

Ryszard TURSKI, Stanisław BARAN, Maria FLIS-BUJAK

**Wpływ pokoagulacyjnych osadów garbarskich
zastosowanych do piasku na plonowanie roślin i zawartość w nich
metali ciężkich**

The Influence of Post-Coagulation of Tanning Residuum Used in the Sand on the Yielding of Plants and the Content of Heavy Metals in them

Różnorodna działalność gospodarcza człowieka przyczynia się do powstawania znacznych ilości, zróżnicowanych pod względem fizyczno-chemicznym mas odpadowych (3). W większości kierowane są one na wysypiska, wskutek czego następuje wzrost kosztów produkcji oraz zachwianie naturalnego obiegu składników w przyrodzie (5). Odpady, oprócz składników pozytywnych, jak makro- i mikroelementy, substancja organiczna mogą zawierać substancje niepożądane, np. metale ciężkie. Jednym z przykładów mogą być pokoagulacyjne osady garbarskie powstające w procesie garbowania skór (2, 4). Stąd w Instytucie Gleboznawstwa Akademii Rolniczej w Lublinie przeprowadzono badania nad wpływem dodatku tych osadów zastosowanych do piasku na wzrost roślin i zawartość w nich metali ciężkich.

ZAKRES I METODY BADAŃ

W prowadzonych badaniach vegetacyjnych zastosowano osad z garbarni z Włodawy w formie świeżej (bezpośrednio z produkcji) oraz przefermentowanej (ze składowiska). W pierwszej fazie eksperymentu doświadczenia prowadzono w wazonach o pojemności 1 dm³. Stosowano w nich jako podłoże piasek słabo-gliniasty (tab.

1) z dodatkiem:

- 1) 100% osadu
- 2) Piasek + 25% osadu
- 3) Piasek + 10% osadu
- 4) Piasek + 7,5% osadu
- 5) Piasek + 5% osadu
- 6) Piasek + 2,5% osadu

Obiekty kontrolne stanowiły: piasek, piasek + NPK, gleba brunatna wytworzona z lessu - poziom A₁. Każdą kombinację realizowano w trzech powtórzeniach. Do podłoży zastosowano uzupełniające nawożenie mineralne NPK w ilości 500 mg/wazon, w stosunku 1:0,5:1 i wysiano kupkówkę pospolitą.

Tab. 1. Ogólne właściwości fizyczno-chemiczne piasku zastosowanego w doświadczeniu
The general physico-chemical properties of the sand used in the experiment

Udział frakcji %						pH KCl	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Zn mg/kg	Makroelementy %			
1-0,1 mm	0,1- 0,05 mm	0,05- 0,02 mm	0,02- 0,005 mm	0,005- 0,002 mm	<0,002 mm					P	K	Ca	Mg
66	15	12	4	2	1	5,7	25	4	180	0,06	0,30	0,84	0,12

Na podstawie uzyskanych wyników przeprowadzono II etap badań. Jako obiekty doświadczenia użyto wiadra plastikowe o pojemności 10 dm³, w których zastosowano w trzech powtórzeniach następujące kombinacje:

- 1) piasek
- 2) piasek + obornik - 600 q/ha
- 3) osad garbarski świeży
- 4) osad garbarski przefermentowany
- 5) piasek + osad świeży - 150 q/ha s. m.
- 6) piasek + osad świeży - 300 q/ha s. m.
- 7) piasek + osad świeży - 600 q/ha s. m.
- 8) piasek + osad świeży - 1200 q/ha s. m.
- 9) piasek + osad przefermentowany - 150 q/ha s. m.
- 10) piasek + osad przefermentowany - 300 q/ha s. m.
- 11) piasek + osad przefermentowany - 600 q/ha s. m.
- 12) piasek + osad przefermentowany - 1200 q/ha s. m.

Zastosowano uzupełniające nawożenie mineralne NPK w ilości na wazon: N-250 mg; P₂O₅-200 mg; K₂O - 300 mg i rozpoczęto z zachowaniem zasad zmianowania uprawę różnych gatunków roślin, z których w niniejszej pracy szczegółowej analizie poddano kukurydzę.

