

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 3, Number 309 (2015), 109 – 113

**PHOSPHORUS DISSOLUTION RESEARCH
BY TOMATOES (*SOLANUM LYCOPERSIUM*)
UNDER THE INFLUENCE OF SULFUR AND LEONARDIT**

K. Gul, G. J. Turmetova, A. K. Ubaidullayeva

Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, Kazakhstan.

E-mail: gul.klara @iktu.kz, gulmira.turmetova@iktu.kz, almagul.ubaidullayeva@iktu.kz

Key words: phosphorus, sulphur, leonardite, organics, tomato (*Solanum lycopersium*).

Abstract. This paper discusses various degrees of interaction (providing each other influence) phosphorus, leonardite and sulfur at growing tomatoes (F1«Çilek », F1«Kiraz ») in greenhouse conditions in order to decrease dissolved species of phosphorus in the soils of Kazakhstan. The results of research show that the fertility and size of the grown tomatoes (*Solanum lycopersium*) are more dependent on the use of leonardite, than sulfur in the soil. Chemical fertilizers used in extensive farming causes some deleterious impacts on the soil and human health. Nowadays the disuse of chemical fertilizers and growing interest in organic farming enhances the importance of leonardite and derivatives like humic acid, fulvic acid in agricultural activities. The pattern of this study is the order of 4x4x4 factorial with trial related to complete chance; one plant (tomato), 4 doze of Leonardit (L)(0, 25, 50, 75 g/m²), four doze of sulphur (S) (0, 50, 100, 150 g/m²) and four doze of phosphor (P) (0, 3,75; 7,50; 11,25 g/m²) The plant is harvested at the end of the period of 150 days, the macro and micro analysis of element is done. According to obtained results, it is caused the significant increase in yield parameter the application of the doze of leonardit L₃ x P₃ and mineral sulphur fertilizer. The highest increase in Length of plant was obtained with L₂ x P₂, the highest of diameter of plant is obtained with L₃. Also, the increase of phosphor in plant is seen in the application of S₃; L₂. The comparison of this increment with uncontrolled practice, it can be concluded that the length, diameter and phosphorus amount of plant was respectively increased

ӘОЖ 635.1

**КҮКІРТ ЖӘНЕ ЛЕОНАРДИТТИҢ ӘСЕРІНЕН ҚЫЗАНАҚТЫҢ
(*SOLANUM LYCOPERSIUM*) ФОСФОРДЫ СІҢІРУІН ЗЕРТТЕУ**

К. Гул, Г.Ж. Тұрметова, А.К. Убайдуллаева

А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан

Тірек сөздер: фосфор, күкірт, леонардит, қызанақ, өсімдік.

Аннотация. Ауылшаруашылығында қолданылып жатқан химикаттардың әсерінен табиғаттың тепе-теңдігі бұзылып, халықтың денсулығына да кері әсерін тигізуде. Сондай-ақ, химиялық заттарды аз пайдаланып, оның орнына органикалық тыңайтқыштарды қолдану барған сайын артып барады. Сонымен қатар, леонардит шикізатының және одан алынатын гумин және фульвокышқылының да маңыздылығы артуда. Бұл зерттеу жұмысында 4x4x4 схема бойынша бір өсімдікке (қызанақ), 4 түрлі леонардит дозасы (L) (0, 50, 100, 150 г/м²), 4 түрлі күкірт дозасы (S) (0, 50, 100, 150 г/м²) және 4 түрлі фосфор дозасы (P) (0, 3,75; 7,50; 11,25 г/м²) қолданылды. 150 күндік өсу периодынан кейін өсімдік жинап алынды. Өсімдікке және топыраққа талдаулар жасалды. Алынған қорытындыда L₃ x P₃ нұсқасында өнім параметрлерінде маңызды түрде артуы байқалды. Сонымен қатар, леонардит және күкірт қолданған нұсқаларында өсімдік бойында ең жоғарғы көрсеткіш L₂ x P₂ дозасында байқалды. Өсімдік бойындағы фосфордың артуы L₃ дозасында болды. Бұл дозаларды бақылау нұсқалармен салыстырғанда, өсімдіктің бойының, енінің және өсімдіктегі фосфордың артуына себеп болған. Ал леонардиттің қолданылуы топырақ және қызанақтағы басқа макро және микроэлементтердің артуына да әсерін тигізген.

Қазақстан Республикасының 2020 жылға дейінгі стратегиялық даму жоспарына сай, агро-өнеркәсіптік кешеннің барлық саласын жоғары деңгейде дамытып, азық-түлікке деген сұранысты қанағаттандыру үшін отандық ауыл шаруашылығын жаңа үдемелі индустриалды-инновациялық деңгейде дамыту қажет.

Өсімдіктердің қалыпты өсуі және жоғары өнім беруі үшін қажетті элементтер топырақта жеткілікті мөлшерде болуы қажет. Фосфордың топырақта жеткіліксіз болуы, басқа қосылыстармен реакцияға түсуі және ерімейтін фосфат қосылыстарының түзілуінің нәтижесінде топырақтағы маңызды мәселелердің туындауына себепші болады [1].

