

OCENA WŁAŚCIWOŚCI BIOLOGICZNYCH GLEBY POD UPRAWĄ
SZARŁATU (*AMARANTHUS CRUENTUS* L.)

Barbara Skwaryło-Bednarz

Wydział Nauk Rolniczych w Zamościu, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Szczepińska 102, 22-400 Zamość
e-mail: bskwarylo@wnr.edu.pl

Streszczenie. Podjęte badania dotyczące właściwości biologicznych gleby pod uprawą 2 odmian szarłatu (*Amaranthus cruentus* L.): Rawa i Aztek przeprowadzono w 2007 roku. W celu prześledzenia dokonujących się zmian liczebności mikroflory glebowej oraz jej aktywności enzymatycznej pobrano próby glebowe z tych samych miejsc późną wiosną (czerwiec) i jesienią (październik). Stwierdzono, iż wyższą liczebnością kolonii bakterii i promieniowców oraz aktywnością dehydrogenazy i katalazy cechowała się gleba pod uprawą szarłatu odmiany Aztek w porównaniu do odmiany Rawa. Środowisko glebowe pod uprawą szarłatu odmiany Rawa charakteryzowało się natomiast większą liczebnością kolonii grzybów. Niezależnie od miejsca pobrania materiału glebowego zaobserwowano, iż wyższą aktywnością biologiczną charakteryzowały się próby glebowe pobrane jesienią w porównaniu do pobranych wiosną. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała, iż liczebność mikroorganizmów i aktywność badanych enzymów tj. dehydrogenazy i katalazy były dodatnio skorelowane z zawartością substancji organicznej oraz z pojemnością sorpcyjną i odczynem. Równie istotne dodatnie zależności zanotowano pomiędzy aktywnością enzymatyczną a liczebnością kolonii grzybów oraz bakterii i promieniowców.

Słowa kluczowe: szarłat, właściwości biologiczne, liczebność mikroorganizmów, aktywność enzymatyczna

WSTĘP

Amarantus, zwany po polsku szarłatem zaliczany jest do rodziny *Amaranthaceae*, rodzaj *Amaranthus*, gatunek *Amaranthus cruentus*. Należy do najstarszych roślin uprawnych świata. Szarłat posiada nie tylko szerokie zastosowanie jako zboże w przemyśle spożywczym, ale także wykorzystywany jest jako pasza w żywieniu zwierząt (zielonka lub susz). Ponadto biomasa tej rośliny może służyć do produkcji energii (Nałęcz-Tarwacka 1995, Nalborczyk 2005). Od kilkunastu lat amarantus uprawiany jest także w Polsce. Obecnie w doborze COBOR-u są zarejestrowane dwie odmiany tej rośliny na nasiona – Rawa i Aztek.

Szarłat jest rośliną jednoroczną, która charakteryzuje się bardzo wysokim przyrostem biomasy w okresie wegetacji (maj/czerwiec – październik). Intensywny wzrost i rozwój szarłatu wpływają na charakter wydzielin korzeniowych (źródło pokarmu dla wielu mikroorganizmów) wydalanych do ryzosfery. W konsekwencji odbija się to na populacjach drobnoustrojów (Wielgosz i Szember 2006a). Wzmożony ich wzrost zwykle obserwowany wiosną (gdy wzrasta temperatura) oraz jesienią (po dostarczeniu do gleby materii organicznej) (Wielgosz i Szember 2006a).

Celem pracy była ocena wpływu dwóch odmian szarłatu na właściwości biologiczne badanej gleby. W niniejszych badaniach wykorzystano ilość i jakość drobnoustrojów (bakterii, promieniowców i grzybów) oraz aktywność podstawowych enzymów glebowych (tj. katalazy i dehydrogenazy).

MATERIAŁ I METODYKA

Badania polowe z szarłatem odmiany Rawa i Aztek przeprowadzono w 2007 roku na polu rolnika indywidualnego k/Zamościa. Rośliny uprawiano na glebie brunatnej klasy IIIa o bardzo wysokiej (N) lub wysokiej (P, K, Mg, Ca) zasobności w składniki pokarmowe. Przedplon stanowiła pszenica ozima. W uprawie szarłatu zastosowano następujące dawki nawozów: N – 80 kg·ha⁻¹ w postaci saletry amonowej w dwóch dawkach przedsiewnie i w okresie intensywnego wzrostu, oraz przedsiewnie P (w postaci polifoski) i K (w postaci soli potasowej) w ilościach po 50 kg·ha⁻¹. Nasiona szarłatu wysiewano w rozstawie rzędów co 60 cm. Powierzchnia do wysiewu każdej odmiany wynosiła 1000 m². Na każdej z powierzchni wyznaczono obiekt badawczy z którego pobrano po 25 prób: z głębokości 0-20 cm (poziomu próchnicznego) i 20-40 cm (warstwy podornej).