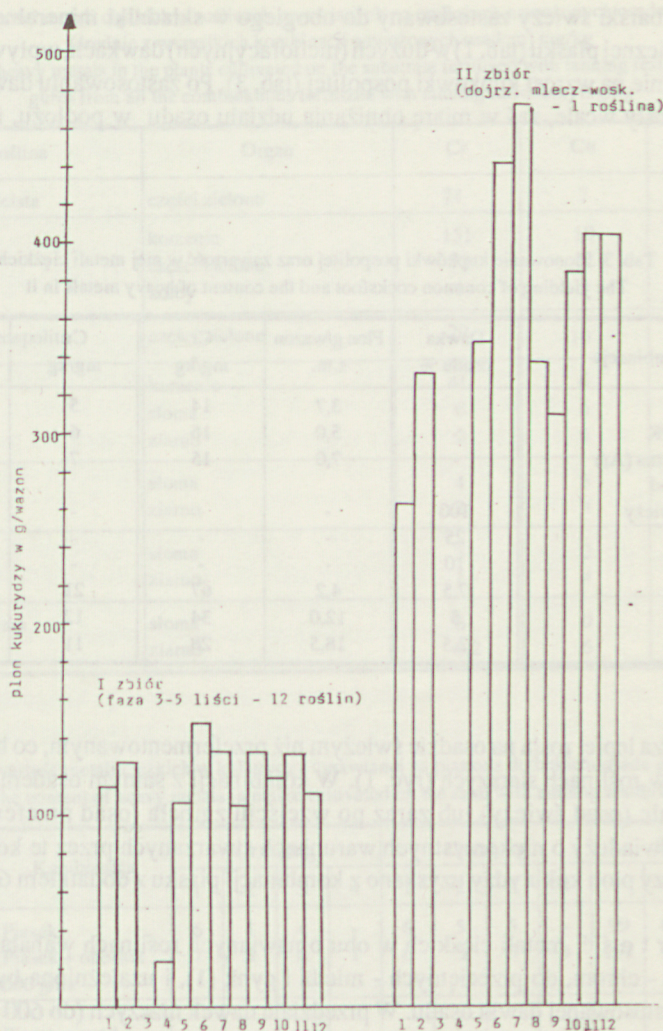
W uzyskanym z doświadczeń materiale biologicznym: osady, gleba, rośliny, zawartość metali ciężkich oznaczono metodą spektrograficzną. Odczyn oznaczono elektrometrycznie, zaś popielność spalając na sucho w temperaturze 450°C. Makroelementy oznaczono następującymi metodami: fosfor - kolorymetrycznie metodą wanadynianowo-molibdenową, potas, wapń - kolorymetrycznie na aparacie fotopłomieniowym, magnez - kolorymetrycznie z żółcieniem tytanową.

WYNIKI BADAŃ

Osad garbarski świeży, uzyskany bezpośrednio z produkcji zawiera 70 % wody, a odczyn jego jest obojętny (tab. 2). Stwierdzono w nim niskie zawartości fosforu, potasu oraz magnezu, zaś wysokie wapnia. Z badanych metali w bardzo wysokich stężeniach występuje chrom, zaś w podwyższonych cynk (1). Natomiast w osadzie przefermentowanym stwierdzono nieznaczny spadek popielności, a także zawartości chromu. W wyraźniejszym stopniu obniżyła się zawartość miedzi i cynku, zaś odczyn zmienił się na alkaliczny.

