

JERZY ROSZYK¹, OLGIERD NOWOSIELSKI², ANDRZEJ KOMOSA¹

PRZYDATNOŚĆ EKSTRAKTÓW Z POPIOŁU WĘGLA BRUNATNEGO DO NAWOŻENIA DOLISTNEGO KALAFIORA

Z ¹Katedry Nawożenia Roślin Ogrodniczych
Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu
oraz ²Instytutu Warzywnictwa w Skierniewicach

ABSTRACT. Among tested ash extracts, the highest percentage of water during 5 hours drying saved extracts which were done with 3 M HNO₃. Phytotoxic effect on cauliflower leaves was found in application of 5% solutions of this extracts in foliar nutrition. The effect of 2.5% solutions of extracts on yield was differentiated. The positive effect on cauliflower yield was found in application of 3 M HNO₃ and 20% of citric and acetic acids extracts.

Key words: foliar nutrition, cauliflower, extracts, brown coal ash, phytotoxicity, adjuvant

Wstęp

Popioły z węgla brunatnego stanowiące bogate źródło niektórych makro (Ca i Mg) i mikroelementów (Fe, Mn, B) są stosowane od wielu lat w formie nieprzetworzonej (pylistej lub granulowanej) do odkwaszania gleb (**Bereśniewicz** i **Nowosielski** 1982, **Gajek** i **Drzas** 1983) oraz likwidowania deficytu wapnia, magnezu i niektórych mikroelementów (**Maciak** 1980, **Hermann** 1992). Duże dawki popiołu wprowadzone do gleb mogą jednak powodować deficyt fosforu, wynikający z reakcji fosforu glebowego z glinem i żelazem, występującymi w popiołach w znacznych ilościach (nawet do 3%) (**Plank** i **Martens** 1984).

Wysokie koszty transportu popiołów, silne ich pylenie podczas rozrzucania na polach, stanowią barierę w powszechnym i szerokim ich wykorzystaniu w rolnictwie. Nie zagospodarowane pozostają także znaczne ilości popiołów o słabszych właściwościach odkwaszających (zawierających poniżej 30% tlenków wapnia i magnezu). Przedmiotem prowadzonych badań laboratoryjnych i doświadczeń vegetacyjnych było określenie możliwości wykorzystania popiołów z węgla brunatnego w formie przetworzonej (ekstrakty), jako substancji wspomagającej (adjuwant) oraz nawozowej (w nawożeniu dolistnym kalafiora).

Poglądy na temat rozpuszczalności składników zawartych w popiołach są rozbieżne. Wstępne badania **Wnorowskiego** i **Dłużewskiego** (1975) wskazywały na słabą ich rozpuszczalność, zależną od formy występowania składnika. Z dalszych prac (**Nowosielski** i **Bereśniewicz** 1975, **Zięba** 1977) wynika jednak, że mikroelementy znajdujące się w popiołach są rozpuszczalne w ponad 80% w kwasie cytrynowym. Także **Roszyk** i **Nowosielski** (1989) stwierdzili, że potas, bor i mangan były prawie w 100%, a wapń, miedź i cynk w 80% ekstrahowane przez stosowane kwasy. Zaobserwowano również wpływ stężenia i rodzaju użytego kwasu na ilość ekstrahowanych składników. Wielu badaczy stwierdza, że zawartość rozpuszczalnych składników w popiołach zależy od źródła węgla brunatnego oraz czasu i procesów zachodzących podczas składowania popiołów.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu stosowanych do ekstrakcji kwasów na wysychanie ekstraktów popiołowych, ich fitotoksyczność dla kalafiora, a także ocena przydatności ekstraktów popiołowych do nawożenia dolistnego.

Material i metody

Do badań użyto popiołów lotnych z węgla brunatnego z Zagłębia Konińskiego, pochodzących z II i III strefy elektrofiltrów, w których oznaczone średnie zawartości całkowite składników wynosiły (w %): K – 0,1; Ca – 15,7; Mg – 3,1; Na – 0,1; Fe – 1,21 oraz (w ppm) Mn – 1100; Zn – 50; Cu – 20; B – 427; Mo – 37; Co – 130. Stosowane popioły posiadały odczyn zasadowy (pH-9,0) i słabe właściwości odkwaszające (CaO + MgO < 30%).

