

LIGNOSILĪCIJA IZMANTOŠANA SARKANĀ ĀBOLIŅĀ (*TRIFOLIUM PRATENSE* L.) AUDZĒŠANĀ
APPLICATION OF LIGNOSILICON IN GROWING OF RED CLOVER
(TRIFOLIUM PRATENSE L.)

Gaļina Lebedeva¹, Gaļina Teliševa¹, Sarmīte Rancāne², Līvija Tiltiņa²

¹ LV Koksnes ķīmijas institūts, Dzērbenes 27, Rīga, LV-1006, Latvija
Tālr.: +(371)7555916, fakss: +(371)7550635, e-pasts: ligno@edi.lv

² LLU aģentūra „Zemkopības zinātniskais institūts”, Zemkopības inst. 7, Skrīveri-1,
Aizkraukles raj., LV-5126, Latvija

Tālr.: +(371)5197524, fakss: +(371)5197512, e-pasts: tilivija@inbox.lv

Abstract. *Red clover Trifolium pratense is one of the most popular legumes feed crops in North America and Europe. It is being sown in field and forage shifts of crops as such and mixed with cereals. Among the cultivated clover types (white, rose, crimson and red) the red one is the most widespread in Latvia. The field tests of lignosilicon (LSi), biologically active compound developed and synthesized in the Latvian state institute of Wood Chemistry has shown its favorable action when used in biological farming for oats and rye growth with red clover undersow. Years 2004-2006 tests in field conditions have proved LSi prolonged influence on red clover growth and development: green mass, dry matter content in it and protein content in crop significantly increase beginning with the first year of LSi application. Chemical analysis of roots and aboveground part of plants has shown increase in boron content in buds on the background of 240 kg/ha of LSi. At the same time, increase in silicon, iron, manganese and copper content has been observed in roots. After one year cultivation of clover "Divaja" brand on the background of LSi, an enrichment of soil with organic substances and nitrogen in comparison with control was observed.*

Keywords: *DM yield quality, growing intensity, lignosilicon, nodules of Rhisobium, organic farming, red clover.*

Ievads

Sarkanais āboliņš *Trifolium pratense* L. ir vērtīgs Z-Amerikā un Eiropā plaši izplatīts tauriņziežu dzimtas lopbarības augs, kuru audzē tīrumu un lopbarības augu augsekās tīrsējā un maisījumos ar stiebrzālēm. Latvijā sarkanais āboliņš ir izplatītāks par citām āboliņa sugām, kā, piemēram, balto āboliņu vai bastardāboliņu.

Sarkanais āboliņš ir ar proteīnu bagāts augs, tam ir spēcīga sakņu sistēma, kas uzlabo augsnes struktūru, simbiozē ar *Rhisobium* ģints baktērijām bagātina augsni ar bioloģiski saistītu slāpekli, līdz ar to veicinot augsnes mikrobioloģisko aktivitāti kopumā.

Bioloģiskajā lauksaimniecībā sarkano āboliņu audzē kā zaļmēslojuma vai pasējas kultūru tieši bioloģiskā slāpekļa saistīšanai un organiskā mēslojuma nodrošināšanai augsnē, bet pļavu un ganību zelmeņos maisījumos ar stiebrzālēm sarkano āboliņu pievieno 50% un vairāk, lai apgādātu stiebrzāles ar tām nepieciešamo slāpekli.

Lauka izmēģinājumu rezultāti parādīja lignosilīcija (LSi) – bioloģiski aktīva preparāta, kas izstrādāts un sintezēts Koksnes ķīmijas institūtā – izmantošanas perspektīvu bioloģiskajā lauksaimniecībā, audzējot auzas un ziemas rudzus ar sarkanā āboliņa pasēju. Iestrādājot augsnē nelielas lignosilīcija devas (40-120 kg ha⁻¹) reizē ar auzu un sarkanā āboliņa sēju, kā arī reizē ar sarkanā āboliņa sēju agri pavasarī zem ziemas rudziem, tika novērota virsauga un sarkanā āboliņa sakņu sistēmas attīstības veicināšana preparāta ietekmē. Sarkanajam āboliņam tika novērota gan sakņu masas palielināšanās, gan gumiņu skaita pieaugums [1; 2].

Tas deva impulsu turpināt izmēģinājumus ar lignosilīciju, un šī pētījuma mērķis ir novērtēt lignosilīcija preparātu ietekmi uz sarkanā āboliņa augšanu un attīstību, zaļmasas un sausas ražu un tās kvalitātes rādītājiem.

