
ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN – POLONIA

VOL. LX

SECTIO E

2005

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin, Akademia Rolnicza we Wrocławiu
ul. Norwida 25, 50-375 Wrocław, Poland

Lesław Zimny, Piotr Kuc

*Zawartość podstawowych składników pokarmowych
w buraku cukrowym uprawianym w różnych systemach nawożenia
w drugiej rotacji płodozmianu*

The content of basic mineral components in sugar beet growing in the second crop rotation under varying systems of fertilization

ABSTRACT. A field study was carried out in 2000–2002 in the second rotation of two factors crop rotation experiment (sugar beet – spring wheat – winter barley) established at Swojec Experimental Station of Agricultural University of Wrocław. It was conducted as split-block method in four replications. The objective of this study was to compare the content of basic mineral components (total nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium) in roots and leaves of sugar beet (Kujawska cultivar). The following organic fertilization in sugar beet cultivation was used: treatment 1 – without fertilization, treatment 2 – manure once every third year, treatment 3 – ploughed down stubble crop under sugar beet with every year ploughed down by-products of forecrops (after winter barley and spring wheat – 5 t ha⁻¹ of straw with addition of 50 kg ha⁻¹ nitrogen, after sugar beet – 40 t ha⁻¹ of sugar beet leaves), treatment 4 – 10 t ha⁻¹ of vermicompost under sugar beet. Increasing level of nitrogen fertilization – 0, 50, 100, 150 and 200 kg N ha⁻¹ was the subplot of experiment. Lack of organic fertilization increased the content of total nitrogen, phosphorus and potassium in roots of sugar beet. The lowest content of the examined components in roots of sugar beet growing under manure was observed. The increasing level of nitrogen fertilization decreased the content of total N, but it was unequivocal for other components. The content of nitrogen in sugar beet leaves was not modified to a large extent by the used nitrogen fertilization. The content of phosphorus and magnesium was significantly higher in sugar beet leaves growing without organic fertilization or with manure compared to the treatments where stubble crop and vermicompost were used. The content of potassium was significantly depended on nitrogen fertilization. Application of manure increased the content of that component. Plots without organic fertilization were characterized by the lowest content of K.

KEY WORDS: sugar beet, organic fertilization, nitrogen fertilization, vermicompost.

Podstawowym czynnikiem plonotwórczym w uprawie buraka cukrowego jest efektywne połączenie nawożenia organicznego i mineralnego. Pozwala ono na utrzymanie, a nawet zwiększenie zasobności gleby w materię organiczną i składniki pokarmowe – także zwiększa wysokość i wierność plonowania oraz poprawia jakość technologiczną plonu [Ostrowska, Kucińska 1998; Buraczyńska, Ceglarek 2002; Gandecki i in. 1999]. Szczególne znaczenie ma nawożenie azotem, który jest składnikiem najsilniej oddziałującym. Najbardziej optymalnym nawozem organicznym jest obornik. Jednak spadek produkcji tego nawozu skłania do poszukiwania alternatywnych form nawożenia organicznego. W ostatnich latach szczególnego znaczenia nabrały: słoma przedplonowa [Ceglarek i in. 1997; Kostka-Gościniak 2000], międzyplon ścierniskowy [Kordas, Zimny 1997; Gutmański, Pikulik 1992], a także wermikomposty [Malak 2000, Baran i in. 1996] jako źródła substancji organicznej.

Skład chemiczny korzeni i liści buraka cukrowego zależy w głównej mierze od warunków wegetacji oraz od nawożenia organiczno-mineralnego [Słowiński i in. 1997]. Intensyfikacja nawożenia azotowego przyczynia się zazwyczaj do wzrostu zawartości makroelementów i pogorszenia jakości technologicznej korzeni [Nowakowski 2004]. Znalezienie optymalnego systemu nawożenia organiczno-azotowego w warunkach gospodarki bezobornikowej jest warunkiem utrzymania wysokiej produktywności buraka cukrowego.

Celem badań było porównanie zawartości podstawowych składników pokarmowych (azot ogólny, fosfor, potas, wapń, magnez) w korzeniach oraz liściach buraka cukrowego nawożonego różnymi rodzajami nawozów organicznych (obornik, słoma przedplonowa + międzyplon ścierniskowy, wermikompost) na tle wzrastających dawek azotu mineralnego w drugiej rotacji płodozmianu.