W celu przeprowadzenia ekstrakcji składników znajdujących się w popiołach do roztworu, popiół traktowano wodą destylowaną (kontrola) oraz kwasami: 3 M azotowym i 20-procentowym: cytrynowym, octowym, askorbinowym, winowym, wersenowym (przy stosunku objętościowym popiołu do roztworu 1:5). Zawiesinę wytrząsano w mieszadle obrotowym przez 3 godziny. Po przesączeniu, ekstrakty wykorzystano do badań laboratoryjnych i doświadczeń vegetacyjnych. Terminy i warunki wykonanych oprysków przedstawiono w tabeli 1.

Wpływ roztworów ekstrakcyjnych na wysychanie ekstraktów popiołowych. Do badań użyto płytek z folii aluminiowej, na które nanoszono mikropipetą po 5 kropli (0,05 cm³ każda) badanych ekstraktów popiołowych. Oznaczono początkową zawartość wody, a następnie płytki te umieszczano w suszarce w temp. 25°C i wilgotności względnej 65% ±1%. Po okresie 1, 3 i 5 godzin suszenia oznaczano zawartość wody (%). Wykonano także oznaczenia absolutnie suchej masy po wysuszeniu w temperaturze 105°C. Wszystkie pomiary wykonano w 5 powtórzeniach.

Fitotoksyczność badanych roztworów ekstraktów popiołowych. Kalafiorzy odmiany 'Rapid' uprawiano z rozsady w torfie wysokim z Chlebowa, zwapnowanym do pH 6,5, w pojemnikach o objętości 7 dm³. Do każdego pojemnika posadzono po 2 rośliny. Nawożenie podstawowe zastosowano w formie nawozu wieloskładnikowego „Azofoska” w ilości 2 g/dm³ torfu. Rośliny w trakcie vegetacji dokarmiano dokorzeniowo roztworem Vitafloru-2 w dawce 1,85 g na pojemnik. Do podlewania roślin używano wodę wodociągową.

Tabela 1

Terminy opryskiwań, objętość roztworu (cm³), temperatura (°C) i wilgotność powietrza (%) w trakcie nawożenia dolistnego kalafiora
Time of spraying, volume of liquide (cm³), temperature (°C) and air humidity (%) during foliar nutrition of cauliflower

Terminy opryskiwań Term of spraying		Data opryskiwania Data of spraying	Objętość cieczy* Volume of liquide	Temperatura Temperature	Wilgotność powietrza Air humidity
A	I	20.04	150	16-19	70
	II	28.04	150	21	77
	III	4.05	200	26	75
	IV	12.05	250	23-28	80
B	I	18.09	200	24	78
	II	25.09	200	20-22	76
	III	27.09	250	16	64
	IV	10.10	300	14-16	66

A – doświadczenie wiosenne.

B – doświadczenie jesienne.

* – objętość cieczy użyta do opryskiwania 5 roślin.

A – spring experiment.

B – autumn experiment.

* – volume of liquid used to spraying of 5 plants.

Kalafiorzy opryskiwano roztworami ekstraktów popiołowych o stężeniach 1,0; 2,5 i 5,0% opryskiwaczem ręcznym „Pilmet”, 3-krotnie w trakcie wegetacji, w odstępach 7-dniowych. Opryskiwania przeprowadzano w szklarni w godzinach rannych i wieczorem, a objętość cieczy roboczej dostosowano do całkowitego pokrycia roślin. Następnego dnia przeprowadzano obserwację roślin i oceniano stopień uszkodzeń metodą wizualną (Lee i Reed 1989).

Wpływ opryskiwania roztworami ekstraktów popiołowych na plon kalafiora.