Metodika

Silīciju saturošie preparāti ir sintezēti no dabiska organiskā materiāla; izmēģinājumos pielietotie preparāti:

- lignosilīcijs – sintezēts no koksnes lignocelulozes kompleksa ar 5% silīcija saturu (turpmāk tekstā LSi);
- biosils – jauns silīcija preparāts ar silīcija saturu 5% (turpmāk tekstā BMSi), sintezēts uz preparāta, kas iegūts no koksnes mehāniskās apstrādes atkritumiem fermentatīvas konversijas ceļā, – Biomasa (turpmāk tekstā BM) – bāzes. Silīcija saturs uzrādīts absolūti sausā masā.

Kontroles variantā lignosilīcija preparāti netika izmantoti.

Izmēģinājumi veikti ar divām sarkanā āboliņa šķirnēm (selekcionētas Latvijā LLU aģentūrā „Zemkopības zinātniskais institūts”):

- sarkanais āboliņš ‘Dīvaja’ – vēla, tetraploīda šķirne, izturīga pret sakņu vēzi un fuzariozi, veido spēcīgu ceru un labi nomāc nezāles;
- sarkanais āboliņš ‘Jancis’ – jauna, perspektīva, vidēji vēla, diploīda šķirne, ar augstu sēklu ražu un noturību zelmenī vismaz 3 gadus, ar labu slimībizturību.

Veģētācijas trauku un atklāta lauka izmēģinājumi bija iekārtoti LLU aģentūras „Zemkopības zinātniskais institūts” izmēģinājumu laukos Augsnes raksturojums: velēnu podzolētā vidēja smilšmāla augsne, pH_{KCl} – 5,3-5,6, organiskās vielas saturs – 4,2%, K_2O nodrošinājums – vidējs, P_2O_5 nodrošinājums – vidējs.

Lai vērtētu lignosilīcija preparātu ietekmi uz augsnes rādītājiem, atklāta lauka izmēģinājumos pirms izmēģinājumu ierīkošanas un divas reizes veģētācijas periodā tika ņemti augsnes paraugi aramkārtā (ar augsnes zondi vairākās vietās katrā variantā) un veikta to analīze. Tika noteikts: augsnes reakcija (pH_{KCl}), organiskās vielas saturs (%), kopslāpekļa (%) un nitrātu (NO_3 , $mg\ kg^{-1}$) saturs, K_2O , P_2O_5 un Ca saturs ($mg\ kg^{-1}$) [3].

Augu sakņu sistēma tika testēta uz kalibrējoša skenera STD-1600⁺, izmantojot programmu Win Rhizo 2002C.

Veģētācijas trauku izmēģinājumi (05.07.2004.-19.09.2004.) tika iekārtoti 6,5 l tilpuma podos, tie atradās atklāta lauka apstākļos. Trauku pildīšanai augsne tika sijāta caur 5x5 mm sietu. Augsnē netika iestrādāti minerālmēsli. Silīciju saturošos organiskos preparātus iestrādāja 3,0±0,3 cm dziļi augsnes virskārtā, preparātu deva – 10 g uz 1 trauku. Katrā traukā tika iesētas 50 sēklas, pēc 30 dienām sējumu izretināja, atstājot 7 augus. Katrs variants tika ierīkots 4 atkārtojumos.

Atklāta lauka izmēģinājumos ar sarkanā āboliņa šķirnēm ‘Jancis’ (09.07.2004.-21.07.2005.) un ‘Dīvaja’ (23.07.2005.-19.07.2006.) viena lauciņa platība bija 5 m², sarkanā āboliņa izsējas norma – 20 kg ha⁻¹, rindstarpu attālums – 15 cm. Lignosilīcijs iestrādāts vadziņās ar rokām pirms sarkanā āboliņa sējas, devas – 40 kg ha⁻¹, 120 kg ha⁻¹ un 240 kg ha⁻¹. Minerālais mēslojums netika izmantots.

Zaļmasas ražas noteikšanai katrā variantā tika nogriezti augi, izmantojot 0,25 m² rāmīti, 4 atkārtojumos. Tika veiktas ražas ķīmiskās analīzes, nosakot sausnas, proteīna un kokšķiedras saturu, kā arī zāles botāniskās analīzes, nosakot lapu – stiebru attiecību [4].

Auga sakņu masa izrakta ar lāpstu pēc pirmās zāles nopļaušanas, laukuma platība – 420 cm². Saknēs noteikts makro – un mikroelementu saturs [4].

Meteoroloģisko apstākļu raksturojums [5]

2004.gads. Veģētācijas perioda sākums – 15.aprīlī. Aprīļa beigās naktis bija vēsas, 26. un 27.aprīlī novērotas salnas. Nokrišņu veģētācijas sākumā maz, aprīlis bija ceturtais sausākais mēnesis 80 gadu laikā. Temperatūra maijā nedaudz zemāka par normu, novērotas salnas. Arī jūnija I un II dekāde bija vēsa, salnas Skrīveros atzīmētas vēl 8. un 9.jūnijā. Jūnija III dekādē Skrīveros nolija 62% no mēneša normas. Jūlijā laika apstākļi tuvu normai. Augusts un septembris bija silts un lietains.

