

ROSEROOT – THE COMPARISON OF TILLAGE IN CONVENTIONAL AND ECOLOGICAL SYSTEM

Summary

The comparative investigations were led in two systems regarding roseroot's tillage: ecological and conventional. The size of crop was estimated as well as the proportional content of active substance in raw material. It was affirmed that ecological system compared with conventional system of tillage allowed to obtain similar effects.

RÓŻENIEC GÓRSKI – PORÓWNANIE UPRAWY W SYSTEMIE KONWENCJONALNYM I EKOLOGICZNYM

Streszczenie

Prowadzono porównawcze badania dotyczące możliwości uprawy różenia górskiego w dwóch systemach: konwencjonalnym i ekologicznym. Oceniano w nich wielkość plonu oraz jego jakość (procentową zawartość substancji biologicznie czynnych). Stwierdzono, że ekologiczny system uprawy pozwala na uzyskiwanie efektów porównywalnych do uzyskiwanych w systemie konwencjonalnym.

1. Wprowadzenie

Różeniec górski (*Rhodiola rosea* L.) dostarcza surowca zielarskiego – kłączy z korzeniami (*Rhodiola roseae rhizoma et radix*), wykorzystywanego we współczesnej fitoterapii m.in. w leczeniu tzw. chorób cywilizacyjnych. Stwierdzone zostało przede wszystkim jego działanie adaptogenne, zwiększające odporność organizmu na czynniki stresowe. Na rynku surowców zielarskich powstał poważny problem związany z pozyskiwaniem kłączy różenia, gdyż miejsca jego naturalnego występowania znajdują się tylko na terenach podgórskich, które zarazem prawie wyłącznie są obszarami chronionymi. Istnieje ważna gospodarczo konieczność poznania agrotechniki tego gatunku na użytek prowadzenia produkcji surowcowej. Dane literaturowe dostarczają już szeregu informacji dotyczących, np. zmienności plonowania różenia w zależności od wieku plantacji [7] lub zmienności wewnątrzgatunkowej [8], jednak dominują badania, które skupiają się przede wszystkim na ocenie fitochemicznej surowców różnego pochodzenia [1, 2], w tym również z kultur *in vitro* [3].

Różeniec górski ze względu na charakterystyczną biologię rozwoju, jak np. dużą odporność na niekorzystne warunki siedliskowe może wykazywać dużą przydatność w prowadzeniu różnego typu upraw, w tym również metodami ekologicznymi.

2. Cel badań

1. Rozpoznanie możliwości prowadzenia efektywnych upraw różenia górskiego w warunkach zwiększonego ryzyka stopniem zachwaszczenia (system ekologiczny).
2. Porównanie efektywności uprawy różenia górskiego w systemie ekologicznym i konwencjonalnym (wysokość i jakość plonu surowca).

3. Założenia badawcze

Dwa odrębne doświadczenia polowe z uprawą w systemach ekologicznym i konwencjonalnym z różeniem górskim

przeprowadzono w Zakładzie Botaniki i Agrotechniki Roślin Zielarskich Instytutu Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich (IWNiRZ), w Plewiskach k/Poznania w latach 2008-2010.

Doświadczenia te były zlokalizowane w takich samych warunkach glebowo-klimatycznych (bezpośrednie sąsiedztwo i różniły się przede wszystkim przyjętą metodą odchwaszczania plantacji oraz rodzajem nawożenia. W każdym z systemów prowadzono oddzielną agrotechnikę dostosowaną do ich specyficznych założeń.

W systemie konwencjonalnym oprócz nawożenia organicznego obornikiem stosowano nawożenie mineralne oraz wykonywano intensywną uprawę mechaniczną. W systemie ekologicznym doświadczenia realizowano na wydzielonej, części pola doświadczalnego posiadającej certyfikat zgodności prowadzenia upraw z metodami ekologicznymi. Doświadczenia prowadzono z wykorzystaniem dojrzałego kompostu powstałego na bazie resztek roślinnych. W obydwu systemach do mechanicznej pielęgnacji upraw stosowano narzędzia płytko działające z nożami kątowymi, a dodatkowo, w rzędach roślin wykonywano odchwaszczanie ręczne.

Wszystkie doświadczenia zakładano metodą wysadzenia do gruntu sadzonek kłączowych długości 3-4 cm, w rozstawie 45 x 45 cm, na głębokość 1-2 cm, w terminie jesiennym. Wykorzystano własny materiał rozmnożeniowy pozyskany z plantacji matecznej metodą podziału kilkuletnich kłączy.