Przeprowadzono dwa doświadczenia wegetacyjne (wiosenne i jesienne) z kalafiorom odmiany ‘Rapid’. Rośliny uprawiano w torfie wysokim z Chlebowa zwapnowanym do pH 6,5 w pojemnikach o pojemności 5 dm³ i po 1 roślinie w pojemniku. Podłoże wzbogacono w składniki pokarmowe dodając: 100 mg N (KNO₃, NH₄H₂PO₄, NH₄NO₃), 100 mg P (NH₄H₂PO₄), 140 mg K (KNO₃), 75 mg Mg (MgSO₄·7H₂O) oraz mikrochelat Gama w dawce odpowiadającej 4 mg Cu na 1 dm³ torfu.

W czasie wegetacji kalafiorzy podlewano wodą wodociągową do stałej masy (70% kapilarnej pojemności wodnej), uwzględniając wielkość roślin. Wykonano 2-krotnie nawożenie pogłównie – dokerzeniowo: I – 25 mg N i 75 mg K na dm³ torfu; II – 50 mg N i 100 mg K na dm³ torfu. Opryskiwania roślin przeprowadzano 4-krotnie 2,5% roztworami ekstraktów popiołowych (bez i z dodatkiem 0,25% Atpolu), w odstępach 7-8 dniowych (tab. 1). Po każdym zabiegu przeprowadzano obserwację roślin. Każda kombinacja składała się z 5 powtórzeń. Powtórzenie stanowiła jedna roślina rosnąca w pojemniku. Oznaczano plon róż i plon całkowity kalafiorów (liście + róża). Wyniki opracowano statystycznie, obliczając NIR przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

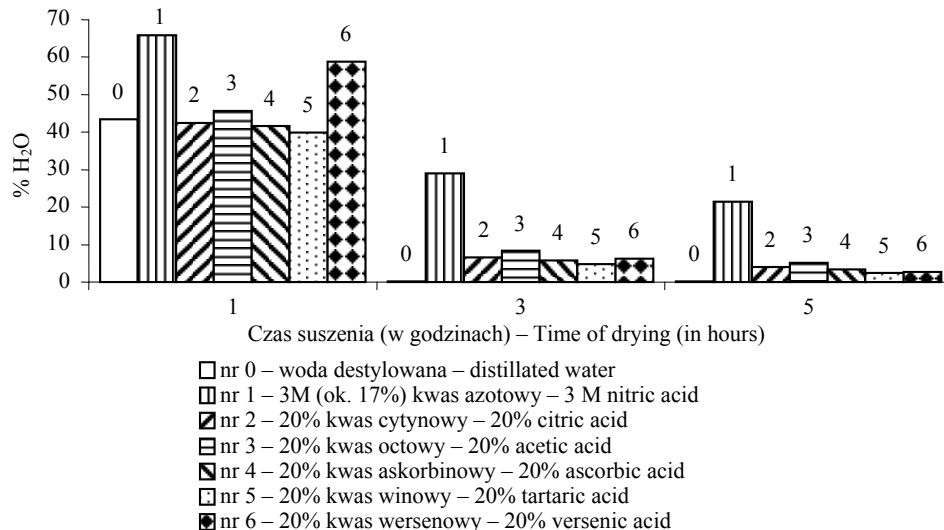
Wyniki badań i dyskusja

Wpływ roztworów ekstrakcyjnych na wysychanie ekstraktów popiołowych.

Utrzymanie depozytu nawozowego na liściach w stanie wilgotnym, w możliwie jak najdłuższym czasie, jest ważnym czynnikiem warunkującym efektywność nawożenia dolistnego. Komosa i Tukey (1980) stwierdzili, że w ciągu kilku godzin po wykonaniu zabiegu absorpcja składnika przez liście jest największa, po czym gwałtownie spada. Dlatego też dodatek humektantów do roztworów nawozowych, może być sposobem na zwiększenie ich skuteczności. Rolę tę mógłby spełniać żel krzemionkowy, powstający w kwaśnych ekstraktach popiołowych.