Tab. 2. Wybrane właściwości fizyczno-chemiczne osadów garbarskich
The selected physico-chemical properties of the tanning residuum

Wyszczególnienie	Popielność %	pH KCl	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Zn mg/kg	Makroelementy %			
						P	K	Ca	Mg
Osad garbarski świeży	53,1	7,1	3168	42	243	0,05	0,11	6,5	0,09
Osad garbarski przefermentowany	52,5	7,9	3160	34	219	0,05	0,15	6,0	0,12



Ryc. 1. Plonowanie kukurydzy w doświadczeniu wazonowym 1. piasek, 2. piasek + obornik 600 q/ha, 3. osad garbarski świeży, 4. osad garbarski przefermentowany, 5. piasek + 150 q/ha osadu świeżego, 6. piasek + 300 q/ha osadu świeżego, 7. piasek + 600 q/ha osadu świeżego, 8. piasek + 1200 q/ha osadu świeżego, 9. piasek + 150 q/ha osadu przefermentowanego, 10. piasek + 300 q/ha osadu przefermentowanego, 11. piasek + 600 q/ha osadu przefermentowanego, 12. piasek + 1200 q/ha osadu przefermentowanego,

The yielding of maize in the pot experiment 1. sand, 2. sand + manure 600 q/ha, 3. fresh tanning residuum, 4. fermented tanning residuum, 5. sand + 150 q/ha of fresh residuum, 6. sand + 300 q/ha of fresh residuum, 7. sand + 600 q/ha of fresh residuum, 8. sand + 1200 q/ha of fresh residuum, 9. sand + 150 q/ha fermented residuum, 10. sand + 300 q/ha fermented residuum, 11. sand + 600 q/ha fermented residuum, 12. sand + 1200 q/ha fermented residuum

Osad garbarski świeży zastosowany do uboższego w składniki mineralne i braku substancji organicznej piasku (tab. 1) w dużych (melioracyjnych) dawkach, wpływał odwrotnie proporcjonalnie na wzrost kupkówki pospolitej (tab. 3). Po zastosowaniu dawek wysokich rośliny nie rosły wcale, zaś w miarę obniżania udziału osadu w podłożu, ilość biomasy roślin rosła.

Tab. 3. Plonowanie kupkówki pospolitej oraz zawartość w niej metali ciężkich
The yielding of common cocksfoot and the content of heavy metals in it

Kombinacja	Dawka osadu %	Plon g/wazon s.m.	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Zn mg/kg
Piasek	-	3,7	14	5	56
Piasek + NPK	-	5,0	16	6	74
Gleba brunatna (A ₁)	-	7,0	15	7	85
Piasek + osad garbarski świeży	100	-	-	-	-
	25	-	-	-	-
	10	-	-	-	-
	7,5	4,2	67	21	100
	5	12,0	34	12	99
	2,5	18,5	28	11	98

Kukurydza lepiej rosła na osadzie świeżym niż przefermentowanym, co było widoczne szczególnie w roślinach starszych (ryc. 1). W kombinacji z samym osadem roślina ta nie weszła wcale (osad świeży) lub zaraz po wejściu zginęła (osad przefermentowany) (ryc. 1), co świadczy o niekorzystnych warunkach stwarzanych przez te kombinacje.

Najwyższy plon kukurydzy uzyskano z kombinacji piasku z dodatkiem 600 q/ha osadu świeżego.

Zawartość metali ciężkich w obu omawianych roślinach wahała się od ilości toksycznych - chrom, do przeciętnych - miedź i cynk (1), i uzależniona była w głównej mierze od zastosowanej dawki osadu. W przedziale dawek niższych (do 600 q/ha) koncentracje metali w kukurydzy zbliżone były do obiektów kontrolnych (tab. 5), i były to zawartości przeciętne (1). Natomiast w kupkówce wzrost dawek osadu w przedziale wysokich (melioracyjnych) powodował proporcjonalny przyrost stężeń metali, szczególnie chromu (tab. 3) do stężeń toksycznych (1).

Gatunki uprawianych roślin wykazywały różną zdolność akumulacji metali ciężkich, co wykazano na podstawie ich średnich stężeń w roślinach z wszystkich podłoży z dodatkiem osadu garbarskiego (tab. 4). Biorąc pod uwagę malejącą ich zawartość rośliny można uszeregować: rzodkiew oleista > kukurydza > kupkówka pospolita > gryka > rzepak jary > pszenica ozima > owies.

Różną zawartość metali odnotowano również w obrębie tej samej rośliny: korzenie wykazywały wyższe koncentracje niż ich części nadziemne, części zielne gromadziły więcej niż organy generatywne, a rośliny młodsze więcej niż starsze.