Próby glebowe pobrano w okresie najintensywniejszego rozwoju drobnoustrojów tj. późną wiosną (czerwiec) oraz jesienią (październik) 2007 roku. Badania mikrobiologiczne oraz enzymatyczne przeprowadzono na świeżym materiale glebowym, analizy chemiczne przeprowadzono na materiale powietrznie suchym, wg metod opisanych przez Ostrowską i in. (1991). Oznaczono: odczyn (pH w H₂O i 1 mol·dm⁻³ KCl) – potencjometrycznie, pojemność sorpcyjną (T) oraz zawartość substancji organicznej.

Wykonano następujące analizy mikrobiologiczne: liczebność bakterii i promieniowców (B) na pożywce agarowej z wyciągiem glebowym, liczebność grzybów (G) na pożywce agarowej Martina (1950), aktywność dehydrogenazy (D) metodą Thalmanna oraz aktywność katalazy (K) metodą Becka (Brauner i Bukatsch 1987).

WYNIKI I Dyskusja

Poziomy próchniczne badanych obiektów w okresie późnowiosennym charakteryzowały się odczynem lekko kwaśnym, natomiast w II terminie analiz posiadały odczyn kwaśny. Próby glebowe pobrane z warstwy podornej wykazywały od-

czyn kwaśny i to niezależnie od obiektu i terminu pobrania materiału glebowego (tab. 1 i 2).

Poziomy wierzchnie pod uprawą szarłatu odmiany Aztek posiadały nieznacznie więcej substancji organicznej niż pod odmianą Rawa. Generalnie zawartość substancji organicznej była wyższa pod koniec okresu wegetacji badanych roślin. Warstwa podorna z badanych obiektów zawierała znacznie mniej substancji organicznej niż poziomy wierzchnie, i to niezależnie od odmiany (tab. 1 i 2).

Tabela 1. Właściwości chemiczne i biologiczne gleby pod uprawą szarłatu odmiany Rawa – wartości średnie

Table 1. Chemical and biological proprieties of soil under amaranth cultivar Rawa – mean values

Parametry – Parameters	Obiekt badawczy nr I Object of investigation No. I			
	Czerwiec June		Październik October	
	Poziom – Horizon			
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
Bakterie i promieniowce (10^9 jtk·kg ⁻¹ s.m. gleby) Bacteria and <i>Actinomycetes</i> (10^9 cfu kg ⁻¹ d.m. soil)	22	10	24	11
Grzyby (10^6 jtk·kg ⁻¹ s.m. gleby) Fungi (10^6 ·cfu kg ⁻¹ d.m. soil)	280	100	380	110
Stosunek bakterii i promieniowców do grzybów Ratios of bacteria and <i>Actinomycetes</i> to fungi	78,57	100,00	63,16	100,00
Aktywność dehydrogenazy Activity of dehydrogenase mg TPF·10 g ⁻¹ s.m. gleby – dry mass of soil·48 h ⁻¹	0,48	0,10	0,58	0,11
Aktywność katalazy Activity of catalase (cm·min ⁻¹)	2,31	0,65	2,75	0,95
Substancja organiczna Organic matter (%)	2,6	1,1	2,7	1,2
pH w H ₂ O – pH in H ₂ O	6,1	5,6	6,0	5,5
pH w KCl – pH in KCl	5,6	5,1	5,4	5,1
T [(cmol(+)-kg ⁻¹] gleby – soil	31,52	15,64	31,68	16,00

Tabela 2. Właściwości chemiczne i biologiczne gleby pod uprawą szarlatu odmiany Aztek – wartości średnie**Table 2.** Chemical and biological proprieties of soil under amaranth cultivar Aztek – mean values

