

Katedra Roślin Przemysłowych i Leczniczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin, e-mail: rafal.magdziak@up.lublin.pl

RAFAŁ MAGDZIAK, BARBARA KOŁODZIEJ,  
MAGDALENA SZCZEPANIK

**Wpływ nawożenia magnezem i dokarmiania dolistnego  
Mikrosolem U na zdrowotność i jakość korzeni żeń-szenia  
amerykańskiego (*Panax quinquefolium* L.)**

The effect of magnesium and foliar fertilization with Mikrosol U on healthiness  
and quality of American ginseng (*Panax quinquefolium* L.) roots

**Streszczenie.** W czteroletnim doświadczeniu polowym (1999–2003) zlokalizowanym na glebie piaszczystej badano wpływ wzrastających dawek nawożenia magnezem oraz dokarmiania dolistnego Mikrosolem U na obsadę roślin, porażenie przez grzyby chorobotwórcze oraz parametry jakościowe korzeni żeń-szenia pięciolistnego (*Panax quinquefolium* L.). W eksperymencie corocznie stosowano trzy następujące dawki nawozów magnezowych: 0 kg Mg · ha<sup>-1</sup> (obiekt kontrolny), 30 kg Mg · ha<sup>-1</sup> i 60 kg Mg · ha<sup>-1</sup> w formie jednowodnego siarczanu magnezu. Dodatkowo w każdym roku uprawy w czasie najintensywniejszego wzrostu roślin stosowano w odstępach 10-dniowych nawóz dolistny Mikrosol U w stężeniu 1%. Zastosowane nawożenie magnezowe wpłynęło dodatnio na obsadę roślin, parametry jakościowe korzeni żeń-szenia oraz zmniejszyło porażenie przez grzyby chorobotwórcze w kolejnych latach wegetacji. Wpływ ten ujawnił się szczególnie w III i IV roku, przy czym najlepsze efekty uzyskano, stosując 60 kg Mg · ha<sup>-1</sup>. Natomiast nawożenie dolistne roślin Mikrosolem U miało korzystny wpływ na zdrowotność roślin, co prowadziło do zachowania większej liczby roślin na poletkach oraz spowodowało polepszenie parametrów jakościowych korzeni.

**Słowa kluczowe:** żeń-szeń amerykański, *Panax quinquefolium*, nawożenie dolistne, nawożenie magnezem

WSTĘP

Żeń-szeń pięciolistny (*Panax quinquefolium* L.) jest wieloletnią rośliną należącą do rodziny araliowatych (*Araliaceae*) uprawianą w Ameryce Północnej, Australii, Azji oraz ostatnio w Europie [Rudolf 2000; Kennedy i Scholey 2003; Kołodziej 2003]. Korzeń żeń-szenia zawiera liczne aktywne związki chemiczne o wszechstronnym działaniu m.in.

stymulującym układ odpornościowy organizmu, antystresowym, tonizującym, antyoksydacyjnym czy odmładzającym. Właściwości biologiczne surowca uwarunkowane są występowaniem w korzeniu szeregu związków organicznych, z których największe znaczenie mają pochodzące z grupy saponin triterpenowych zwanych ginsenozydami. Strukturę i aktywność biologiczną tych związków po raz pierwszy określono w latach 60. i oznaczono je symbolem R oraz kolejnymi literami alfabetu [Smith i in. 1996; Dólot i Śmigieński 2005].

Żeń-szeń sprawia trudności w uprawie, co spowodowane jest m.in. powolnym tempem wzrostu oraz dużą podatnością na choroby grzybowe, które mogą znacznie obniżyć plony oraz jakość surowca, a nawet zniszczyć całkowicie plantację [Oliver i in. 1992; Kołodziej 2003]. Czynniki pozwalającymi zmniejszyć stopień porażenia przez grzyby chorobotwórcze jest m.in. dobór odpowiedniego przedplonu oraz chemiczna dezynfekcja gleby przed wysiewem nasion [Pięta i Berbeć 1997; Kołodziej i Berbeć 2004]. Równie ważnym czynnikiem pozwalającym uzyskać wysokie plony oraz dobry jakościowo surowiec jest stosowanie odpowiedniego nawożenia mineralnego czy też nawożenia pozakorzeniowego, które pozwala w szybki sposób dostarczyć roślinom niezbędne składniki pokarmowe. Dodatni wpływ takiego nawożenia stwierdzono w uprawie wielu gatunków roślin [Zahradniček i in. 1998; Szewczuk i Juszcak 2003; Kołodziej 2004].