Klimatiskie apstākļi veģetācijas periodā bija labvēlīgi augu augšanai un attīstībai.

2005.gads. Veģetācijas perioda sākums – 15.aprīlī. No 1. līdz 18.aprīlim vidējā diennakts temperatūra pārsniedza normu. 20.aprīlī strauji pazeminājās temperatūra, un naktī sals Skrīveros bija līdz -6 – -8°C. Nokrišņi aprīlī sastādīja tikai 50% no normas. Maija I un II dekāde bija vēsāka par normu, novērojamas salnas. Maija III dekādē bija lielas temperatūras svārstības – no +30°C līdz +10°C. Nokrišņi maijā bija ap 70% no normas. Jūnija sākums un beigas bija vēsas, pārējā daļā temperatūra bija +18- +25°C. Nokrišņu daudzums jūnijā bija 8% virs normas. Jūlijs atnāca karsts un saulains, +27- +29°C, atsevišķās dienās pārsniedza +30°C. Nokrišņi jūlijā bija tikai puse no mēneša normas. Augustā temperatūra bija tuva normai, taču nolija 180% no mēneša normas.

Veģetācijas perioda sākums bija nelabvēlīgs augu augšanai un attīstībai kraso temperatūras svārstību dēļ, taču klimatiskie apstākļi kopumā atbilda augu augšanas prasībām.

2006.gads. Veģetācijas perioda sākums – 17.aprīlī. Aprīlī nokrišņu daudzums sastādīja 71% no normas. Temperatūra normas robežās vienmērīgi visu mēnesi, bet naktīs ilgstoši bija salnas. Maijā nokrišņi Skrīveros bija normas robežās, pārsvarā gāzienvēda lietus. Maija pirmā puse bija silta, bet no maija vidus temperatūra pazeminājās un naktīs bija salnas. Vēss laiks saglabājās līdz pat 11.jūnijam, temperatūra – +9- +17°C. Jūnija otrajā daļā temperatūra pieauga pat līdz +29- + 30°C. Jūnija II un III dekādē Skrīveros praktiski nebija nokrišņu un sausums saglabājās līdz augusta sākumam, kad divas dienas bija lietus. 17.augustā nolija vērā ņemams nokrišņu daudzums – 31 mm. Tad praktiski arī Skrīveros beidzās ieilgušais sausuma periods. Temperatūra arī septembrī un oktobrī vēl bija augsta, pārsniedzot normu.

2006.gada veģetācijas periodu varētu saukt par ekstremālu lielā mitruma deficīta dēļ jūlijā un augustā, sarkanais āboliņš dienas karstākajā laikā vīta. Tāpēc tika analizēts tikai pirmais sarkanā āboliņa plāvums, jo sausuma un karstuma radītais stress neļāva augiem pilnvērtīgi augt un attīstīties.

Rezultāti un to izvērtējums

2004.gadā veiktie izmēģinājumi veģetācijas traukos neuzrādīja lignosilīcija preparātu stimulējošo iedarbību uz sarkanā āboliņa 'Dīvaja' sēklu dīdību, kas līdzīgi kā kontrolei bija 60-62% robežās.

Taču pierādījās, ka abi silīciju saturošie preparāti var tikt izmantoti sarkanā āboliņa audzēšanā, tikai LSi salīdzinājumā ar kontroli un BM, BMSi variantiem daudz stimulējošāk iedarbojās uz sarkanā āboliņa augšanu un attīstību, kas izpaudās kā sakņu un auga virszemes daļas daudz straujāks pieaugums. Vērtējot sakņu sistēmas attīstību ar kalibrējošo skeneri mēnesi pēc sējas, bija redzams, ka Si saturošie preparāti stimulē sakņu sistēmas attīstību un gumiņbaktēriju koloniju veidošanos uz tām. Gumiņu skaits salīdzinājumā ar kontroli pieauga no 32 līdz 39 un 53 attiecīgi variantiem BMSi un LSi. Sarkanā āboliņa augi variantos ar silīciju saturošajiem preparātiem bija ar spēcīgu, labi attīstītu sakņu sistēmu – liels daudzums sakņu spurgaliņu un sānsaknīšu (1.tabula).

1.tabula

Si saturošo preparātu ietekme uz sarkanā āboliņa 'Dīvaja' sakņu sistēmas attīstību mēnesi pēc sējas, 05.07.2004.-05.08.2004.