3.1. Typ doświadczeń

- 1) system konwencjonalny – dwuczynnikowe w układzie bloków losowanych, w trzech powtórzeniach; czynnik pierwszego rzędu – zróżnicowanie stanowiska pod względem nawozowym: a) po facelii przyoranej na zielony nawóz, b) po facelii przyoranej na zielony nawóz + obornik bydlęcy w dawce 33 t/ha; czynnik drugiego rzędu – poziom nawożenia mineralnego, w wariantach: a) N – 60, P₂O₅ – 60, K₂O – 80, b) N – 60, P₂O₅ – 80, K₂O – 100 (kg/ha) i c) bez nawożenia (kontrola).

2) system ekologiczny – jednoczynnikowe w układzie bloków losowanych, w trzech powtórzeniach; czynnik zmiennej - wysokość dawki nawożenia organicznego, w wariantach: a) kompost 30 t/ha – pogłównie, b) kompost 15 t/ha – pogłównie i c) bez nawożenia (kontrola). Dla obu systemów uprawy (konwencjonalny, ekologiczny) powierzchnia poletek dla każdego obiektu doświadczalnego wynosiła: 12 m² (4x3 m) – uprawy dwuletnie oraz 9,3 m² (3,1x3 m) – uprawa trzyletnia.

W celu oceny istotności różnic pomiędzy obiektami, została przeprowadzona analiza statystyczna zgodnie z modelem dla układu bloków losowanych. Jako kryterium istotności różnic zastosowano test „F” Fishera-Snedecora, przy czym NIR obliczono przy wykorzystaniu testu „t” Studenta na poziomie istotności 0,05%.

W części laboratoryjnej – w Zakładzie Badania Produktów Leczniczych i Suplementów Diety IWNiRZ – wykonano ilościowe i jakościowe analizy chemiczne na zawartość substancji biologicznie czynnych w kłączach pochodzących z obiektów doświadczalnych, wykorzystując metodę HPLC z detekcją DAD oraz chromatografię cienkowarstwową TLC. Ta część badań była dofinansowana przez MNiSW w ramach projektu nr NN 405306136.

Oznaczano następujące grupy związków: fenylopropanoidy (jako sumę zawartości rozaryny, rozawiny i rozyny), fenoloetanoidy (jako sumę zawartości salidrozydu i p-tyrozolu) oraz kwasy organiczne (jako sumę zawartości kwasu kawowego i galusowego).

Pomimo braku merytorycznych podstaw do porównania, przy użyciu klasycznych analiz statystycznych, wyników doświadczeń prowadzonych w różnych schematach, to jednak zlokalizowanie w tych samych warunkach glebowo-klimatycznych pozwala na ich zestawienie i uproszczone porównanie.

4. Wyniki badań

W systemie uprawy konwencjonalnej plon suchej masy kłączy, dla plantacji dwuletnich, był wyższy średnio o ok. 20% w stanowisku bez nawożenia naturalnego w porównaniu do wariantu z zastosowaniem obornika w dawce 33 t/ha (przed zakładaniem plantacji), przy czym najwyższy, statystycznie udowodniony wzrost plonu zanotowano w wariantcie z wyższymi dawkami nawożenia mineralnego (tab. 1). Ponadto, w stanowisku bez obornika stwierdzono silniejszą

reakcję różnica na wzrost dawek podstawowego nawożenia mineralnego. Zwiększenie dawek nawożenia fosforowego i potasowego do poziomu maksymalnego, tj. odpowiednio: do 80 (P₂O₅) i P₂O₅100 (K₂O) kg/ha spowodowało zwiększenie plonu surowca o ok. 30%, podczas gdy w stanowisku po oborniku zwiększenie dawek nawozów mineralnych z niższego do wyższego poziomu nie przyniosło efektu wzrostu plonu (tab. 1).

W trzecim roku uprawy różnica stwierdzono w stosunku do upraw dwuletnich przyrost plonu surowca o ok. 150%, przy czym sucha masa organów podziemnych była wyższa średnio o ok. 35% w stanowisku bez obornika w porównaniu do wariantu z tym nawozem. Zastosowanie maksymalnych dawek nawożenia fosforowego i potasowego tj. odpowiednio: P₂O₅ - 80 i K₂O - 100 (kg/ha) spowodowało w stosunku do kombinacji z niższymi dawkami nawożenia mineralnego obniżkę plonu surowca o ok. 15-20% w stanowisku na oborniku, natomiast przyrost plonu o ok. 6% w stanowisku bez obornika – jednak w obu przypadkach różnice te nie były statystycznie istotne.