Негізінде, көп қолданылатын минералды тыңайтқыштардың біріне фосфор тыңайтқыштары жатады. Сондықтан да, егістік алқаптарында көбінесе фосфорға деген сұраныс артуда. Мұның негізгі себептеріне: біріншіден, топырақтағы фосфор мөлшерінің төмен болуы, екіншіден, фосфордың өсімдіктер үшін сіңіре алатын, жарамды формада болмауы және тыңайтқыштармен берілген фосфордың маңызды мөлшерінің топырақ тарапынан өсімдікке жарамсыз күйінде болуы. Осыған байланысты топырақтағы фосфордың жетіспеушілігі және тыңайтқыштардың көп қолданылуының нәтижесінде топырақ құнарлылығының деңгейі төмендеп отыр.

Жалпы алғанда, фосфор топырақта органикалық және бейорганикалық түрінде кездеседі. Өсімдіктер топырақта еріген күйіндегі бейорганикалық ортафосфаттарды ғана пайдаланады. Топырақтағы өсімдік және жануар қалдықтарының құрамындағы органикалық фосфор да, топырақтың фосфор қоры болып саналады. Өсімдіктердің органикалық фосфорды пайдалануы үшін топырақта оның ыдырауы және шіруі үрдістері жүруі қажет [2, 3 б.].

Топырақтағы бейорганикалық фосфор қосылыстарының түрлері топырақтың рН ортасына да байланысты. Егер рН жоғары топырақта фосфор кальций фосфат түрінде болса, қышқылды топырақтарда Fe және Al фосфаттары күйінде кездеседі [4]. Ал, рН > 7 топырақта апатит минералы фосфордың негізгі қоры болып келеді. Фосфордың мөлшері өсімдіктің тұқымында және жемісінде, тұқымның түзілуінде (қалыптасуы) міндетті элемент болып саналады [5].

Күкірт барлық тірі ағзалар үшін қажет қоректі элементтердің бірі. Ол топырақтың рН ортасын төмендетеді, микроэлементтердің өсімдіктер тарапынан сіңіруін арттырады. Ал гумин қышқылдарына келсек, ол – өсімдіктер мен топырақты микроэлементтер, витаминдер және қоректік заттарға толығымен қанықтыра алатын, айтуға тұрарлық табиғи органикалық зат. Гумин қышқылының қайнар көзі ретінде жұмсақ қоңыр көмірдің тұндырмасын Леонардит деп те атауға болады. Мұндағы гумин қышқылы жоғары концентрацияға ие [6, 7].

Леонардит – әлі көмір дәрежесіне (батпақ > торф > көмір) жетпеген, сонымен қатар, тотығу дәрежесі, гумин қышқылының құрамы және карбоксил топтарының жоғары болуымен ерекшеленетін органикалық зат [8].

Гумин қышқылдарының түсі қара, құрамында 52-63 % көміртегі болады. Олар суда нашар ериді, бірақ сілтінің жеңіл (аз) ерітіндісінде ериді, молекулалық массасы жоғары, қышқылдық сипаты төмен болады.

Леонардиттің құрамындағы гумин қышқылы топырақтың рН-ын нейтралды жағдайға келтіріп, өсімдіктердің қалыпты өсуіне мүмкіндік жасайды. Тампондау фракциясының ерекшелігімен леонардит қышқылды және сілтілі топырақтарды нейтралды ортаға келтіре алады. Нәтижесінде қоректік элементтер өсімдіктер сіңіре алатын күйге өтеді. Сонымен қатар, леонардит топырақтың физикалық, химиялық және микробиологиялық құрылысына да оң әсерін тигізеді [9, 10].

Бұл зерттеу жұмысының мақсаты – күкірт және леонардиттің жылыжай жағдайында өсірілген қызанақ өсімдігінің фосфорды сіңіруіне әсерін зерттеу. Жұмыста фосфордың жылжымалылығын арттыру үшін күкірт, фосфор және леонардиттің әртүрлі дозасы қолданылып, қызанақтың өсуі, өнімі, жеміс сапасы және минералды қоректену дәрежелері, сонымен қатар, өсімдіктегі жалпы фосфор мен рН мөлшерлері де анықталды.

Зерттеу материалы мен әдістері

Зерттеу жұмысы ХҚТУ-іне қарасты Ботаникалық бақтың жылыжайында жүргізілді. Зерттеуге қолданылған топырақ егістік алқабынан алынды. Топырақтың фосфорды сіңіру мөлшері аз, рН = 7,5. Зерттеу материалы ретінде қызанақтың (F1«Çilek», F1«Kıraz») гибридті сорттары қолданылды.

Зерттеуде 0-50-100-150 гр/м² мөлшерде күкірт ұнтағы пайдаланылды. Күкірт ұнтағы көп жылдардан бері топырақ мелиорациясында қолданылып келеді. Ол топырақта микроорганизмдер арқылы микробиологиялық тотығуға ұшырап, күкірт қышқылын түзеді. Бұл қышқыл топырақтың рН ортасының төмендеуіне әсер етеді. Топырақтағы рН-тың төмендеуіне байланысты P, Fe, Zn сияқты қажетті элементтердің ерігіштігі және сіңімділігі артады.