Po 1 godzinie suszenia, wilgotność ekstraktów kształtowała się na poziomie 40-65% H_2O , natomiast już po 3 godzinach uwidoczniły się wyraźniejsze różnice między ekstraktami. Podczas, gdy ekstrakt otrzymany przy użyciu wody destylowanej (w którym nie tworzy się żel krzemionkowy) zawierał zaledwie 0,1% H_2O , a więc był praktycznie suchy, to ekstrakt otrzymany przy zastosowaniu 3 M HNO_3 zawierał jeszcze 29% H_2O , a wyciągi otrzymane w wyniku ekstrakcji 20-procentowymi kwasami: cytrynowym, octowym i wersenowym zawierały od 6-8% H_2O . Suszenie 5-godzinne obniżyło zawartość H_2O w ekstraktach dokonanych 3 M HNO_3 do 21% i do 3-5% w pozostałych badanych kwaśnych ekstraktach.

Podsumowując można stwierdzić, że wysychanie wody z ekstraktów najskuteczniej ogranicza stosowany do ekstrakcji 3 M HNO_3 , a znacznie mniej 20-procentowe kwasy cytrynowy i octowy (ryc. 1). Te właściwości ekstraktów (zwłaszcza dokonanych 3 M HNO_3) można wykorzystać do sporządzania (po uzupełnieniu makro- i mikrośladnikami) nawozów o ulepszonych właściwościach fizyko-chemicznych i zwiększonej skuteczności.



Ryc. 1. Dynamika wysychania kropli wybranych ekstraktów popiołowych w temperaturze 25°C (zawartość początkową wody przyjęto za 100%)

Fig. 1. Dynamics of drying of a droplet chosen ash extracts in temperature of 25°C (initial water content assumed as 100%)

Fitotoksyczność badanych roztworów ekstraktów popiołowych. Testowano 1,0; 2,5 i 5,0% roztwory ekstraktów popiołowych dokonanych wodą destylowaną (o odczynie alkalicznym) oraz kwasami (tab. 2). Z pracy **Roszyka i Nowosielskiego** (1989) wynika, że skład chemiczny ekstraktów otrzymanych różnymi kwasami jest zbliżony, a więc zróżnicowana ich fitotoksyczność może być spowodowana oprócz natury chemicznej roztworu ekstrakcyjnego, także odczynem. Największe uszkodzenia roślin powodowały opryskiwania 5-procentowymi roztworami ekstraktu otrzymanego 3 M HNO₃. Jednocześnie roztwory tych ekstraktów miały odczyn najbardziej kwaśny – pH 3,41-4,04. Z badań **Komoso** (1990) wynika, że opryskiwanie roślin roztworami o pH poniżej 4,5, powoduje ich silne uszkodzenie. Pozostałe badane ekstrakty o pH 4,5-6,5 były znacznie mniej fitotoksyczne, zaś ekstrakty wodne i dokonane kwasem cytrynowymi nie były fitotoksyczne w badanym zakresie stężeń. Niską fitotoksyczność cytrynianów potwierdzają także badania **Tyksińskiego i in.** (1995).

Tabela 2

Odczyn roztworów ekstraktów popiołowych, ich fitotoksyczność po trzykrotnych opryskiwaniach
Reaction of ash extracts and their phytotoxicity after 3-times spraying

Nr No	Roztwór ekstrakcyjny Extract solution	Ekstrakty Extracts		Uszkodzenie powierzchni roślin w % Destruction of plants surface in %		
		Stężenie % Concentration %	pH	Kalafior Cauliflower		
				I	II	III
0	woda destylowana distilled water	1,0	8,20	0	0	0
		2,5	8,55	0	0	0
		5,0	8,87	0	0	0
1	3 M kwas azotowy 3 M nitric acid	1,0	4,58	0	0	0
		2,5	4,04	śl	<5	<5
		5,0	3,41	10	20	30-40
2	20% kwas cytrynowy 20% citric acid	1,0	6,08	0	0	0
		2,5	5,28	0	0	0
		5,0	4,49	śl	śl	śl
3	20% kwas octowy 20% acetic acid	1,0	6,12	0	0	0
		2,5	5,38	0	0	5
		5,0	4,85	5	5	5-10
4	20% kwas askorbinowy 20% ascorbic acid	1,0	6,38	0	0	0
		2,5	5,95	0	0	5
		5,0	5,50	5	10	10
5	20% kwas winowy 20% tartaric acid	1,0	5,62	0	0	0
		2,5	5,17	0	śl	5
		5,0	4,84	10	10	20
6	20% kwas wersenowy 20% versenic acid	1,0	6,41	0	0	0
		2,5	6,20	0	0	<5
		5,0	5,90	śl	5	10