METODY

Badania przeprowadzono w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swojec we Wrocławiu w latach 2000–2002. Ścisłe dwuczynnikowe doświadczenie płodozmianowe założone zostało metodą pasów prostopadłych (*split-block*) w czterech powtórzeniach na czarnej ziemi właściwej, klasy bonitacyjnej IIIa. Powierzchnia poletek do uprawy i nawożenia wynosiła 40 m². Badaniami objęto korzenie i liście buraków cukrowych uprawianych w drugiej rotacji płodozmianu: burak cukrowy – pszenica jara – jęczmień ozimy.

Pierwszym czynnikiem był rodzaj nawożenia organicznego (tab. 1). Na obiekcie A nie stosowano nawozów organicznych. Na obiekcie B przyorano obornik bydlęcy w dawce 30 t ha⁻¹, na obiekcie C – międzyplon ścierniskowy

(23,5–25,0 t ha⁻¹) uprawiany po przyoranej słomie jęczmiennej (5 t ha⁻¹) z dodatkiem 50 kg N ha⁻¹, a na D – wermikompost wytworzony z obornika bydłęcego w dawce 10 t ha⁻¹. Na obiekcie C dodatkowo corocznie przyorywano plony uboczne przedplonów (po buraku cukrowym – liście w ilości 40 t ha⁻¹, po pszenicy i jęczmieniu – słomę). Nawozy organiczne przyorywano orką przedzimową do głębokości 30 cm. Czynnikiem drugim było nawożenie azotowe, które stosowano we wzrastających dawkach od 0 do 200 kg ha⁻¹. Dawki azotu powyżej 90 kg ha⁻¹ dzielono na dwie lub trzy części. Po zbiorze jęczmienia ozimego całe pole wapnowano wapnem nawozowym (24% CaO + 11% MgO) w ilości 6 t ha⁻¹. Nawożenie fosforowo-potasowe (60–90 kg P₂O₅ i 80–110 kg K₂O ha⁻¹), jednakowe dla wszystkich obiektów, stosowano jesienią zgodnie z wymaganiami rośliny uprawnej. Burak cukrowy odmiany Kujawska wysiewano na gotowo. Zabiegi ochrony roślin stosowano interwencyjnie.

Tabela 1. Schemat doświadczenia
Table 1. Scheme of experiment

Obiekt Treatment	Płodozmian Crop rotation		
	Burak cukrowy Sugar beet	Pszenica jara Spring wheat	Jęczmień ozimy Winter barley
Nawożenie organiczne Organic fertilization			
A	–	–	–
B	Obornik Manure	–	–
C	Słoma jęczmienna +międzyplon ścierniskowy Barley straw+catch crop	Liście buraczane Sugar beet leaves	Słoma pszenna Wheat straw
D	Wermikompost Vermicompost	–	–
Nawożenie azotowe kg ha ⁻¹ Nitrogen fertilization kg ha ⁻¹			
N-0	0	0	0
N-50	50	50	45
N-100	100 (50+50)	100 (50+50)	90 (45+45)
N-150	150 (100+50)	150 (100+50)	135 (80+55)
N-200	200 (100+50+50)	200 (100+50+50)	180 (80+60+40)

Materiał do badań pobrano w terminie zbioru buraka cukrowego. Azot oznaczono metodą Kjeldahla, fosfor – Rameau i Have, potas i wapń – fotometrii płomieniowej, a magnez metodą Schachtschabela. Wyniki badań poddano analizie wariancji przy poziomie istotności 0,05.

WYNIKI I DYSKUSJA

Zawartość podstawowych składników w korzeniach buraka cukrowego była modyfikowana w niewielkim stopniu zarówno pod wpływem nawożenia organicznego, jak i wzrastających dawek azotu mineralnego (tab. 2). Najwyższą zawartością azotu ogólnego cechowały się korzenie zebrane z poletek nienawożonych organicznie, a najmniejszą korzenie z obiektu, na którym przyorano obornik. Różnica między tymi obiektami wynosiła 0,08% i była istotna. Intensyfikacja nawożenia azotowego powodowała stopniowy spadek zawartości azotu w korzeniach buraka cukrowego od 0,77% (obiekt N0) do 0,64% (obiekt N200). Jest to zapewne związane z tzw. „efektem rozcieńczenia” [Piszc i Rabikowska 1993, Waclawowicz 2001], bowiem plon korzeni i liści wzrastał wraz z intensyfikacją nawożenia azotowego. Nie stwierdzono istotnej interakcji obu czynników doświadczenia.