Parametry – Parameters	Obiekt badawczy nr II Object of investigation No. II			
	Czerwiec June		Październik October	
	Poziom – Horizon			
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
Bakterie i promieniowce (10^9 jtk·kg ⁻¹ s.m. gleby) Bacteria and <i>Actinomycetes</i> (10 cfu kg d.m. soil)	27	10	29	12
Grzyby 10 ⁶ jtk·kg ⁻¹ s.m. gleby Fungi (10 ⁶ ·cfu kg d.m. soil)	270	90	320	100
Stosunek bakterii i promieniowców do grzybów Ratios of bacteria and <i>Actinomycetes</i> to fungi	100,00	111,11	90,63	120,00
Aktywność dehydrogenazy Activity of dehydrogenase mg TPF·10g ⁻¹ s.m. gleby dry mass of soil·48 h ⁻¹	0,49	0,21	0,76	0,19
Aktywność katalazy Activity of catalase (cm·min ⁻¹)	2,55	0,97	2,95	1,12
Substancja organiczna Organic matter (%)	2,7	1,2	2,8	1,2
pH w H ₂ O	6,1	5,4	6,0	5,5
pH In H ₂ O				
pH w KCl	5,5	5,1	5,4	5,0
pH in KCl				
T[cmol(+).kg ⁻¹] gleby soil	32,96	16,48	33,44	16,56

Pojemność sorpcyjna poziomów próchnicznych pod uprawą Rawy wynosiła 31,52-31,68 [cmol(+).kg⁻¹] gleby natomiast pod uprawą Azteka 32,96-33,44 [cmol(+).kg⁻¹] gleby. Dla warstwy podornej wartość pojemności sorpcyjnej była znacznie niższa (tab. 1, 2).

Z danych zawartych w tabelach 1, 2 wynika, że w badanym środowisku glebowym zaznaczyło się wyraźne zróżnicowanie w ilości drobnoustrojów. Z analizy ilościowej przeprowadzonej w poziomach próchnicznych jednoznacznie wynikło, że ilościowo więcej kolonii bakterii i promieniowców zasiedlało glebę pod uprawą szarłatu odmiany Aztek (średnia z dwóch terminów badań - $28 \cdot 10^9$ jtk \cdot kg⁻¹ s.m. gleby) w porównaniu do gleby pod uprawą odmiany Rawa (średnia z dwóch terminów badań - $23 \cdot 10^9$ jtk \cdot kg⁻¹ s.m. gleby) (tab. 1,2).

Zdecydowanie wyższą liczbą kolonii grzybów charakteryzowały się poziomy próchniczne pod uprawą amarantusa odmiany Rawa w porównaniu do odmiany Aztek. Ich średnia ilość z dwu terminów badań dla odmiany Rawa sięgała $330 \cdot 10^6$ jtk \cdot kg⁻¹ s.m. gleby natomiast dla odmiany Aztek $295 \cdot 10^6$ jtk \cdot kg⁻¹ s.m. gleby). Udział bakterii i promieniowców oraz grzybów w warstwie podornej wykazywał podobną tendencję jak w warstwie próchnicznej (tab. 1 i 2).

Badania mikrobiologiczne przeprowadzone w okresie późnowiosennym i jesiennym pozwoliły na dokonanie analizy ilości mikroorganizmów w okresie wegetacji dwóch odmian szarłatu. Na podstawie zestawionych w tabelach 1, 2 wyników dla badanych obiektów można stwierdzić, że ilości mikroorganizmów w badanych miesiącach różniły się między sobą. W próbach glebowych z poziomów wierzchnich z obiektu I liczebność bakterii i promieniowców od czerwca do października wzrosła średnio o 9,1 % a grzybów o 35,7%. Podobną tendencję zwykłą zaobserwowano w podglebiu. Ilość bakterii i promieniowców jesienią wzrosła o 10%. O taką samą wartość wzrosła również liczebność grzybów (tab. 1). Wzrost ilości mikroorganizmów glebowych jesienią w porównaniu do wiosny zaobserwowano także w próbach glebowych pobranych z obiektu II. Liczebność bakterii i promieniowców w poziomie wierzchnim była wyższa o 7,4% i grzybów o 18,5%. W warstwie podornej liczba bakterii oraz promieniowców wzrosła aż o 20% natomiast grzybów o 11,1%. W tabeli 1 i 2 przedstawiono również stosunek liczbowy bakterii i promieniowców do grzybów (wskaźniki). Myśków (1986) sugeruje, że im większą wartość przyjmuje wskaźnik tym lepszymi właściwościami mikrobiologicznymi charakteryzuje się dana gleba. W myśl tej zasady stosunek liczbowy bakterii do grzybów w glebie informuje o ilościowych proporcjach tych grup drobnoustrojów względem siebie. Przesunięcie tych proporcji na korzyść grzybów jest z punktu widzenia żywności gleby jest zjawiskiem niepożądanym (Wielgosz i Szember 2006a). W niniejszej pracy zanotowano bardzo wysokie wskaźniki bakterii i promieniowców do grzybów (tab. 1,2), aczkolwiek wyższymi charakteryzowała się gleba pod uprawą szarłatu odmiany Aztek w odniesieniu do Rawy. Świadczy to jednoznacznie o bardzo korzystnych warunkach rozwoju mikroflory glebowej.