W systemie uprawy ekologicznej stwierdzono, dla plantacji dwuletnich, zbliżone działanie plonotwórcze biomasy kompostu w ilości 15 oraz 30 t/ha. Efektywny – udowodniony statystycznie – wzrost plonu surowca, w stosunku do kontroli (bez nawożenia) wyniósł średnio ok. 25% (tab. 2).

W trzecim roku uprawy różnica stwierdzono ok. 3,5-krotny wzrost plonu surowca w porównaniu do średniego plonu z plantacji dwuletnich. Wyraźne działanie plonotwórcze uzyskano przy zastosowaniu większej spośród badanych dawek biomasy kompostu w ilości 30 t/ha. Efektywny wzrost plonu surowca, w stosunku do kontroli (bez nawożenia) wyniósł średnio ok. 60%. Niższa o połowę dawka kompostu spowodowała o połowę niższy przyrost plonu, jednak w obu kombinacjach wykazane przyrosty były statystycznie istotne.

Wyniki analiz chemicznych organów podziemnych, zarówno pochodzących z plantacji dwuletnich, jak i trzyletniej, potwierdziły, że stanowią one wartościowy surowiec zielarski zawierający wszystkie badane związki biologicznie czynne (tab. 3 i 4). Nie wykazano jednak statystycznie udowodnionej zależności pomiędzy poziomem zawartości oznaczonych substancji biologicznie czynnych a badanymi czynnikami agrotechnicznymi i systemami uprawy.

Tab. 1. Wysokość plonu surowca (q/ha) w zależności od kombinacji. Uprawa konwencjonalna. Plewiska, 2009-2010
Table 1. The height of crop (q/ha) according to the treatment. Conventional system. Plewiska, 2009-2010

Kombinacja /Treatment	II rok uprawy /IInd year of cultivation		III rok uprawy /IIIrd year of cultivation	
	świeża masa /fresh mass	sucha masa /dry mass	świeża masa /fresh mass	sucha masa /dry mass
na oborniku /on manure (A)				
N-60, P ₂ O ₅ -60, K ₂ O-80 (B)	54,07	13,42	124,73	39,01
N-60, P ₂ O ₅ -80, K ₂ O-100	57,28	13,86	94,51	33,15
Kontrola /Control „0”	47,59	11,79	65,38	23,44
bez obornika /without manure				
N-60, P ₂ O ₅ -60, K ₂ O-80	64,60	14,78	121,98	41,02
N-60, P ₂ O ₅ -80, K ₂ O-100	82,32	19,45	134,62	43,52
Kontrola /Control „0”	56,41	13,76	98,90	41,03
NIR _(0,05) - LSD _(0,05) dla/from				
A	26,70	4,91	r.n.	r.n.
B	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
A x B	9,63	3,27	23,63	4,30

r.n. – różnica nieistotna /not significant difference

5. Dyskusja

Istnieje bogate piśmiennictwo dotyczące opisu badań fitochemicznych i farmakologicznych nad *Rhodiola rosea*, jednak prezentowane badania odnoszą się do mało poznanego dotąd aspektu oddziaływania czynników środowiskowych i agrotechnicznych na wartość biologiczną surowca.

W Polsce poza IWNiRZ badania nad różem górskim prowadzi kilka zespołów badawczych, m.in. zespół z Katedry i Zakładu Biologii i Botaniki Farmaceutycznej Uniwersytetu Medycznego w Warszawie oraz zespół z Katedry Roślin Warzywnych i Lecznictwa SGGW w Warszawie. Drugi z wymienionych zespołów przeprowadził kilka doświadczeń agrotechnicznych z różem w warunkach glebowo-klimatycznych Polski. Ustalono w nich m.in., że począwszy od drugiego roku wegetacji rośliny tworzą trzy pokolenia pędów, tzn. okres kumulacji substancji biologicznie czynnych wydłuża się do 7 miesięcy, co powoduje szybki wzrost wagi kłącza [7]. Potwierdziły to przedstawione badania, gdzie już dla trzyletnich upraw nastąpił 2,5-krotny wzrost plonu kłącza w stosunku do plantacji dwuletniej. Badania cytowanych autorów dowodzą też, że w kolejnych dwóch latach wegetacji następuje największa kumulacja związków o znaczeniu fitoterapeutycznym (fenylopropanoidów i fenyloetanoidów) w masie kłącza oraz stwierdza się największy procentowy udział masy kłącza w całkowitej masie roślin [6]. Badacze z SGGW opublikowali ponadto wyniki badań nad wpływem warunków środowiskowych na zdolność rozmnażania generatywnego różańca,