<i>Varianti</i>	<i>Gumiņu skaits, gab.</i>	<i>Sakņu sistēmas kopējais garums, cm</i>	<i>Sakņu sistēmas tilpums, m³</i>	<i>Sakņu spurgaliņu skaits, gab.</i>	<i>Sazarojumu skaits, gab.</i>
Kontrole	32	260,9	0,18	964,0	1796,9
BM	28	263,5	0,17	1190,4	1734,4
BMSi	39	368,8	0,23	1276,6	2388,0
LSi	53	327,5	0,23	1371,5	2571,5

Sarkanā āboliņa ražas analīzes 2,5 mēnešus pēc sējas parādīja, ka zaļmasas raža, salīdzinot ar kontroli, pieauga 1,7-1,8 reizes. Lielākā sausnas raža bija variantā ar LSi – pieaugums 1,4 reizes, salīdzinot ar kontroli, savukārt LSi fonā proteīna saturs pieauga no 16,5% līdz 18,0%. Analizējot dabīgi mitru sarkanā āboliņa sakņu masu, tā praktiski neatšķīrās no kontroles varianta, izņemot BM variantu, taču sakņu sausā masa visos variantos ar silīciju saturošiem lignopreparātiem 1,3-1,4 reizes pārsniedza kontroli (2.tabula). Sakņu mikroelementu satura analīze uzrādīja silīcija satura pieaugumu no 1,5% līdz 1,97%, kā arī palielinājās mangāna, dzelzs, cinka un molibdēna saturs.

2.tabula

Si saturošo preparātu ietekme uz sarkanā āboliņa 'Dīvajā' ražu un tās kvalitāti 70 dienas pēc sējas, 05.07.2004.-19.09.2004.

Varianti	Viena auga virszemes daļas masa, g		Sausnas saturs auga virszemes daļā, %	Viena auga sakņu masa, g		Sausnas saturs saknēs, %
	dabīgi mitra	žāvēta		dabīgi mitra	žāvēta	
Kontrole	5,8	1,0	17,2	12,8	0,9	7,1
BM	3,9	0,7	17,9	6,7	0,7	10,5
BMSi	9,1	1,6	17,6	11,6	1,2	10,2
LSi	8,4	2,1	25,0	12,5	1,3	10,2

1. un 2. tabulā sniegti 20 augu testu vidējie rādītāji.

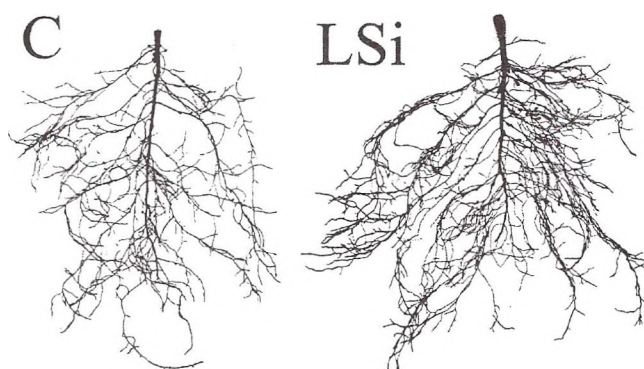
Iegūtie rezultāti apstiprināja iepriekš izdarīto hipotēzi, ka silīcija ievadīšana lignocelulozes masā rada jaunas īpašības, un iegūtais produkts var tikt izmantots dažādu lauksaimniecības kultūru audzēšanā, kā efektīvs augu attīstību stimulējošs mēslojums.

Veģetācijas trauku izmēģinājumi atklāta lauka apstākļos parādīja, ka organiskas izcelsmes silīciju saturošie preparāti uz sarkanā āboliņa augu attīstību, neizmantojot minerālo mēslojumu, atstāj būtisku iespaidu arī 40-70 dienas pēc sējas. Sakarā ar to, ka sarkanais āboliņš strauji veido spēcīgu sakņu sistēmu un 2-2,5 mēnešus pēc sējas nevar turpināt pilnvērtīgu attīstību veģetācijas traukos, izmēģinājumi tika turpināti atklāta lauka apstākļos un tika vērtēta silīciju saturošo preparātu ietekme uz sarkanā āboliņa ražu un tās kvalitāti.

2004.gadā iesētie atklāta lauka izmēģinājumi ar sarkanā āboliņa šķirni 'Jancis' parādīja, ka lignosilīcija preparāti neietekmēja sēklu dīdžību, kas līdzīgi kā kontroles variantā bija 70-72%. 40 dienas pēc sējas vislabāk, vizuāli vērtējot, attīstījās augi pie preparāta LSi devas 240 kg ha⁻¹.

Sarkanā āboliņa augu analīzes 40 dienas pēc sējas (1.attēls) parādīja, ka vidējā viena auga zaļmasas raža LSi fonā bija 1,5 reizes lielāka nekā kontroles variantā, gumiņu skaits uz saknēm par 28% pārsniedza kontroli (no 67 gumiņiem līdz 86 gumiņiem). Sakņu sistēmas analizēšana ar kalibrējošo skeneri deva šādus rezultātus – sakņu kopējais garums pieauga no 400 cm līdz 521 cm, sakņu tilpums pieauga no 0,23 cm³ līdz 0,31 cm³, salīdzinot ar kontroli, kā arī pieauga sakņu zarošanās un spurgaliņu skaits.