Najwięcej fosforu zawierały korzenie buraków zebranych z poletek nienawożonych organicznie. Badanego pierwiastka było o 0,05% więcej niż w korzeniach uprawianych na oborniku, jednak różnica między tymi obiektami była nieistotna. Wzrastające dawki nawożenia azotowego przyczyniły się do nieznacznego obniżenia zawartości fosforu w korzeniach, jednak była to tendencja niepotwierdzona statystycznie. Różnica pomiędzy skrajnymi obiektami wynosiła tylko 0,02%.

Potas należy do składników, które wpływają negatywnie na jakość przetworczą korzeni buraka cukrowego [Nowakowski 2004]. Najwięcej potasu zgromadziły korzenie nawożone słomą i międzyplonem, a najmniej na obiekcie z wermikompostem – istotna różnica między tymi obiektami wyniosła 0,4%. Nawożenie azotem nie wpływało w sposób istotny na zawartość potasu. Gutmański i Nowakowski [1994] również nie zaobserwowali istotnego wpływu wzrastających dawek azotu na zawartość potasu w korzeniach. W badaniach własnych nie odnotowano istotnej interakcji omawianych czynników. Jednak wykazano, że najmniej potasu zawierały korzenie zebrane z poletek nawożonych obornikiem i 100 kg N ha⁻¹.

Wpływ obu czynników doświadczenia na zawartość wapnia w korzeniach był niewielki, niejednoznaczny i statystycznie nieudowodniony. Niemniej najwięcej tego pierwiastka (0,23%) zgromadziły korzenie nawożone wermikompostem.

Analiza zawartości magnezu w korzeniach prowadzi do wniosku, że zarówno zróżnicowane nawożenie organiczne, jak i azotowe nie mają wpływu na zawartość tego składnika. W obu przypadkach różnice nie przekraczały 0,01%. Większy wpływ nawożenia organicznego i azotowego na zawartość magnezu zaob-

Tabela 2. Zawartość podstawowych składników pokarmowych w korzeniach buraka cukrowego w % suchej masy (średnie z lat 2000–2002)

Table 2. The content of basic mineral components in roots of sugar beet in % of dry matter (means for 2000–2002)

N					
Obiekt Treatment	A	B	C	D	Średnio Mean
1	2	3	4	5	6
N0	0,75	0,62	0,89	0,80	0,77
N50	0,81	0,56	0,67	0,59	0,66
N100	0,72	0,58	0,65	0,65	0,65
N150	0,63	0,72	0,59	0,61	0,64
N200	0,61	0,62	0,58	0,76	0,64
NIR LSD I(II), NIR LSD II(I)	n.i. n.s.				-
Średnio Mean	0,70	0,62	0,67	0,68	
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,08				
P					
Obiekt Treatment	A	B	C	D	Średnio Mean
N0	0,22	0,16	0,18	0,14	0,17
N50	0,16	0,13	0,18	0,14	0,15
N100	0,19	0,13	0,17	0,15	0,16
N150	0,18	0,15	0,17	0,15	0,16
N200	0,18	0,13	0,19	0,16	0,16
NIR LSD I(II), NIR LSD II(I)	n.i. n.s.				-
Średnio Mean	0,19	0,14	0,18	0,15	
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	n.i. n.s.				
K					
Obiekt Treatment	A	B	C	D	Średnio Mean
N0	0,93	0,60	0,88	0,40	0,70
N50	0,69	0,47	0,73	0,45	0,58
N100	0,80	0,37	0,90	0,47	0,64
N150	0,90	0,42	0,73	0,43	0,62
N200	0,75	0,48	0,94	0,47	0,66
NIR LSD I(II), NIR LSD II(I)	n.i. n.s.				-
Średnio Mean	0,81	0,47	0,84	0,44	
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,31				
Ca					
Obiekt Treatment	A	B	C	D	Średnio Mean
N0	0,17	0,19	0,15	0,25	0,19
N50	0,15	0,20	0,14	0,20	0,17
N100	0,12	0,14	0,15	0,27	0,17
N150	0,18	0,19	0,13	0,23	0,18
N200	0,13	0,20	0,15	0,21	0,17
NIR LSD I(II), NIR LSD II(I)	n.i. n.s.				-
Średnio Mean	0,15	0,18	0,15	0,23	
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	n.i. n.s.				

c.d. tab. 2.