wskazując na bardzo ważne znaczenie wieku roślin reprodukowanych - ze starszych roślin uzyskiwano gorszej jakości materiał rozmnożeniowy [8]. W opisanych badaniach stwierdzono brak zależności zawartości substancji biologicznie czynnych w surowcu od warunków agrotechnicznych. Z kolei zgodnie z doniesieniami literaturowymi istnieje zmienność kumulacji tych związków w roślinie w zależności od warunków siedliskowych. Surowiec zbierany w centralnej Polsce charakteryzował się mniejszą ich zawartością w porównaniu do zbieranego z terenów podgórszych [9]. Prowadzono również badania nad wpływem rozdzielności roślin na wynik uprawy i stwierdzono, że będące w tym samym wieku osobniki męskie różańca wydają plon o ok. 20% większy niż osobniki żeńskie, przy czym zawartość substancji biologicznie czynnych pozostawała na tym samym poziomie [5]. Poza Polską doświadczenia agrotechniczne były prowadzone w Rosji, Szwecji i Finlandii [4]. W badaniach fińskich potwierdzono, że różeniec górski może być z powodzeniem uprawiany metodami ekologicznymi. Uzyskiwany suchy plon kłącza wahał się między 1,5 a 3,0 t, czyli był porównywalny z plonami uzyskiwanymi w Polsce. Prowadzono również prace nawozowe z różem w latach 1997-2000 [4]. Podobnie jak w zaprezentowanych badaniach wzrastające dawki kompostu od 5 do 20 t/ha powodowały wzrost plonu surowca. Uzyskane dane potwierdzają też wnioski, że optymalne dawki fosforu dla różańca wynoszą powyżej 60 kg P₂O₅/ha, natomiast potasu – powyżej 80 kg K₂O/ha.

Tab. 2. Wysokość plonu surowca (q/ha) w zależności od kombinacji. Uprawa ekologiczna. Plewiska 2009-2010
Table 2. The height of crop (q/ha) according to the treatment. Ecological system. Plewiska, 2009-2010

Kombinacja /Treatment	II rok uprawy /IInd year of cultivation		III rok uprawy /IIIrd year of cultivation	
	świeża masa /fresh mass	sucha masa /dry mass	świeża masa /fresh mass	sucha masa /dry mass
Kompost /Compost 15 t/ha	69,84	15,91	144,07	48,39
Kompost /Compost 30 t/ha	76,16	17,28	171,48	59,13
Kontrola /Control „0”	56,73	13,13	108,15	36,91
NIR _(0,05) - LSD _(0,05)	7,40	2,54	38,15	10,24

Tab. 3. Zawartość substancji biologicznie czynnych (%) w zależności od kombinacji. Uprawa konwencjonalna. Plewiska, 2009-2010

Table 3. Content of biologically active compounds (%) according to the treatment. Conventional system. Plewiska, 2009-2010

Kombinacja /Treatment	II rok uprawy /IInd year of cultivation			III rok uprawy /IIIrd year of cultivation		
	fenylopropanoidy /phenylpropanoids	fenyloetanoid /phenylethanoids	kwasy organiczne /organic acids	fenylopropanoidy /phenylpropanoids	fenyloetanoidy /phenylethanoids	kwasy organiczne /organic acids
na oborniku /on manure (A)						
N-60, P ₂ O ₅ -60, K ₂ O-80 (B)	0,3184	0,0747	0,0592	0,1980	0,1583	0,0635
N-60, P ₂ O ₅ -80, K ₂ O-100	0,3350	0,0764	0,0586	0,2452	0,1280	0,0945
Kontrola /Control „0”	0,3130	0,1042	0,0513	0,2108	0,1582	0,0587
bez obornika /without manure						
N-60, P ₂ O ₅ -60, K ₂ O-80	0,3249	0,0810	0,0664	0,1711	0,1340	0,0641
N-60, P ₂ O ₅ -80, K ₂ O-100	0,3406	0,1244	0,0627	0,2937	0,0900	0,0568
Kontrola /Control „0”	0,3217	0,0710	0,0583	0,2254	0,1388	0,0634
NIR _(0,05) - LSD _(0,05) dla /from A; B; A x B	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

r.n. – różnica nieistotna /not significant difference

Tab. 4. Zawartość substancji biologicznie czynnych (%) w zależności od kombinacji. Uprawa ekologiczna. Plewiska 2009-2010
 Table 4. Content of biologically active compounds (%) according to the treatment. Ecological system. Plewiska, 2009-2010