Wyniki aktywności enzymatycznej potwierdziły zróżnicowanie tej właściwości w zależności od odmiany szarłatu. Niższa aktywność enzymatyczna w poziomie próchnicznym notowana dla odmiany Rawa skojarzyła się z mniejszą liczebnością

bakterii i promieniowców. Dotyczy to zarówno wartości średniej aktywności dehydrogenazy ($0,53 \text{ mg TPF} \cdot 10\text{g}^{-1} \text{ s.m. gleby} \cdot 48 \text{ h}^{-1}$), jak też katalazy ($2,53 \text{ cm} \cdot \text{min}^{-1}$). Średnia wartość aktywności obu tych enzymów wzrastała w przypadku analogicznego poziomu na polu z uprawą szarłatu odmiany Aztek odpowiednio o 17,9% w przypadku dehydrogenazy oraz 8,7% w przypadku katalazy (tab. 2). Aktywność enzymatyczna poziomów podpowierzchniowych obiektu I i II była zdecydowanie niższa niż poziomów próchnicznych, aczkolwiek wyższa pod uprawą szarłatu odmiany Aztek niż pod uprawą Rawy (tab. 1, 2).

Stwierdzono wysokie statystycznie istotne zależności pomiędzy ilością bakterii i promieniowców pod uprawą szarłatu odmiany Rawa a aktywnością dehydrogenazy ($r = +0,998$) oraz katalazy ($r = +0,996$) (tab. 3). Równie istotne statystycznie zależności pomiędzy tymi samymi cechami uzyskano dla odmiany Aztek (tab. 3). Liczebność kolonii grzybów zasiedlających glebę była również istotnie dodatnio skorelowana z aktywnością enzymów glebowych i to niezależnie od odmiany szarłatu (tab. 3). Na podobne zależności pomiędzy liczebnością mikroflory glebowej a aktywnością enzymów glebowych wskazuje wielu autorów (Martyn i in. 1999, Myśków i in. 1996, Pacha 1984, Szember 1997). Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała również wiele istotnych zależności pomiędzy liczebnością i aktywnością mikroorganizmów a pojemnością sorpcyjną i odczynem (tab. 3).

Tabela 3. Współczynniki korelacji pomiędzy ilością mikroorganizmów a aktywnością enzymów i właściwościami chemicznymi przy $p = 0,01$

Table 3. Correlation coefficients between number of microorganisms and activity of enzymes and chemical properties at $p = 0.01$

Mikroorganizmy Microorganisms	D	K	Substancja organiczna Organic matter	T	pH _{H2O}	pH _{KCl}
Rawa						
BiP	0,998	0,996	0,998	0,994	0,965	0,898
G	0,990	0,988	0,967	0,956	0,898	0,799
Aztek						
BiP	0,937	0,996	0,996	0,995	0,980	0,935
G	0,968	0,999	0,991	0,988	0,955	0,919

BiP – Bakterie i promieniowce – Bacteria and *Actinomycetes*; G – Grzyby – Fungi; D – Aktywność dehydrogenazy – Activity of dehydrogenase, K – Aktywność katalazy – Activity of catalase.

Na podstawie przytoczonych zależności statystycznych można przyjąć, że jednym z podstawowych czynników decydujących o biologicznych właściwościach badanych gleb, w tym ilości drobnoustrojów oraz aktywności enzymów była zawartość substancji organicznej gleb (tab. 3). Barabasz i Smyk (1997) uważają, iż decydujący wpływ na rozwój i liczebność mikroflory glebowej oraz jej aktywność odgrywa roślinność porastająca glebę. Szczególnym środowiskiem wzajemnego oddziaływania drobnoustrojów glebowych i roślin jest ryzosfera (Wielgosz i Szember 2006b). Uprawiane rośliny mogą stymulować lub hamować rozwój populacji mikroflory glebowej.

Z przeprowadzonych w niniejszej pracy badań wynika, iż szarłat należy do roślin stymulujących wzrost i rozwój drobnoustrojów glebowych. Wskazuje na to głównie bardzo korzystny wskaźnik liczebności bakterii i promieniowców do grzybów. Szczególnie dobrymi predyspozycjami charakteryzuje się odmiana Aztek. Można sugerować, iż szarłat może być wykorzystywana do poprawy aktywności gleb np. zdegradowanych.