70 dienas pēc sējas gumiņu skaits uz sarkanā āboliņa 'Jancis' augu saknēm pie LSi devas 240 kg ha⁻¹ pārsniedza kontroli par 37%, sakņu kopējais garums – par 65%, sakņu tilpums – par 63%. Sakņu spurgaliņu skaits un sakņu sazarošanās lignosilīcija ietekmē 2 reizes pārsniedza kontroli. Rezultāti ļauj secināt, ka LSi atstāj ilgstošu stimulējošu ietekmi uz sarkanā āboliņa sakņu sistēmas attīstību, jo kontroles variantā mēnesi pēc pirmā sakņu testa turpmākais sakņu pieaugums bija neliels, kamēr LSi fonā sakņu pieaugums bija daudz nozīmīgāks nekā pirmajās 40 dienās pēc sējas; kontroles variantā 30 dienu laikā gumiņu skaits pieauga par 7, bet LSi ietekmē palielinājās par 16 gumiņiem, sakņu tilpums attiecīgi par 0,253 cm³ un par 0,478 cm³.



1.attēls. Lignosilīcija ietekme uz sarkanā āboliņa 'Jancis' (40 dienas pēc sējas) sakņu sistēmas attīstību. Atklāta lauka izmēģinājumi 09.07.04.-16.08.04.

C – kontrole, LSi – iestrādāts lignosilīcijs

Gumiņu skaits variantos ar lignosilīciju 40 dienas pēc sējas pārsniedza kontroli par 19 gumiņiem, bet pēc 70 dienām par 28 gumiņiem, attiecīgi sakņu tilpums lignosilīcija ietekmē salīdzinājumā ar kontroli pieauga par $0,07 \text{ cm}^3$ un $0,305 \text{ cm}^3$.

2005.gada pavasarī, 10 mēnešus pēc sējas, tika veiktas augsnes analīzes, tās uzrādīja, ka augsnes aramkārtā pieaudzis organiskās vielas saturs no 4,7% kontroles variantā līdz 5,0% un 5,1% attiecīgi pie LSi devām 120 kg ha^{-1} un 240 kg ha^{-1} .

Lauka apstākļos 40 kg ha^{-1} LSi iestrāde augsnes virskārtā nedeva sarkanā āboliņa ražas pieaugumu, bet pie LSi devām 120 kg ha^{-1} un 240 kg ha^{-1} zaļmasas ražas pieaugums bija attiecīgi 5% un 13%, bet sausnas ražai attiecīgi 16% un 22%. Pie LSi devas 240 kg ha^{-1} proteīna raža salīdzinājumā ar kontroli pieauga par 29% (3.tabula).

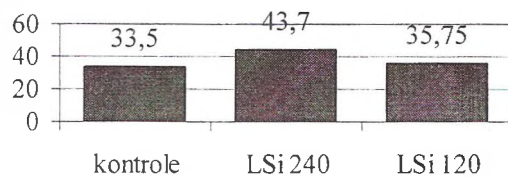
3.tabula

Dažādu LSi devu ietekme uz sarkanā āboliņa 'Jancis' ražu un tās kvalitāti 2005. gadā, 2 plāvumi

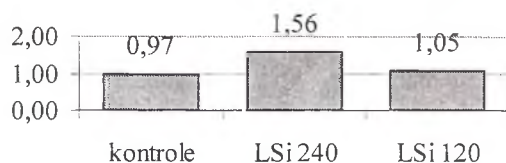
Varianti	LSi deva, kg ha^{-1}	Raža, t ha^{-1}		Kopproteīna raža, t ha^{-1}	Botānisko analīžu rezultāti zaļmasā, %	
		zaļmasa	sausna		Lapas + ziedi	stiebri
Kontrole	0	57,8±1,3	13,4±1,2	1,4±0,2	35±1	65±1
LSi	40	52,6±1,5	13,1±1,2	1,4±0,1	33±4	67±4
LSi	120	60,7±1,4	15,5±0,9	1,6±0,1	40±3	60±3
LSi	240	65,3±1,2	16,4±1,0	1,8±0,2	39±2	61±2

2005.gadā tika iekārtoti līdzīgi atklātā lauka izmēģinājumi ar sarkanā āboliņa šķirni 'Dīvajā'. Pie LSi devām 120 kg ha^{-1} un 240 kg ha^{-1} bija redzams, ka vienmērīgāk sadīga un attīstījās augi LSi variantos.