Tab. 4. Zawartości metali ciężkich w roślinach uprawianych na podłożach nawożonych osadem garbarskim (średnie z wszystkich kombinacji nawożonych osadem) mg/kg

The content of heavy metals in the plants cultivated on the substrate fertilized with tanning residuum (mean figures from all the combinations fertilized with tanning residuum) mg/kg

Roślina	Organ	Cr	Cu	Zn
Rzodkiew oleista	części zielone	74	7	177
Kukurydza	korzenie	151	10	160
	części zielone	72	12	137
	kolby	1	5	54
Kupkówka pospolita	części zielone	29	10	90
Gryka	korzenie	41	6	48
	słoma	8	6	93
	ziarno	2	6	39
Rzepak jary	słoma	4	5	13
	ziarno	2	4	16
Owies	słoma	3	2	20
	ziarno	1	4	10
Pszenica ozima	słoma	6	9	12
	ziarno	0,2	6	8

Tab. 5. Zawartość metali ciężkich w kukurydzy uprawianej na piasku z dodatkiem osadu garbarskiego

The content of heavy metals in maize cultivated on the sand with tanning residuum

Rodzaj osadu	Kombinacja	Cr mg/kg				Cu mg/kg				Zn mg/kg			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Kontrola	Piasek	6	4	4	-	6	5	5	-	99	63	44	-
	Piasek + obornik 600 g/ha	7	5	6	1	6	3	5	4	191	92	70	39
Osad świeży	Piasek + osad 150 q/ha	5	4	4	-	6	5	4	-	91	61	38	-
	" 300	5	4	3	2	8	4	3	7	147	75	28	75
	" 600	4	5	3	1	6	4	9	7	1161	98	46	54
	" 1200	4	5	4	1	6	4	5	7	28	83	55	93
Osad prefermentowany	Piasek+ osad 150 q/ha	4	4	3	1	6	4	4	4	90	67	27	40
	" 300	6	5	4	1	6	3	5	4	125	65	20	49
	" 600	6	5	3	1	5	4	4	6	104	69	27	48
	" 1200	5	6	6	2	6	5	4	3	98	83	29	16

1 - faza 5 liści

2 - faza 8 liści

3 - dojrz. mleczno-wozkowa - łodygi

4 - dojrz. mleczno-wozkowa - kolby

PODSUMOWANIE

Pokoagulacyjne osady garbarskie zawierają cenne dla produkcji rolniczej składniki mineralne oraz substancję organiczną. Jednak są również obciążone nadmierną ilością metali ciężkich, z których chrom występuje w koncentracjach toksycznych, zaś cynk w nieco podwyższonych (1).

Podjęte próby wykorzystania tych osadów w rolnictwie (2) wskazują na pewne możliwości tego sposobu utylizacji. Potwierdzają to również wyniki niniejszych badań wskazujące, że plon roślin jaki uzyskano z kombinacji z niższymi (do 60 q/ha) dawkami osadu okazał się korzystniejszy niż z kombinacji z obornikiem.

Zawartość metali ciężkich w roślinach z kombinacji z niższymi dawkami osadu zbliżona była również do koncentracji przeciętnych (1). Bezsprzeczne jest jednak fakt, że osad ten zastosowany do gleby w dawkach wyższych (melioracyjnych) stwarza niekorzystne środowisko dla wzrostu i rozwoju roślin, czego wyrazem jest spadek ich plonu w miarę zwiększania udziału osadu w podłożu aż do całkowitego ich wyginięcia w kombinacjach z samym osadem.

Faktem jest również to, że dodatek osadu w dawce obornikowej (300 q/ha) wnosi jednocześnie do gleby (podłoża) kilkadziesiąt kg chromu na hektar. Wprawdzie występuje on w formach niedostępnych (3), o czym świadczy również niska jego zawartość w roślinach, ale w miarę upływu czasu może się uaktywniać i być transferowany do dalszego obiegu biologicznego.