WNIOSKI

1. Stwierdzono, że wyższą liczebnością kolonii bakterii i promieniowców oraz aktywnością badanych enzymów charakteryzowała się gleba pod uprawą szarłatu odmiany Aztek w porównaniu do Rawy. Środowisko glebowe pod szarłatem odmiany Rawa było natomiast bogatsze pod względem liczebności kolonii grzybów.

2. Liczebność mikroorganizmów i aktywność badanych enzymów tj. dehydrogenazy i katalazy była dodatnio skorelowana z zawartością substancji organicznej oraz pojemnością i odczynem gleb.

3. Aktywność enzymatyczna była istotnie dodatnio skorelowana z liczebnością kolonii grzybów oraz bakterii i promieniowców.

PIŚMIENNICTWO

- Barabasz W., Smyk B., 1997. Mikroflora gleb zmęczonych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 452, 37–50.
- Brauner L., Bukatsch F., 1987. Praktikum z fizjologii roślin, PWN Warszawa, 36-37.
- Martin J.P., 1950. Use of acid rose bengal and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. Soil Sci., 69, 215-232.
- Martyn W., Skwaryło B., Onuch-Amborska J., Gardiasz Z., 1999. Liczebność mikroflory glebowej jako wskaźnik antropogenicznych zmian w środowisku glebowym Roztoczańskiego Parku Narodowego. Mat. Konf. "Stres w badaniach Biologicznych i Medycznych", Lublin.
- Myśków W., 1986. Uwagi metodyczne dotyczące mikrobiologicznych badań gleb uprawnych zróżnicowanych pod wpływem zabiegów agrotechnicznych. Post. Mikrobiol. 25, 3.
- Myśków W., Stachyra A., Zięba S., Masiak D., 1996. Aktywność biologiczna gleby jako wskaźnik jej żyzności i urodzajności. Rocz. Gleb., 47 (1/2), 89-99.

- Nalborczyk E., 2005. Rolnicza energetyka. Academia - Panorma, Energia odnawialna. 3(7), 16-19.
- Nałęcz-Tarwacka T., 1995. Zastosowanie amarantusa w żywieniu zwierząt. Pol. Zwierz. Gosp., 6, 8-9.
- Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka Z., 1991. Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. Wyd. Instytut Ochrony Środowiska, 9-212, Warszawa.
- Pacha J., 1984. Relacje między mikroorganizmami, enzymami, materią organiczną i koloidami glebowymi oraz ekologiczne znaczenie tych procesów. Post. Mikrobiol., 23 (2), 91-105.
- Szember A., 1997. Zarys mikrobiologii rolniczej. Wyd. AR, Lublin.
- Wielgosz E., Szember A., 2006a. Wpływ wybranych roślin na liczebność i aktywność drobnoustrojów glebowych. Annales UMCS, Sec. E, 61, 107-119.
- Wielgosz E., Szember A., 2006b. Występowanie naturalnych zespołów drobnoustrojów glebowych w strefie przykorzeniowej roślin wykorzystywanych w zagospodarowaniu terenów przydomowych. Annales UMCS, Sec. E, 61, 75-92.

EVALUATION OF BIOLOGICAL PROPERTIES OF SOIL UNDER CULTIVATION OF AMARANTH (*AMARANTHUS CRUENTUS* L.)

Barbara Skwaryło-Bednarz

Faculty of Agricultural Sciences in Zamość, University of Life Sciences in Lublin
ul. Szczepkowska 102, 22-400 Zamość
e-mail: bskwarylo@wnr.edu.pl

Abstract. The study was carried out in the year 2007 on biological properties of the soil in which two varieties of amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) - Rawa and Aztec - were cultivated. In order to observe the changes in the number of soil microflora and its enzymatic activity, soil samples were collected from the same spots late in spring (June) and in autumn (October). It was noticed that higher number of bacteria and Actinomycetes colonies, and activity of dehydrogenase and catalase, were found in the soil where *Amaranthus cruentus* L. Aztec was cultivated, as compared to Rawa. Soil environment where *Amaranthus cruentus* L. Rawa was cultivated had higher number of fungal colonies. No matter where the soil samples had been collected, higher biological activity was observed in the soil samples collected in autumn, as compared to the soil samples collected in spring. The statistical analysis that was carried out revealed that the number of microorganisms and activity of the investigated enzymes (dehydrogenase and catalase) were positively correlated with the contents of organic matter, sorptive capacity and reaction of the soils. Equally significant positive correlations were observed between enzymatic activity and number of fungi colonies, bacteria colonies, and Actinomycetes colonies.

Keywords: amaranth, biological properties, number of microorganisms, enzymatic activity