Wpływ opryskiwań roztworami ekstraktów popiołowych na plon kalafiora. Wzrost plonu kalafiora odnotowano, opryskując rośliny 2,5% roztworami ekstraktów otrzymanych kwasami azotowym, cytrynowym i octowym (od 4 do 10%), przy czym istotny wpływ miał tylko roztwór ekstraktu popiołowego otrzymany 20-procentowym kwasem cytrynowym z dodatkiem 0,25-procentowego Atpolu tylko w doświadczeniu wiosennym (tab. 3 i 4). Dodatek 0,25-procentowego Atpolu do roztworu nie powiększał

Tabela 3

Wpływ opryskiwań 2,5% roztworami ekstraktów popiołowych na plon kalafiora
The effect of 2.5% solution of ash extracts on cauliflower yield

Numer kombinacji Nr of treatment	Roztwór ekstrakcyjny Extract solution	Plon roślin (w g/roślinę) Yield of plants (in g/plant)						\bar{R} %
		wiosna – spring			jesień – autumn			
		liście + róża leaves + rosa	róża rosa	R %	liście + róża leaves + rosa	róża rosa	R %	
0	woda destylowana distilled water	397	218	0	475	241	0	0
1	3 M kwas azotowy 3 M nitric acid	430	230	5,5	497	260	7,9	6,7
2	20% kwas cytrynowy 20% citric acid	435	225	3,2	502	259	7,5	5,4
3	20% kwas octowy 20% acetic acid	432	225	3,2	488	252	4,6	3,9
4	20% kwas askorbinowy 20% ascorbic acid	406	215	-1,4	461	229	-5,0	-3,2
5	20% kwas winowy 20% tartaric acid	419	220	0,9	460	230	-4,6	-1,9
6	20% kwas wersenowy 20% versenic acid	424	227	4,1	471	241	0	2,1
\bar{x}		–	223	2,6	–	245	1,7	
NIR $A_{\alpha=0,05}$; LSD $A_{\alpha=0,05}$			r.n.			r.n.		

A – rodzaj ekstraktu popiołowego.

r.n. – różnice nieistotne.

R % – procentowy wzrost lub obniżenie plonu róży w stosunku do kombinacji kontrolnej.

\bar{R} % – średni procentowy wzrost lub obniżenie plonu róży z doświadczenia wiosennego i jesiennego w stosunku do kombinacji kontrolnej.

A – type of ash extract.

r.n. – non significant differences.

R % – percentage of increase or decrease of yield in relation to control.

\bar{R} % – average percentage of increase or decrease of yield from the spring and autumn experiments in relation to control.

Tabela 4

Wpływ opryskiwań 2,5% roztworami ekstraktów popiołowych z dodatkiem 0,25% Atpolu na plon kalafiora
The effect of 2.5% solution of ash extracts with addition of 0.25% Atpol on cauliflower yield