Celem doświadczenia było zbadanie wpływu dokarmiania dolistnego Mikrosolem U na plony i jakość korzeni żeń-szenia amerykańskiego (*Panax quinquefolium L.*) na tle zróżnicowanego nawożenia magnezowego.

#### MATERIAŁ I METODY

W latach 1999–2003 w Trzcińcu koło Chodła (woj. lubelskie) przeprowadzono doświadczenie polowe na glebie o składzie mechanicznym piasku luźnego charakteryzującego się niską zawartością próchnicy (1,2%), kwaśnym odczynem (pH 5,4) oraz następującą zawartością makro- i mikroelementów (w mg · kg gleby): 66 P, 74 K, 28 Mg, 1,9 Cu, 29,6 Mn, 6,8 Zn, 235 Fe. Uprzednio stratyfikowane nasiona żeń-szenia wysiano w październiku 1999 r. w rozstawie 15 × 5 cm na podniesionych (na wysokość 30–40 cm) zagonach na poletkach o powierzchni 2,4 m<sup>2</sup> w pięciu powtórzeniach. Po siewie poletka ściółkowano słomą pszenną, a w ciągu wegetacji zacieniano plantację siatką polipropylenową przepuszczającą ok. 25% promieni słonecznych. Przed założeniem doświadczenia jednokrotnie zastosowano nawożenie mineralne w następujących ilościach: 46,3 kg P · ha<sup>-1</sup> w formie superfosfatu potrójnego granulowanego oraz 166 kg K · ha<sup>-1</sup> w formie soli potasowej, a co roku, wczesną wiosną, przed rozpoczęciem wegetacji roślin 50 kg N · ha<sup>-1</sup> w formie siarczanu potasu oraz magnez w trzech następujących dawkach: 0 kg Mg · ha<sup>-1</sup> (obiekt kontrolny), 30 kg Mg · ha<sup>-1</sup> i 60 kg Mg · ha<sup>-1</sup> w formie jednowodnego siarczanu magnezu.

W każdym roku uprawy w czasie najintensywniejszego wzrostu roślin (czerwiec, lipiec) stosowano w odstępach 10-dniowych nawóz dolistny Mikrosol U w stężeniu 1% (50 ml roztworu na poletko), porównując z obiektem kontrolnym, który opryskiwano wodą. Podczas wegetacji ręcznie usuwano chwasty oraz stosowano naprzemiennie zalecane na plantacjach produkcyjnych fungicydy [Ginseng... 1999]. Jesienią w czwartym roku uprawy dokonano zbioru korzeni, a następnie po wysuszeniu w temperaturze do

38°C określono ich parametry jakościowe oraz oznaczono zawartość ginsenozydów w Samodzielnej Pracowni Biosyntezy Środków Leczniczych Uniwersytetu Medycznego w Łodzi metodą HPLC [Kołodziej 2003]. Wyniki liczbowe opracowano statystycznie, określając istotność otrzymanych różnic za pomocą testu Tukeya z 5% ryzykiem błędu.