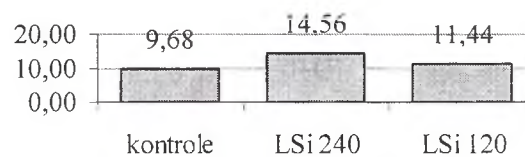
2006.gadā iegūts viens sarkanā āboliņa 'Dīvajā' plāvums, jo mitruma deficīta radītais stress pēc pirmā plāvuma, autoruprāt, neļāva objektīvi spriest tieši par lignosilīcija ietekmi uz sarkanā āboliņa atāla ataugšanu.



Zaļmasas raža $RS_{0,05}=8,337$



Proteīna raža, $RS_{0,05}=0,248$

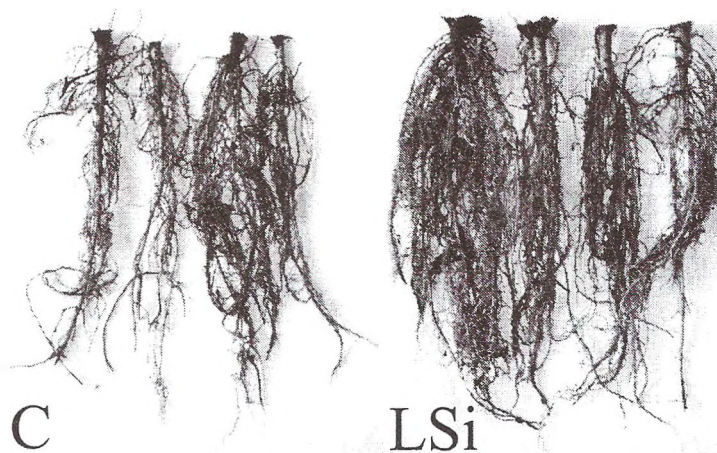


Sausnas raža $RS_{0,05}=2,624$

2.attēls. Sarkanā āboliņa 'Dīvaja' 1. zāles zaļmasas, sausnas un proteīna raža lignosilīcija preparātu ietekmē, t ha⁻¹ 19.07.2006.

2. attēlā redzams, ka pie lignosilīcija devas 240 kg ha⁻¹ iegūts būtisks visu ražas komponentu pieaugums gan salīdzinājumā ar kontroles (zaļmasas pieaugums par 30%, sausnas – par 50%, proteīna – par 60%), gan lignosilīcija 120 kg ha⁻¹ variantu (zaļmasas pieaugums par 22%, sausnas – par 27%, proteīna – par 31%).

Analizējot sarkanā āboliņa 'Dīvaja' sakņu masu pēc pirmās zāles nopļaušanas (3.att.), tika konstatēts, ka pie lignosilīcija devas 240 kg ha⁻¹ tā salīdzinājumā ar kontroli pieaugusi par 22%.



3.attēls. Lignosilīcija ietekme uz sarkanā āboliņa 'Dīvaja' (gadu pēc sējas) sakņu sistēmas attīstību; atklāta lauka izmēģinājumi 23.07.2005.-19.07.2006.

C – kontrole, LSi – iestrādāts lignosilīcijs

Augu zaļās masas un sakņu makro- un mikroelementu analīze uzrādīja, ka makroelementu saturs lignosilīcija preparātu ietekmē salīdzinājumā ar kontroli nav atšķirīgs. Būtiskas izmaiņas parādījās, nosakot mikroelementu saturu (4.tabula) – lapās un ziedgalviņās LSi fonā salīdzinājumā ar kontroli dzelzs saturs bija pieaudzis par 30-40%, bet bora saturs – par 40%.

Silīcija un citu mikroelementu saturs sarkanā āboliņa 'Dīvaja' pirmā plāvuma biomasā pie LSi devas 240 kg ha⁻¹, 19.07.2006.

Variants	Si, %	Fe, mg/kg	Mn, mg/kg	Zn, mg/kg	Cu, mg/kg	Mo, mg/kg	B, mg/kg
Ziedgalviņas							
Kontrole	0,14±0,01	68±3,4	33±1,6	30±1,5	6,0±0,3	0,60±0,03	19±1,9
LSi	0,14±0,01	89±4,5	27±1,2	33±1,6	6,2±0,3	0,58±0,03	28±2,8
Lapas							
Kontrole	0,28±0,03	80±4,0	56±2,8	27±1,3	7,0±0,3	0,50±0,02	20±2,0
LSi	0,24±0,02	102±5,1	48±2,4	25±1,2	6,8±0,3	0,40±0,02	28±2,8
Stieбри							
Kontrole	0,09±0,01	35±1,7	10±0,5	8±0,4	3,4±0,2	0,65±0,03	16±1,6
LSi	0,14±0,01	79±4,0	11±0,5	9±0,4	5,0±0,2	0,60±0,03	17±1,7
Saknes							
Kontrole	1,67±0,20	556±27,8	39±1,9	19±1,0	6,6±0,3	0,90±0,04	9,0±1,0
LSi	4,64±0,50	1578±50,0	71±3,5	24±1,2	8,8±0,4	1,20±0,06	6,0±0,6

Uzmanība tika pievērsta arī 3-5-kārtīgam dzelzs satura un 2-3-kārtīgam silīcija satura pieaugumam saknēs, ko varētu skaidrot ar aktīvāku gumiņbaktēriju darbību lignosilīcija preparātu ietekmē, kas veicina augsnē esošo mikroelementu uzņemšanu augā.