1	2	3	4	5	6
Mg					
Obiekt Treatment	A	B	C	D	Średnio Mean
N0	0,07	0,06	0,06	0,06	0,07
N50	0,06	0,05	0,07	0,06	0,06
N100	0,06	0,06	0,05	0,08	0,06
N150	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06
N200	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06
NIR LSD I(II), NIR LSD II(I)	n.i. n.s.				-
Średnio Mean	0,06	0,06	0,06	0,07	
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	n.i. n.s.				n.i. n.s.

n.i. – różnica nieistotna n.s. – not significant

serwował Malak [2000], który stwierdził największą koncentrację tego pierwiastka po przyoraniu wermikompostu.

W liściach zawartość azotu, potasu, fosforu, magnezu i wapnia była kilkakrotnie wyższa niż w korzeniach (tab. 3). Podobną zależność zaobserwował Słowiński i in. [1997]. Zastosowane warianty nawożenia organicznego nie wpłynęły na istotne zróżnicowanie zawartości azotu w liściach buraka cukrowego. Najwięcej azotu oznaczono w liściach buraków nawożonych wermikompostem, a najmniej po zastosowaniu międzyplonu ścierniskowego uprawianego po przyoranej słoście. Różnica między tymi obiektami wynosiła tylko 0,17% i była statystycznie nieudowodniona. Nawożenie azotem również nie przyczyniło się do istotnych zmian koncentracji azotu pierwiastka w liściach. Mazur i Szagała [1992] także nie stwierdzili istotnego wpływu intensywnego nawożenia azotem na zawartość pierwiastka w liściach buraka cukrowego, natomiast Karczmarczyk i in. [1995] zaobserwowali wzrost koncentracji azotu w częściach nadziemnych buraków pod wpływem intensyfikacji nawożenia tym pierwiastkiem. Nie stwierdzono istotnej interakcji obu badanych czynników doświadczenia.

Zawartość fosforu w liściach nie była istotnie modyfikowana zastosowanym nawożeniem organicznym. Podobnie jak w wypadku korzeni, największą koncentrację tego składnika wykazywały liście z poletek, na których nie stosowano nawożenia organicznego. Podobną tendencję zaobserwował Malak [2000]. Zwiększanie dawek azotu powyżej 100 kg ha⁻¹ skutkowało obniżaniem koncentracji fosforu w liściach. Różnica między obiektem zerowym a N200 wyniosła 0,05% i była statystycznie udowodniona.

Tabela 3. Zawartość podstawowych składników pokarmowych w liściach buraka cukrowego w % suchej masy (średnie z lat 2000–2002)

Table 3. The content of basic mineral components in leaves of sugar beet in % of dry matter (means for 2000–2002)

N					
Obiekt Treatment	A	B	C	D	Średnio Mean
1	2	3	4	5	6
N0	2,59	2,82	2,48	3,07	2,74
N50	2,90	2,80	2,68	2,51	2,72
N100	2,97	2,99	3,08	2,85	2,97
N150	2,83	2,99	2,44	2,88	2,78
N200	2,79	2,58	2,88	3,09	2,83
NIR LSD I(II), NIR LSD II(I)	n.i. n.s.				–
Średnio Mean	2,82	2,84	2,71	2,88	–
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	n.i. n.s.				n.i. n.s.
P					
Obiekt Treatment	A	B	C	D	Średnio Mean
N0	0,42	0,39	0,26	0,26	0,34
N50	0,32	0,47	0,27	0,30	0,34
N100	0,43	0,37	0,35	0,21	0,34
N150	0,39	0,30	0,28	0,26	0,31
N200	0,40	0,25	0,25	0,26	0,29
NIR LSD I(II), NIR LSD II(I)	n.i. n.s.				–
Średnio Mean	0,39	0,36	0,28	0,26	–
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	n.i. n.s.				0,07
K					
Obiekt Treatment	A	B	C	D	Średnio Mean
N0	3,54	4,70	4,68	4,41	4,33
N50	4,01	5,34	5,24	4,75	4,84
N100	3,84	5,29	4,22	4,69	4,51
N150	3,65	4,49	4,31	4,52	4,24
N200	4,68	5,14	5,12	4,28	4,80
NIR LSD I(II), NIR LSD II(I)	n.i. n.s.				–
Średnio Mean	3,94	4,99	4,71	4,53	–
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	n.i. n.s.				0,57
Ca					
Obiekt Treatment	A	B	C	D	Średnio Mean
N0	0,40	0,43	0,44	0,46	0,43
N50	0,54	0,39	0,62	0,45	0,50
N100	0,37	0,46	0,54	0,52	0,47
N150	0,46	0,59	0,39	0,53	0,49
N200	0,44	0,54	0,27	0,46	0,43
NIR LSD I(II), NIR LSD II(I)	n.i. n.s.				–
Średnio Mean	0,44	0,48	0,45	0,48	–
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	n.i. n.s.				n.i. n.s.