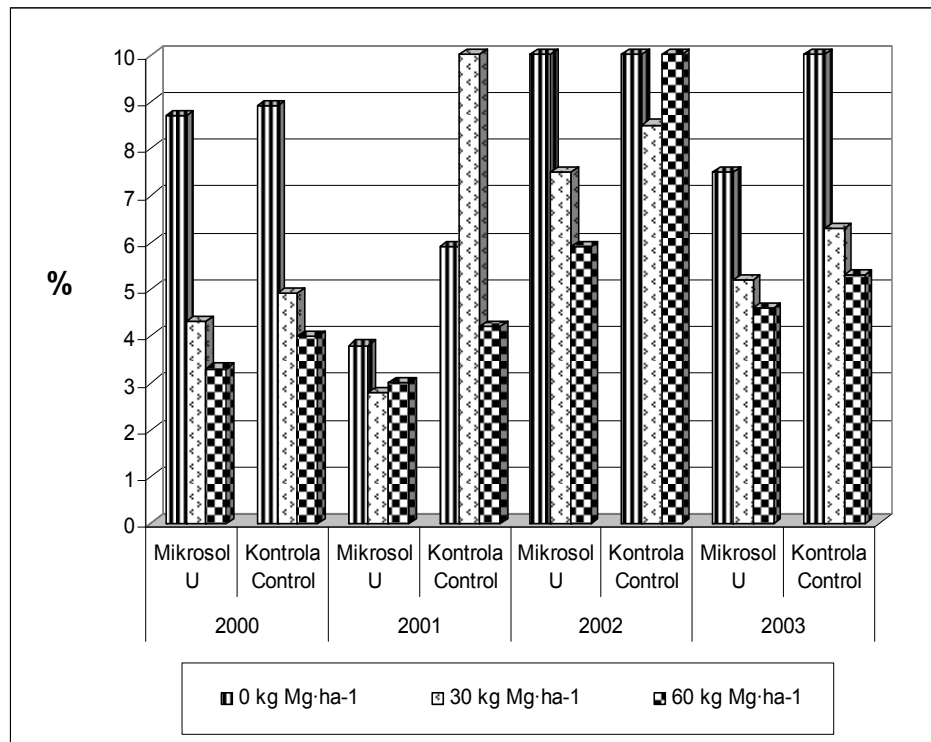
#### WYNIKI I DYSKUSJA

Zastosowane czynniki eksperymentalne istotnie modyfikowały zdrowotność i parametry jakościowe roślin żeń-szenia. W doświadczeniu notowano zmniejszanie się obsady roślin na poletkach w kolejnych latach uprawy spowodowane głównie porażeniem przez grzyby chorobotwórcze. W pierwszym roku wegetacji obserwowano występowanie chorób zgorzelowych siewek powodowanych przez zespół grzybów z rodzaju *Fusarium*, *Phytium* oraz *Rhizoctonia solani*. Natomiast w kolejnych latach wegetacji notowano także występowanie grzybów z rodzaju *Cylindrocarpon destructans* i *Phytophthora* ssp. (szczególnie widoczne w sprzyjającym rozwojowi tego patogena ciepłym i obfitym w opady atmosferyczne 2003 roku). Podobne patogeny zaobserwowali na plantacjach żeń-szenia także Pięta i Berbec [1997], Li i Utkhede [1993] oraz Pastucha i Kołodziej [2007]. W ciągu czterech lat badań największą liczbę roślin na poletkach notowano w obiektach z zastosowaniem dokarmiania dolistnego i nawożonych zwiększonymi dawkami nawozów magnezowych. Natomiast zaniechanie nawożenia magnezem na ubogiej w ten składnik glebie piaszczystej oraz brak uzupełniającego nawożenia pozakorzeniowego niekorzystnie wpłynęły na badaną cechę (tab. 1). Dobry efekt ochronny zaobserwowa-

Tabela 1 Obsada roślin żeń-szenia (szt. · pol.<sup>-1</sup>) w poszczególnych obiektach doświadczenia w czterech kolejnych latach uprawy (średnie z lat 2000–2003)

Table 1. Ginseng plant population (unit per plot) in particular experimental objects in four following years of cultivation (mean from 2000–2003)

Nawożenie dolistne Foliar fertilization	Poziom nawożenia magnezowego Magnesium fertilization level (kg · ha <sup>-1</sup> )											
	2000			2001			2002			2003		
	0	30	60	0	30	60	0	30	60	0	30	60
Mikrosol U	104,5	103	113,8	118,1	98,4	128,3	95,9	98	106,5	65,1	71,3	74,4
Kontrola Control	80,7	89,6	83,8	103,1	87,6	94,6	68	73,9	78,8	48,8	57,7	62,4
Średnia Mean	92,6	96,3	98,8	110,6	93,0	111,5	82,0	86,0	92,7	57,0	64,5	68,4
NIR <sub>0,05</sub> dla: – LSD <sub>0,05</sub> for:												
nawożenia dolistnego – A foliar fertilization – A	n.s.			n.s.			n.s.			10,73		
nawożenia magnezem – B magnesium fertilization – B	n.s.			n.s.			11,29			7,24		
interakcji interaction A × B	n.s.			n.s.			n.s.			n.s.		