2006.gada pavasarī, atsākoties veģetācijai, tika noņemti augsnes paraugi visos pētāmajos variantos un konstatēts, ka salīdzinājumā ar kontroli pieaudzis organiskās vielas saturs no 3,9% līdz 4,4% LSi 120 kg ha⁻¹ variantā un līdz 5,1% LSi 240 kg ha⁻¹ variantā (5.tabula).

Lignosilīcija preparātu ietekme uz augsnes kvalitātes rādītājiem sarkanā āboliņa 'Dīvaja' audzēšanas rezultātā

Variants	LSi deva, kg ha ⁻¹	Organiskās vielas saturs, %	pH _{KCl}	Kopslāpekļa saturs, %	Ca	P ₂ O ₅	K ₂ O
					(*/**)	(*/**)	(*/**)
					mg kg ⁻¹		
Kontrole	0,0	3,9*/4,2**	5,6*/5,7**	0,17*/0,18**	1610/1760	112/72	112/98
LSi	120	4,4*/4,6**	5,2*/5,4**	0,23*/0,22**	1960/1860	130/72	88/77
LSi	240	5,1*/5,2**	5,3*/5,2**	0,25*/0,24**	1890/1840	117/90	100/74
RS _{0,05}	-	0,385	0,321	0,035	402	47	24

* - augsnes analīžu rezultāti 10 mēnešus pēc sējas (16.05.2006.)

** - augsnes analīžu rezultāti 16 mēnešus pēc sējas (03.10.2006.)

2006.gada rudenī atkārtoti ņemto augsnes paraugu analīžu rezultāti apstiprināja pavasara rezultātu tendences, ka, izmantojot lignosilīciju sarkanā āboliņa audzēšanā, būtiski pieaug organiskās vielas daudzums aramkārtā salīdzinājumā ar kontroli (5.tabula). To var skaidrot ar lignosilīcija spēju aktivēt sakņu sistēmas un auga attīstību, līdz ar to lielāka ir arī augu atlieku ienese augsnē, kas veicina organiskās vielas satura palielināšanos aramkārtā.

Jau sākotnējie izmēģinājumi ar sarkano āboliņu veģetācijas traukos uzskatāmi parādīja, ka lignosilīcija preparāti veicina auga un gumiņbaktēriju simbiozi. To apstiprina arī 5.tabulā redzamie kopslāpekļa satura rādītāji, kur lignosilīcija variantos tie ir būtiski augstāki nekā kontroles variantā. Salīdzinājumā ar kontroli LSi pielietošanas variantos samazinājies nitrātu formas (NO₃) slāpekļa daudzums aramkārtā, kas liecina par augu spēju patērēt bioloģiski saistīto slāpekli.

Izmēģinājumā netika iestrādāts minerālmēslojums, tas varētu izskaidrot fosfora un kālija daudzuma samazināšanos aramkārtā visos variantos.

Atklātā lauka izmēģinājumus ar lignosilīcija preparātiem nepieciešams turpināt, lai iegūtu vismaz trīs gadu datus un pētītu preparātu ietekmi uz sarkanā āboliņa sēklu ražu.

Secinājumi

Veģētācijas trauku izmēģinājumi ar Si saturošiem preparātiem parādīja, ka tie veicina sarkanā āboliņa virszemes daļas un sakņu sistēmas attīstību, aktivē auga un gumiņbaktēriju simbiozi.

Atklātā lauka izmēģinājumi apstiprināja LSi preparāta ilgstošo iedarbību uz sarkanā āboliņa augšanu un attīstību, tā novērojama pie zaļmasas, sausnas un proteīna ražas būtiska pieauguma arī pirmajā izmantošanas gadā.

Sarkanais āboliņš 'Jancis' un 'Dīvaja' vislielākās ražas deva pie LSi devas 240 kg ha⁻¹. Lignosilīcija variantā ar devu 240 kg ha⁻¹ sausnas raža āboliņam 'Jancis' un 'Dīvaja' salīdzinājumā ar kontroli pieauga attiecīgi par 22% un 50%, savukārt proteīna raža pārsniedza kontroli attiecīgi par 29% un 60%.

Auga virszemes daļu un sakņu ķīmiskā analīze uzrādīja, ka pie LSi devas 240 kg ha⁻¹ salīdzinājumā ar kontroli pieaug bora saturs ziedgalviņās (Bo ir svarīgs mikroelements sēklu veidošanās procesā) un silīcija, dzelzs, mangāna un vara saturs saknēs.