Kombinacja /Treatment	II rok uprawy /IInd year of cultivation			III rok uprawy /IIIrd year of cultivation		
	fenylo- propanoidy /phenyl- propanoids	fenylo- etano- ido- /phenyl- ethanoids	kwasy organiczne /organic acids	fenylo- propanoidy /phenyl- propanoids	fenylo- etano- ido- /phenyl- ethanoids	kwasy organiczne /organic acids
Kompost /Compost 15 t/ha	0,3157	0,1100	0,0963	0,3534	0,0780	0,0763
Kompost /Compost 30 t/ha	0,2481	0,0792	0,0897	0,3217	0,0713	0,0788
Kontrola /Control „0“	0,3081	0,0989	0,0902	0,2885	0,0859	0,0902
NIR (0,05) - LSD (0,05)	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

r.n. – różnica nieistotna /not significant difference

6. Wnioski

1. Plony różniaka górskiego (w drugim i trzecim roku wegetacji) z upraw ekologicznych dorównywały zarówno pod względem wysokości, jak i jakości plonom z upraw konwencjonalnych.
2. W uprawie konwencjonalnej najwyższe plony uzyskano przy zastosowaniu nawożenia fosforowo-potasowego na poziomie: P₂O₅ – 80 i K₂O – 100 (kg/ha), w stanowisku bez obornika.
3. W uprawie ekologicznej najlepszy efekt nawożenia plantacji, w trakcie wegetacji roślin, uzyskano w wyniku zastosowania kompostu w dawce 30 t/ha.
4. Analizy chemiczne surowca nie wykazały jednoznacznej zależności pomiędzy poziomem zawartości substancji biologicznie czynnych a badanymi czynnikami agrotechnicznymi i systemami uprawy.

7. Literatura

- [1] Altantsetseg K., Przybył J. L., Węglarz Z., Geszprych A.: Content of biologically active compounds in roseroot (*Rhodiola* sp.) raw material of different derivation. *Herba Pol.*, 2007, 53 (4): 20-26.
- [2] Buchwald W., Mścisz A., Krajewska-Patan A., Furmanowa M., Mielcarek S., Mrozikiewicz P. M.: Contents of biologically active compounds in *Rhodiola rosea* roots during the vegetation period. *Herba Pol.*, 2006, 52: 39-43.
- [3] Dreger M., Krajewska-Patan A., Furmanowa M., Mścisz A., Łowicka A., Górka-Paukszta M., Mrozikiewicz P.M.: *Rhodiola rosea* L (różeńiec górski) w kulturach *in vitro*. *Herba Pol.*, 2007, 53 (2): 35-36.
- [4] Galambosi B. Demand and Availability of *Rhodiola rosea* L. Raw Material. Bogers R., Cracer L., Lange D. (eds.) *Medicinal and Aromatic Plants*. Springer, 2006: 223-236.
- [5] Galambosi B., Galambosi Z., Uusitalo M., Heinonen A.: Effects of plant sex on the biomass production and secondary metabolites in roseroot (*Rhodiola rosea* L.) from the aspect of cultivation. *Zeitschrift für Arznei- & Gewürzpflanzen*, 2009. Vol. 14, Nr 3: 114-121.
- [6] Przybył J.: Gromadzenie się związków biologicznie aktywnych w organach surowcowych różniaka górskiego (*Rhodiola rosea* L.) uprawianego w zróżnicowanych warunkach klimatyczno-glebowych. Praca doktorska Warszawa: SGGW, 1999.
- [7] Przybył J.L., Węglarz Z., Geszprych A.: Quality of roseroot (*Rhodiola rosea* L.) cultivated in Poland. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 2008, 765: 143-150.
- [8] Przybył J., Węglarz Z., Geszprych A., Pelc M.: Effect of mother plant age and environmental factors on the yield and quality of roseroot (*Rhodiola rosea* L.) seeds. *Herba Polonica*, 2005, 51(3/4): 5-13.
- [9] Węglarz Z., Przybył J., Geszprych A.: Roseroot (*Rhodiola rosea* L.) Effect of Internal and External Factors on Accumulating of Biologically Active Compounds. Ramawat K.G., Merillon J.M. (eds.): *Bioactive Molecules and Medicinal Plants*. Berlin, Heidelberg., Vol. 16: 297-315.