Rys. 1. Procentowy udział roślin porażonych przez grzyby chorobotwórcze w czterech kolejnych latach wegetacji w poszczególnych obiektach doświadczenia  
 Fig. 1. Share of plants infested by fungal diseases in four following years of vegetation in particular experimental objects

no na obiektach z zastosowaniem preparatu Mikrosol U, gdzie odnotowano najmniej roślin porażonych przez grzyby chorobotwórcze. Również nawożenie magnezowe w istotny sposób wpłynęło na badaną cechę żeńszczenia. W każdym roku uprawy największej roślin porażonych odnotowywano w obiekcie kontrolnym, tj. bez nawożenia dolistnego i stosowania magnezu. Natomiast istotnie najmniejszy odsetek roślin porażonych przez grzyby chorobotwórcze obserwowano w obiekcie z aplikacją największej dawki siarczanu magnezu. Warto podkreślić, iż najlepszy efekt oraz statystycznie istotny wpływ na zdrowotność roślin odnotowano w obiekcie z łącznym stosowaniem Mikrosolu U i zwiększonego nawożenia magnezowego. Stwierdzono wówczas bowiem najmniejszy odsetek roślin z objawami porażenia przez grzyby chorobotwórcze w porównaniu z obiektami kontrolnymi (rys. 1). Te zależności zbieżne są z uzyskanymi przez Sobolewskiego i in. [2005], Osińską i Kołotę [1998] oraz Kołodziej [2004], którzy zaobserwowali lepszą zdrowotność, a co za tym idzie – większą obsadę warzyw lub żeńszczenia.

Tabela 2. Średnia masa pojedynczych korzeni żeń-szenia ( $g \cdot rośl.^{-1}$ ) w poszczególnych obiektach doświadczenia w czterech kolejnych latach uprawy (średnie z lat 2000–2003)

Table 2. Average wight of single root (g per plant) in in particular experimental objects in four following years of cultivation (mean from 2000–2003)

Nawożenie dolistne Foliar fertilization	Poziom nawożenia magnezowego Magnesium fertilization level ( $kg \cdot ha^{-1}$ )													
	2000			2001			2002			2003				
	0	30	60	0	30	60	0	30	60	0	30	60		
Mikrosol U	0,8	0,8	1	6,4	8,1	9,6	13,8	19,4	25,6	18,8	18,8	27,6		
Kontrola Control	0,6	0,8	0,8	4,8	7,4	8,1	8,6	14,4	19,6	10,3	15,4	14,6		
Średnia – Mean	0,7	0,8	0,9	5,6	7,8	8,9	11,2	16,9	22,6	14,6	17,1	21,1		
NIR <sub>0,05</sub> dla: – LSD <sub>0,05</sub> for:														
nawożenia dolistnego – A foliar fertilization – A			n.s.			2,27			2,64			2,85		
nawożenia magnezem – B magnesium fertilization – B			n.s.			n.s.			1,78			1,92		
interakcji – interaction – A × B			n.s.			n.s.			n.s.			0,43		

Czynniki eksperymentalne również w istotny sposób wpłynęły na masę i parametry biometryczne korzeni żeń-szenia. Każdego roku badań w obiektach z wzrastającymi dawkami nawozów magnezowych odnotowywano zwiększenie masy korzeni w stosunku do obiektu kontrolnego, przy czym masa korzeni była porównywalna z notowanymi wcześniej przez Oliver i in. [1992], Rudolf [2000], Wills i Stuart [2001] oraz Kołodziej [2004]. Podobnie dokarmianie dolistne istotnie zwiększało masę korzeni we wszystkich latach badań. Współdziałanie tych dwóch czynników nie miało większego wpływu na masę pojedynczych korzeni w pierwszych latach wegetacji. Dopiero w czwartym roku odnotowano istotny wpływ zarówno nawożenia dolistnego, jaki i wzrastających dawek nawożenia magnezowego na badaną cechę, uzyskując istotnie wyższą masę korzeni w porównaniu z obiektem kontrolnym (tab. 2). Podobnie we wcześniejszych doświadczeniach z żeń-szeniem Kołodziej [2004] otrzymała polepszenie masy i parametrów jakościowych surowca w wyniku stosowania nawożenia dolistnego.