Numer kombinacji Nr of treatment	Roztwór ekstrakcyjny Extract solution	Plon roślin (w g/roślinę) Yield of plants (in g/plant)						\bar{R} %
		wiosna – spring			jesień – autumn			
		liście + róża leaves + rosa	róża rosa	R %	liście + róża leaves + rosa	róża rosa	R %	
0	woda destylowana distilled water	449	225	0	498	240	0	0
1	3M kwas azotowy 3 M nitric acid	481	241	7,1	547	267	11,3	9,2
2	20% kwas cytrynowy 20% citric acid	490	250	11,1	540	262	9,2	10,1
3	20% kwas octowy 20% acetic acid	469	239	6,2	539	261	8,8	7,5
4	20% kwas askorbinowy 20% ascorbic acid	435	209	-7,1	516	230	-4,2	-5,7
5	20% kwas winowy 20% tartaric acid	435	212	-5,8	500	231	-3,7	-4,8
6	20% kwas wersenowy 20% versenic acid	429	220	-2,2	487	233	-2,9	-2,6
\bar{x}		–	228	1,6	–	246	3,1	
NIR $A_{\alpha=0,05}$; LSD $A_{\alpha=0,05}$			22			r.n.		

A – rodzaj ekstraktu popiołowego.

r.n. – różnice nieistotne.

R % – procentowy wzrost lub obniżenie plonu róży w stosunku do kombinacji kontrolnej.

\bar{R} % – średni procentowy wzrost lub obniżenie plonu róży z doświadczenia wiosennego i jesiennego w stosunku do kombinacji kontrolnej.

A – type of ash extract.

r.n. – non significant differences.

R % – percentage of increase or decrease of yield in relation to control.

\bar{R} % – average percentage of increase or decrease of yield from the spring and autumn experiments in relation to control.

skuteczności dolistnego stosowania ekstraktów, co może świadczyć, że wyciągi popiołowe w pewnym stopniu spełniają rolę adjuwantów. Średni plon kalafiorów w doświadczeniach jesiennych był wyższy od plonu z doświadczeń wiosennych. Wpływ mogły mieć również warunki świetlne oraz temperatura i wilgotność powietrza (Orłowski i Kołota 1999).

Skuteczność opryskiwań roztworami wymienionych ekstraktów może wiązać się z dużą zawartością w nich krzemionki (**Roszyk i Nowosielski 1989**). Także **Strączyński (1991)** stwierdził, że krzemionka stosowana łącznie z innymi substancjami wspomagającymi, może zwiększać efektywność nawozów do stosowania dolistnego, poprzez polepszenie ich przyczepności na liściach. Kwasy askorbinowy, winowy i wersenowy, używane jako roztwory ekstrakcyjne, tworzyły ekstrakty, które stosowane do opryskiwań obniżały plon kalafiora, co może być spowodowane słabszą zdolnością do tworzenia żeli krzemionkowych.

Stosowanie dolistne krzemu w formach: $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, krzemianu potasu lub meta-krzemianu sodu, może według **Menziesa i in. (1992)**, zwiększać odporność roślin na choroby. Także **Bowen i in. (1992)** zaobserwowali ograniczenie rozwoju pleśni na liściach opryskiwanych rozpuszczalną krzemionką.

Wnioski

1. Stosowany do ekstrakcji 3 M HNO_3 najskuteczniej ograniczał wysychanie wody z ekstraktów popiołowych.

2. Fitotoksyczność roztworów ekstraktów popiołowych stosowanych do nawożenia dolistnego kalafiorów zależała od stężenia, odczynu i rodzaju kwasu użytego do ekstrakcji. Najbardziej fitotoksyczne były silnie kwaśne roztwory ekstraktów 3 M HNO_3 i 20-procentowego kwasu winowego. Niefitotoksyczne okazały się wyciągi wodne i 20-procentowego kwasu cytrynowego.

3. Wpływ nawożenia dolistnego 2,5-procentowymi roztworami testowanych ekstraktów na plon kalafiora był zróżnicowany. Wzrost plonu stwierdzono w wyniku dolistnego stosowania ekstraktów 3 M HNO_3 i 20-procentowego kwasu cytrynowego i octowego. Dodatek 0,25-procentowego Atpolu do badanych roztworów zwiększył plon kalafiorów.