Gadu pēc sarkanā āboliņa 'Dīvaja' sējas Lsi mēslojuma fonā tika novērota augsnes bagātināšanās ar organisko vielu un slāpekli.

Iegūtie rezultāti liecina, ka Lsi preparātus var sekmīgi izmantot bioloģiskajā lauksaimniecībā augu augšanas un attīstības, kā arī augsnes mikrobioloģiskās aktivitātes veicināšanai.

Summary

Red clover *Trifolium pratense* L. is one of the most popular legumes feed crops in North America and Europe. Among the cultivated clover types (white, rose, crimson and red) the red one is the most widespread in Latvia. Red clover is known for its high protein contents. It has developed root system, which symbiosis with *Rhizobium* soil bacteria improves soil structure, enriches it with nitrogen and promotes total microbiological activity. In the biological farming red clover is used for supplying other cultures with nitrogen and organic fertilizer. The field tests of lignosilicon (Lsi), biologically active compound developed and synthesized in the Latvian state institute of Wood Chemistry have shown Lsi favorable action when used in biological farming for oats and rye growth with red clover undersow.

The aim of the current work was to evaluate influence of lignosilicon compounds on the development of red clover, yield of green mass and its quality.

The results of experiments of the year 2004 in the vegetation pods on the open air have shown considerable difference in the "Dīvaja" variety plants development on the background of the Lsi without addition of mineral fertilizers: in 2.5 months of cultivation plant green mass increased in 1.7-1.8 times, the dry matter was 1.4 times higher in comparison with control and protein content in crop was increased from 16,5% to 18%. Red clover plants, grown with addition of Lsi, possessed high developed root system with more root nodules and forks.

In the year 2004 field experiments, it was observed that after 40 days from sowing the green mass of "Jancis" variety clover plants growing on the background of 240 kg/ha Lsi was 1.5 times higher, nodules amount was 28% higher than in control. Analysis of root system using scanner STD-1600⁺ (software Win Rhizo 2002C) has shown increase of roots total length, volume, nodules and forks comparing to control.

After 70 days amount of nodules in the "Jancis" variety clover, grown on the background of 240 kg/ha Lsi addition, was 37% higher than in control, total roots length was 65% and volume was 63% higher, than in control. Amount of root nodules and level of branching was 2 times higher on the background of Lsi.

On the second vegetation year clover plants "Jancis" grown in the field conditions in the Lsi presence differed with better quality indices than control plants. Year 2005 analysis of soil has shown the increase of organic matter content from 4.0% to 4.4% and 5.1% for 120 kg/ha and 240 kg/ha Lsi dosages correspondingly.

A set of field vegetation experiments with red clover "Divaja" started in 2006 year confirmed the effects observed previously: plants developed better and more uniformly in variants with Lsi application. After the first hay harvest, an increase in green dry phytomass of crop, protein content and total root weight by 30%, 50%, 60% and 22%, respectively, was detected for plants grown on the background of 240 kg Lsi per ha. Content of iron in roots increased 3-5 times and content of Si increased 2-3 times in comparison with control. These data could indicate increasing absorbing ability of plant root system and increase in mobility and availability of soil minerals under Lsi influence, that was discussed in the previous publications. Macroelements contents was the same as in control, but microelements was much higher on Lsi background; contents of iron in the leaves and buds was 30-40% higher comparing to control, boron – more than 40% higher.

Both clover varieties investigated ("Jancis" and "Divaja") shown positive response on Lsi application. On the background of Lsi dosage of 240 kg/ha their crops increased by 22 and 50% and protein content in crops was higher than in control by 29 and 60%, respectively.

Literatūra

1. Serģe, G. Biteniece, G. Teliševa, G. Lebedeva, A. Lielpetere. Application of lignosilicon and azotobacterine for biological agriculture. In: Proc. 4th Intern. Scientific and Practical Conference, Latvia, Rezekne, June 26-28, 2003, pp.238-243.
2. Spārniņa M., Rancāne S., Lebedeva G., Teliševa G.. Lignosilīcija pielietošana bioloģiskajā lauksaimniecībā ziemas rudzu sējumos. 5.Starptautiskā zinātniski praktiskā konference "Vide. Tehnoloģija. Resursi", Latvija, Rēzekne. 2005.g. 16.-18.jūnijs, 123.-128.lpp.
3. Augšņu agroķīmisko analīžu metodes. Nozares standarti. LRZM, 1997. 72 lpp.
4. Lopbarības augu analīžu metodikas. Latvijas PSRS LM: Rīga, 1985. 89 lpp.
5. Meteoroloģija: <http://www.meteo.lv/public/27709html> Resurss izmantots 2007. gada janvārī.