na ich zawartość w roślinie. Podobny pogląd reprezentuje Nowosielska i wsp. (1971) w odniesieniu do nawożenia azotowego pod marchew, cebulę i buraki ćwikłowe, gdzie dawka azotu nie miała istotnego wpływu na zawartość cukrów.

STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono wyniki doświadczeń wazonowych z kapustą włoską uprawianą w piasku i torfie niskim. Azot zastosowano w dawkach: 300, 600 i 900 mg N/roślinę w formie $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, NH_4NO_3 i $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Próbkę do analiz pobierano po 50 i 70 dniach wegetacji roślin. Badano wpływ form azotu na plon oraz zawartość witaminy C i węglowodanów.

Najwyższy plon świeżej masy otrzymano z roślin zasilanych azotem wapnia, miały one jednak niską zawartość suchej masy.

Stwierdzono ujemny wpływ wzrastających dawek azotu na zawartość witaminy C w kapuście rosnącej w piasku, przy czym podobna zależność wystąpiła w roślinach uprawianych w torfie nawożonym $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ i $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

Siarczan amonu i azotan wapnia powodowały obniżenie zawartości cukrów redukujących w kapuście rosnącej w piasku, natomiast azotan amonu i mocznik powodowały wzrost ich zawartości. W roślinach uprawianych w torfie stwierdzono odwrotną zależność.

Dawka i forma nawozu azotowego nie miała istotnego wpływu na ilość cukrów rozpuszczalnych nieredukujących.

LITERATURA

- Goralski J., 1956. Przyczyny różnic w działaniu niektórych form azotu pod żyto. *Rocz. Nauk rol.* A, 77: 217-228.
- Jones E. J. H., Griffith G., Walters R. J. K., 1965. The effect of nitrogen fertilizers on the watersoluble carbohydrate content of grasses. *J. Agri. Sci.*, 64: 323-328.
- Koter Z., 1971. Wpływ różnych form azotu i inhibitora nityfikacji na plony zielonej masy żyta i akumulację azotanów. *Pam. Puł.*, 47: 79-95.
- Mengel K., 1968. *Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze*. Stuttgart.
- Nowakowski T. Z., Cunningham R. K., Nielsen K. F., 1965. Nitrogen fractions and soluble carbohydrates in Italian regrass. I. Effects of

- soil temperature, form and level of nitrogen. *J. Sci., Fd. Agric.* 16: 124-133.
- Nowosielska B., Michalik H., Nowosielski O., Bąkowski J., 1971. Wpływ nawożenia różnymi dawkami azotu i mikroelementami na wartość biologiczną marchwi, buraków ćwikłowych i cebuli. *Biul. Warz.*, 12: 315-323.
- Nurzyński J., 1973. Wpływ makro- i mikroskładników na niektóre wskaźniki wartości odżywczej kapusty białej i jarmużu. Cz. II. Wpływ na zawartość witaminy C, karotenów i węglowodanów. *Rocz. Nauk rol. A.* 99: 67-78.
- Pijanowski E., Mrożewski S., Horubała A., 1964. *Technologia produktów owocowych i warzywnych*. t. 1, Warszawa.
- Pimpini F., Venter F., Wünsch A., 1971. Über den Einfluss verschiedener Stickstoff-Formen und steigender Stickstoff-Mengen auf Wachstum von Blumenkohl in Kulturgefäßen. *Gartenbauwissenschaft*. 36: 1-17.
- Wilcox G. E., Hoff J. E., Jones M., 1973. Ammonium reduction of calcium and magnesium content of tomato and sweet corn leaf tissue and influence on incidence of blossom and rot of tomato fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 98: 86-89.