Ważnym elementem oceny jakościowej korzeni żeń-szenia jest określenie zawartości ginsenozydów. W analizowanym doświadczeniu oznaczono zawartość sześciu najważniejszych ginsenozydów, tj. R<sub>b1</sub>, R<sub>c</sub>, R<sub>b2</sub>, R<sub>d</sub>, R<sub>g1</sub>, R<sub>e</sub>. Najwyższą zawartością tych związków cechował się surowiec pozyskiwany z obiektu nawożonego największą dawką magnezu (tab. 3). Natomiast zarówno zastosowanie nawożenia dolistnego, jak i zmniejszenie lub zaniechanie nawożenia magnezem powodowało zmniejszenie zawartości substancji aktywnych w surowcu. Największą zawartość ginsenozydów typu R<sub>g1</sub> i R<sub>e</sub> odnotowano w obiektach z trzykrotnym dokarmianiem dolistnym Mikrosolem U oraz nawożonych zwiększającymi się dawkami nawozów magnezowych. Przy corocznym stosowaniu nawożenia magnezowego na poziomie 60 kg Mg · ha<sup>-1</sup> otrzymano istotnie większą zawartość ginsenozydów w odniesieniu do kontroli (tab. 3).

Tabela 3. Zawartość sześciu najważniejszych ginsenozydów ( $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ) w korzeniach żeń-szenia amerykańskiego po czterech latach uprawy (średnie z 2003 r.)Table 3. Six main ginsenosides content ( $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ) in American ginseng roots after four years of cultivation (mean from 2003)

Poziom nawożenia magnezowego Magnesium fertilization level	Ginsenozydy Ginsenosides	Mikrosol U	Kontrola Control	Średnie Mean
0 kg Mg · ha <sup>-1</sup>	<i>Rb<sub>1</sub></i>	7,1	15,57	11,335
	<i>Rc</i>	0,75	1,07	0,91
	<i>Rb<sub>2</sub></i>	0,28	0	0,14
	<i>Rd</i>	1,35	2,06	1,705
	<i>Rg<sub>1</sub></i>	0,63	0,61	0,62
	<i>Re</i>	3,51	2,17	2,84
30 kg Mg · ha <sup>-1</sup>	<i>Rb<sub>1</sub></i>	6,91	14,39	5,65
	<i>Rc</i>	1,25	0,91	1,08
	<i>Rb<sub>2</sub></i>	0	0	0
	<i>Rd</i>	1,9	1,1	1,5
	<i>Rg<sub>1</sub></i>	1,1	1,07	1,085
	<i>Re</i>	3,43	2,44	2,935
60 kg Mg · ha <sup>-1</sup>	<i>Rb<sub>1</sub></i>	5,97	17,23	11,6
	<i>Rc</i>	1,06	3,78	2,42
	<i>Rb<sub>2</sub></i>	0	0	0
	<i>Rd</i>	1,34	2,4	1,87
	<i>Rg<sub>1</sub></i>	1,27	1,65	1,46
	<i>Re</i>	3,55	2,67	3,11

## WNIOSKI

1. Nawożenie magnezem wpłynęło dodatnio na obsadę roślin, parametry jakościowe korzeni żeń-szenia oraz zmniejszyło porażenie przez grzyby chorobotwórcze w kolejnych latach wegetacji. Wpływ ten ujawnił się szczególnie w III i IV roku, przy czym najlepsze efekty uzyskano, stosując corocznie 60 kg Mg · ha<sup>-1</sup>.

2. Nawożenie dolistne roślin Mikrosolem U miało korzystny wpływ na zdrowotność roślin, co prowadziło do zachowania większej liczby roślin na poletkach oraz spowodowało polepszenie parametrów jakościowych korzeni.

3. W uprawie komercyjnej żeń-szenia na ubogiej glebie piaszczystej godne polecenia jest nawożenie magnezem w ilości 60 kg Mg · ha<sup>-1</sup> (łącznie w ciągu czterech lat uprawy) oraz coroczne trzykrotne dokarmianie dolistne Mikrosolem U.

## PIŚMIENNICTWO

- Dolot M., Śmigielski K., 2005. Żeń-szeń amerykański (*Panax quinquefolium L.*) – skład chemiczny, właściwości antyoksydacyjne, zastosowanie. Pol. J. Cosmet., 1, 18–33.
- Ginseng. Pest control recommendations 1999–2000. Publication 610, OMAFRA, Queen's Printer for Ontario, 1999, 1–51.