c.d. tab. 3

1	2	3	4	5	6
Mg					
Obiekt Treatment	A	B	C	D	Średnio Mean
N0	0,25	0,19	0,19	0,18	0,20
N50	0,20	0,26	0,17	0,17	0,20
N100	0,17	0,19	0,14	0,14	0,16
N150	0,23	0,19	0,14	0,16	0,18
N200	0,25	0,20	0,11	0,17	0,18
NIR LSD I(II), NIR LSD II(I)	n.i. n.s.				
Średnio Mean	0,22	0,21	0,15	0,16	–
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,05				0,03

n.i. – różnica nieistotna n.s. – not significant

Największa zawartość potasu charakteryzowała liście pochodzące z poletek nawożonych obornikiem. Związane to było z wysoką zawartością potasu w oborniku i dużym gromadzeniem tego pierwiastka przez burak cukrowy [Grzebisz, Barłóg 2002]. Najmniej tego pierwiastka stwierdzono w liściach buraków nienawożonych nawozami organicznymi. Różnica między tymi obiektami wyniosła 1,05% i była nieistotna. Wzrastające dawki azotu oddziaływały na zawartość potasu w liściach niejednoznacznie. Największą ilość tego pierwiastka stwierdzono w liściach buraków zebranych z poletek obiektu N50, a istotnie najmniejszą z obiektu N150. Jest to sprzeczne z badaniami Karczmarczyka i in. [1995], którzy zaobserwowali stopniowy wzrost zawartości potasu w liściach pod wpływem intensyfikacji nawożenia azotem. Nie stwierdzono istotnej interakcji obu wariantów doświadczenia.

Nawożenie obornikiem i wermikompostem, w porównaniu z obiektem zerowym, przyczyniło się do wzrostu zawartości wapnia w liściach. Różnica wyniosła 0,04%, jednak była statystycznie nieudowodniona. Nie wykazano wpływu wzrastających dawek azotu na zawartość wapnia w liściach buraka. Najniższą zawartość wapnia odnotowano na obiekcie N0 oraz N200, a najwyższą na obiekcie N50.

Zawartość magnezu była istotnie zależna od obu czynników doświadczenia. Największą koncentrację tego pierwiastka odnotowano w liściach z poletek nienawożonych nawozami organicznymi, a najmniejszą na obiekcie nawożonym słomą i międzyplonem. Istotna różnica między tymi obiektami wyniosła 0,07%. Intensyfikacja nawożenia azotowego wpływała zazwyczaj na spadek zawartości Mg w liściach. Zastosowanie najwyższej dawki azotu i przyoranie słomy i międzyplonu wpłynęło na najmniejszą akumulację magnezu przez liście. Podobny wpływ nawożenia organicznego i azotowego na zawartość magnezu w liściach stwierdził Malak [2000].

WNIOSKI

1. Zastosowanie zróżnicowanego nawożenia organicznego w płodozmianie, w porównaniu z obiektem bez nawozów organicznych, nie przyczyniło się do istotnych zmian zawartości P, Ca, Mg w korzeniach oraz N, P, K, Ca w liściach buraka cukrowego.

2. Zastosowanie nawożenia obornikiem, w porównaniu z wariantem bez nawożenia organicznego, przyczyniło się do istotnego obniżenia koncentracji N w korzeniach buraka cukrowego.

3. Intensyfikacja nawożenia azotowego powodowała stopniowy spadek zawartości azotu w korzeniach, natomiast zawartość fosforu, potasu, wapnia i magnezu nie była istotnie modyfikowana wzrastającymi dawkami azotu.