Literatura

- Bereźniewicz A., Nowosielski O.** (1982): Wartość odkwaszająca i nawozowa popiołu z węgla brunatnego. *Rocz. Nauk Roln.*, A, 105, 1: 163-176.
- Bowen P., Menzies J., Ehret D.** (1992): Soluble silicon sprays inhibit powdery mildew development on grape leaves. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117 (6): 906-912.
- Gajek F., Drzas K.** (1983): Przydatność rolnicza popiołu z węgla brunatnego. I. Porównanie działania popiołu z działaniem wapniaka i wapna magnezowego w doświadczeniach polowych. *Pam. Puł.*, 79: 131-139.
- Hermann J.** (1992): Bor z popiołów lotnych i możliwość jego nawozowego wykorzystania z wybranymi agrochemikaliami. W: *Mat. VII Symp. „Mikroelementy w rolnictwie”*. Wrocław: 118-121.
- Komosa A.** (1990): Wpływ niektórych właściwości chemicznych roztworów oraz stanu odżywienia roślin na skuteczność nawożenia dolistnego pomidora szklarniowego. *Rocz. AR Pozn.*, 210.
- Komosa A., Tukey H.B.Jr.** (1980): Efficiency of foliar and root supplied ^{32}P in nutrition of chrysanthemum and pilea. *Cornell Univ.*, Maszyn.

- Lee L.W., Reed D.W.** (1989): A comparison of methods for measuring phytotoxicity from foliar of ammonium nitrate. *J. of Plant Nutr.*, 12 (6): 733-742.
- Maciak F.** (1980): Możliwość zastąpienia wapnia, magnezu i niektórych mikroelementów przez popioły z węgla brunatnego i kamiennego przy uprawie niektórych warzyw na torfach wysokich. *Torf*, 2.
- Menzies J., Bowen P., Ehret D., Glass A.D.M.** (1992): Foliar applications of potassium silicate reduce severity of powdery mildew on cucumber, muskmelon and zucchini squash. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117 (6): 902-905.
- Nowosielski O., Bereśniewicz A.** (1975): Perspektywy rolniczego wykorzystania popiołów węgla brunatnego. *Nowe Roln.*, 11.
- Orłowski M., Kołota E.** (1999): Uprawa warzyw. Wyd. BRASSICA, Szczecin.
- Plank C., Martens D.E.** (1984): Amelioration of soils with fly ash. *Soil Conser.*
- Roszyk J., Nowosielski O.** (1989): Zawartość składników mineralnych w ekstraktach dokonanych różnymi kwasami z popiołu węgla brunatnego. *Prac. Kom. Nauk P.T.G.*, 113: 96-101.
- Strączyński S.** (1991): Charakterystyka wieloskładnikowych nawozów dolistnych. W: *Konf. Nauk Tech. „Dokarmianie dolistne w systemie nawożenia roślin w uprawie polowej”*. Wrocław.
- Tyksiński W., Kozik E., Roszyk J., Nowosielski O.** (1995): Dolistne nawożenie pomidora szklarniowego mikroelementami. W: *Mat. Ogólnopolskiej Konf. Nauk. „Nauka praktyce ogrodniczej”* – Lublin: 521-523.
- Wnorowski Z., Dłużewski J.** (1975): Przydatność popiołów z węgla brunatnego i kamiennego do celów nawozowych. AR w Poznaniu.
- Zięba S.** (1977): Ocena przydatności rolniczej popiołów z węgla w świetle doświadczeń polowych. Referat na seminarium w Sandomierzu. Maszyn.

USEFULNESS OF BROWN COAL ASH EXTRACTS TO FOLIAR NUTRITION OF CAULIFLOWER

S u m m a r y

For the extraction of nutrients from the ash of brown coal the distilled water (control) and 3 M nitric acid and 20% citric, acetic, tartaric, ascorbic and versenic acids were used. This extracts in concentration up to 5% were tested to estimate the keeping of moisture during 5 hours drying and phytotoxicity on cauliflower plants in 3 times repeated foliar nutrition. Also, the effect of 2.5% solution extracts with or no addition of 0.25% emulsified oil Atpol on cauliflower yield was tested. The positive effect on cauliflower yield was found in application of 3M HNO₃ and 20% citric and acetic acids extracts.