- Kennedy D., Scholey AB., 2003. Ginseng: potential for the enhancement of cognitive performance and mood. *Pharm. Bioch. Behav.*, 75, 687–700.
- Kołodziej B., 2003. Studia nad wzrostem, rozwojem oraz uprawą żeń-szenia amerykańskiego (*Panax quinquefolium* L.). *Rozpr. Nauk. AR w Lublinie*, 266, Wyd. AR Lublin.
- Kołodziej B., 2004. Wpływ Atoniku oraz nawożenia dolistnego na plonowanie i jakość surowca żeń-szenia amerykańskiego (*Panax quinquefolium* L.). *Annales UMCS, sec. E, Agricultura* 59(1), 157–162.
- Kołodziej B., Berbec S., 2004. Wpływ przedplonu oraz odkażania gleby na wzrost, zdrowotność oraz cechy jakościowe żeń-szenia pięciolistnego. *Annales UMCS, sec. E, Agricultura* 59 (1), 163–171.
- Li T.S.C., Utkhede R.S., 1993. Pathological and non-pathological diseases of ginseng and their control. *Current Topics in Bot. Res.*, 1, 101–113.
- Oliver A., van Daltsen B., van Lierop B., Buonassisi A., 1992. American ginseng culture in the arid climates of British Columbia. *BC, Min. Agric. Fish.*, 1–34.
- Osińska M., Kołota E., 1998. Utilization of Ekolist in foliar nutrition of field vegetable crops grown at different nitrogen rates. *Folia Univ. Agric. Stetin.*, 190, *Agricultura* 72, 247–252.
- Pastucha A., Kołodziej B., 2007. The healthiness of American ginseng after the application of mineral mulch and different methods of plant protection. *EJPAU, sec. Horticulture* 10, 4, <http://www.ejpau.media.pl>.
- Pięta D. Berbec S., 1997. The influence of forecrop on the pathogenic microorganisms in soil. *Proc. of Scien. Conf.: Debreceni Agrartudományi Egyetem a Tiszántúl Mezőgazdaságért, Karcag, Hungary, 12–14 June 1997*, 304.
- Rudolf D., 2000. Ginseng. Continuing education module. New Hope Institute of Retailing, Massachusetts, USA, 1–8.
- Smith R., Caswell D., Carriere A., Zielke B., 1996. Variation in the ginsenoside content of American ginseng, *Panax quinquefolius* L., roots. *Can. J. Bot.* 74, 1616–1620.
- Sobolewski J., Robak J., Ostrowska A., 2005. The possibility of complex protection of fields tomatoes against late blight, early blight and bacterial speck including biostimulators of resistance. *Progress Plant Prot.* 45(2), 1091–1094.
- Szewczuk C., Juszczak M., 2003. Wpływ nawozów i stymulatorów na plon nasion fasoli tycznej. *Acta Agroph.* 85, 203–208.
- Wills R., Stuart D., 2001. Production of high quality Australian ginseng. *RIRDC Publication No 01/170*.
- Zahradniček J., Pokorna A., Pulkrábek J., Král J., Šanda J., 1998. Vliv foliarní aplikace přípravku Atonik na technologickou jakost a skladovatelnost cukrovky. *LcaŘ* 144–149.

**Summary.** In a four-year-long field experiment (1999–2003) located on sandy soil the effects of increasing doses of magnesium fertilizers and foliar fertilization with Mikrosol U on plant population, diseases infestation and quality parameters of American ginseng (*Panax quinquefolium* L.) roots were studied. In the experiment, three increasing doses of magnesium fertilizers: 0 kg Mg · ha<sup>-1</sup> (control object), 30 kg Mg · ha<sup>-1</sup> i 60 kg Mg · ha<sup>-1</sup> in a form of magnesium sulphate were applied. Additionally, during intensive growth plants were sprayed with foliar fertilizer Mikrosol U (1% solution) in 10-days intervals. Magnesium fertilization positively influenced plant population and quality parameters of ginseng roots as well as decreasing disease infestation in four following years of vegetation. That was extremely visible in the third and fourth years of vegetation; moreover, 60 kg Mg · ha<sup>-1</sup> gave the best effect. At the same time, foliar fertilization with Mikrosol U favorably affects healthiness of plants, leading to higher plants population and improving quality parameters of roots.

**Key words:** American ginseng, *Panax quinquefolium*, foliar fertilization, magnesium fertilization