Z tego też względu nie byłoby wskazane stosowanie osadów pokoagulacyjnych jako dodatku do gleby z jednoczesną uprawą roślin z przeznaczeniem na paszę dla zwierząt lub pokarm dla ludzi. Bardziej zasadnym byłoby wykorzystywanie osadów do rekultywacji piaszczystych utworów bezglebowych z uprawą roślin nie kierowanych do bezpośredniej konsumpcji, np. uprawa topoli, lnu, konopi na włókno itp. Uzyskuje się wówczas potrójną korzyść: utylizację osadu, rekultywację gruntów zdewastowanych i włączenie ich do produkcji przyrodniczej oraz produkcję biomasy z określonym wykorzystaniem gospodarczym.

WNIOSKI

Przeprowadzone badania umożliwiają sformułowanie następujących wniosków:

1. Pokoagulacyjne osady garbarskie zawierają ważne rolniczo składniki mineralne, znaczną ilość substancji organicznej, a z metali ciężkich w wysokich koncentracjach występuje chrom.

2. Dodatek osadów garbarskich do piasku powodował zmiany ilości i jakości pozyskiwanej biomasy roślin:

a) osad zastosowany w dawkach wysokich (melioracyjnych) stwarza niekorzystne środowisko dla wzrostu roślin, czego wyrazem jest spadek plonu w miarę zwiększania dawki osadu. W zakresie dawek niższych (do 600 q/ha) plonotwórczy wpływ osadu jest nawet lepszy niż obornika.

b) wzrost dawki osadu powodował wzrost w roślinach stężeń metali głównie chromu z tym, że w zakresie dawek niższych oscylowały one w przedziale przeciętnych, zaś po zastosowaniu dawek wysokich, osiągały pułap stężeń toksycznych.

c) pod względem malejącej zawartości metali rośliny można uszeregować: rzodkiew oleista>kukurydza>kupkówka pospolita>gryka>rzepak jary>pszenica ozima>owies. Wyższą akumulację stwierdzono w korzeniach niż częściach nadziemnych, organach zielnych niż generatywnych, w roślinach młodszych niż starszych.

3. Biorąc jednak pod uwagę znaczne (do stężeń toksycznych) obciążenie osadów chromem nie jest wskazanym (mimo dość korzystnych wyników badań) stosowanie osadów do gleby z jednoczesną uprawą roślin przeznaczonych do bezpośredniej konsumpcji. Bardziej zasadnym byłoby stosowanie osadów w odpowiednich dawkach do rekultywacji piaszczystych utworów bezglebowych z uprawą roślin niekonsumpcyjnych; np. topola, len, konopie. Daje to szereg korzyści przy zminimalizowaniu ujemnego wpływu wnoszonych z osadem metali ciężkich.

PIŚMIENNICTWO

1. Kabata-Pendias A., Pendias H.: Pierwiastki śladowe w środowisku biologicznym. Wyd. Geolog. Warszawa 1979.
2. Koc J.: Nawożenie osadami garbarskimi. Instrukcja wdrożeniowa. ART, Warszawa Olsztyn 1976.
3. Kuter J.: Wykorzystanie ścieków w rolnictwie. PWRiL, Warszawa 1978.
4. Turski R., Baran S., Filippek T.: Ocena przydatności pokoagulacyjnych osadów garbarskich do wykorzystania rolniczego. Sprawozdanie z badań, AR Lublin 1983.
5. Siuta J. i in.: Ochrona i rekultywacja gleb. PWRiL, Wawarszawa 1978.

SUMMARY

The pot experiment studied the influence of tanning residuum used to the sand on the yieldings of plants and the content of heavy metals in them. The pots, plastic buckets of 10 l volume were filled with sand of different doses of the residuum. At the beginning, high doses were applied (25-100%), next, on the basis of their effects, lower ones (150-1200 q/ha). It was found out that the high doses created unfavourable conditions and the plants died. As for the lower doses (manure ones) the best yield-producing effects were achieved after the application of 600 q/ha of the residuum. After application of such residuum doses, the content of heavy metals in plants did not differ from the concentrations in control combinations and these were average concentrations.

However, when the residuum is used in the nature, especial carefulness is required, and the achieved biomass should not be used for direct consumption.