PIŚMIENNICTWO

- Baran S., Żukowska G., Pietrasik W., Zalewski P., Szczepankowska I. 1996. Przydatność wermikompostów z osadów ściekowych do rekultywacji i użyzniania gleb. *Zesz. Nauk. AR Krak.* 47, 33–44.
- Buraczyńska D., Ceglarek F. 2002. Działanie nawozowe obornika i międzyplonów wsiewek stosowanych pod burak cukrowy. Cz. II. Jakość przemysłowa buraka cukrowego. *Biul. IHAR* 222, 225–262.
- Ceglarek F., Buraczyńska D., Płaza A. 1997. Reakcja buraka cukrowego na nawożenie obornikiem, słomą i międzyplonem wsiewek. *Fragm. Agron.* 4, 18–26.
- Gandecki R., Malak D., Śniady R., Zimny L. 1999. Plonowanie buraka cukrowego przy zróżnicowanym nawożeniu organicznym i wzrastających dawkach azotu mineralnego. *Zesz. Nauk. AR Wrocław* 361, Konferencje 22, 189–195.
- Grzebisz W., Barłóg P. 2002. Zasady nawożenia. W: *Nowoczesna uprawa buraków cukrowych*. Red. W. Grzebisz. AR Poznań, 62–85.
- Gutmański I., Nowakowski M. 1994. Wpływ dawki i formy azotu na wschody, plony i jakość przetwórczą buraka cukrowego w dwóch terminach zbioru. *Biul. IHAR* 189, 41–49.
- Gutmański I., Pikulik R. 1992. Przydatność facelii i roślin krzyżowych jako poplonu ścierniskowego w uprawie buraka cukrowego. *Mat. Konf. Nauk. „Nawozy organiczne”*. AR Szczecin, 1, 229–236.
- Karczmarczyk S., Koszański Z., Roy M., Ścieżko D. 1995. Wpływ deszczowania i nawożenia azotem na buraki cukrowe i pastewne uprawiane na glebie kompleksu żytniego dobrego. Cz. II. Skład chemiczny plonu. *Zesz. Nauk. AR Szczec.* 165, Rol. 59, 65–72.
- Kordas L., Zimny L. 1997. Wpływ wybranych poplonów ścierniskowych na plonowanie buraka cukrowego uprawianego technologią siewu bezpośredniego. *Biul. IHAR* 202, 207–211.
- Kostka-Gościniak D., Szymczak-Nowak J., Nowakowski M., Sitarski A., Wąsacz E., Banaszak H. 2000. Wpływ nawożenia słomą i obornikiem na jakość przetwórczą wybranych odmian buraka cukrowego. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 211, *Agricultura* 84, 175–178.
- Malak D. 2000. Wpływ zróżnicowanego nawożenia organicznego przy wzrastających dawkach azotu mineralnego na właściwości gleby i plonowanie buraka cukrowego. Praca doktorska, AR we Wrocławiu.

- Mazur T., Szagała J. 1992. Wpływ wieloletniego nawożenia organicznego i mineralnego na plon i skład chemiczny roślin. Cz. II. Zawartość azotu, fosforu i potasu w roślinach oraz bilans tych składników. *Rocz. Gleb.* 43, nr 1/2, 89–98.
- Nowakowski M. 2004. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na jakość przetwórczą buraka cukrowego i technologiczny plon cukru. *Mat. Konf. „Jakość towarowych surowców roślinnych wyzwaniem dla nauki i praktyki rolniczej”*. Puławy, 85–90.
- Ostrowska D., Kucińska B. 1998. Wpływ wzrastającego nawożenia azotem oraz różnych form nawozów organicznych na plon i jakość buraka cukrowego. *Rocz. AR Poznań* 307, Rol. 52, z. 1, 273–278
- Rabikowska B., Piszcz U. 1993. Następce działanie obornika podźdźownicowego na plonowanie i skład chemiczny kukurydzy. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 409, 151–158.
- Słowiński H., Prośba-Białczyk U., Pytlarz-Kozicka M., Nowak W. 1997. Wpływ nawożenia organicznego i mineralnego na zawartość makroskładników i cukru w buraku cukrowym. *Biul. IHAR* 202, 149–157.
- Wacławowicz R. 2001. Następny wpływ różnych form nawożenia organicznego oraz dawek azotu na warunki siedliskowe i plonowanie pszenicy uprawianej po buraku cukrowym. Praca doktorska, AR we Wrocławiu.