Зерттеуде фосфор тыңайтқышы ретінде қос суперфосфат Ca(H₂PO₄)₂ · H₂O (43-44 % P₂O₅) 10-20-40 гр/м² мөлшерлері қолданылды. Бұл ең көп қолданылатын фосфор тыңайтқыштарының бірі. Мұндай тыңайтқыштың 100 кг құрамында 45 кг фосфор қышқылы бар.

Зерттеу барысында леонардиттің 0-25-50-75г/м² мөлшерлері қолданылды. Леонардит тыңайтқышының химиялық ерекшелігі: 85 % гумин қышқылы + фолий қышқылынан, 90 % органикалық зат, 15 % – ылғал және рН = 6,7 [11, 12]. Жұмыста S, P және леонардиттің интеракцияларының өзара әсерлері зерттеліп, ауылшаруашылығында қолдануға болатын ең тиімді және оптималды мөлшерлері анықталды. Әрбір зерттеу комбинациясы «фосфор x күкірт», «фосфор x леонардит», 3 қатар, әр қатарда 3 өсімдік болатындай түрде орналастырылды (1-кесте).

1-кесте – Қызанақ өсіруде қолданылған күкірт, леонардит және фосфордың мөлшерлері, гр/м²

S		Леонардит		P	
S ₀	0	L ₀	0	P ₀	0
S ₁	50	L ₁	25	P ₁	3,75
S ₂	100	L ₂	50	P ₂	7,50
S ₃	150	L ₃	75	P ₃	11,25

Нәтиже

Зерттеу жұмысында қызанақтың бойының көрсеткіштері бойынша «фосфор x күкірт» интеракциясы статистикалық тұрғыдан маңызды болып табылды. P₀ x S₁ нұсқасында қызанақтың бойы басқа нұсқаларға қарағанда, ең жоғарысы – 175,49 см/өсімдік болды. Ал, P₂ x S₀ нұсқасында қызанақтың бойы басқа нұсқаларға қарағанда 143,06 см/өсімдік – ең қысқасы болды. Сондай-ақ, қызанақтың бойының көрсеткіштері жағынан «фосфор x леонардит» интеракциясы да статистикалық тұрғыдан маңызды, P₂ x L₂ нұсқасында қызанақтың бойы басқа нұсқаға қарағанда ең жоғары көрсеткішке ие – 186 см/өсімдік болды. Ал, P₀ x L₃ нұсқасында қызанақтың бойы басқа нұсқаға қарағанда ең қысқа, яғни 164,62 см/өсімдік болды. Күкірт және леонардит тәжірибелерінде көрсетілгендей, қызанақтың бойы леонардит қолданған топырақта – орташа 177,76 см/өсімдік болса, күкірт қолданған топыраққа қарағанда ұзынырақ, яғни орташа 161,86 см/өсімдік болды (2-кесте).

2-кесте – Күкірт және леонардит қосылған топырақта өсірілген қызанақтың бой көрсеткіштері

	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	S орт		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	L орт		
S ₀	173,38	154,41	143,06	157,62	156,86	161,86	L ₀	177,40	173,06	164,73	182,16	174,84	177,76
S ₁	175,49	162,62	145,56	162,57	161,56		L ₁	178,62	177,95	175,17	179,61	177,84	
S ₂	153,94	166,51	165,45	160,17	161,52		L ₂	166,95	177,17	186,0	184,0	178,53	
S ₃	171,0	170,06	163,90	165,01	167,49		L ₃	164,62	184,95	192,61	177,27	179,86	

Зерттеу жұмысында қызанақ жемісінің саны жағынан «фосфор x күкірт» интеракциясы статистикалық тұрғыдан маңызды. P₃ x S₃ нұсқасында жеміс саны басқа нұсқаларға қарағанда, көбірек – 10 дана/өсімдік болды. Ал, P₀ x S₃ нұсқасында жеміс саны басқа нұсқаларға қарағанда, ең азы – 5 дана/өсімдік болды.

Сонымен қатар, жеміс саны жағынан «фосфор x леонардит» интеракциясы да статистикалық тұрғыдан маңызды. Өйткені P₃ x L₂ нұсқасында жеміс саны басқа нұсқаларға қарағанда көбірек – 13 дана/өсімдік болды. Ал, P₀ x L₀ нұсқасында жеміс саны басқа нұсқаларға қарағанда, азырақ – 7 дана/өсімдік болды.

Күкірт және леонардит тәжірибелерін қарастырғанда, жеміс саны леонардит қолданған топырақта – орташа 10,31 дана/өсімдік болса, ал күкірт қолданған топырақта – орташа 7,5 дана/өсімдік болды (3-кесте).

3-кесте – Күкірт және леонардит қосылған топырақта өсірілген қызанақтың жеміс санының көрсеткіштері

	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	S _{орт}		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	L _{орт}		
S ₀	7,0	6,0	8,0	8,0	7,0	7,5	L ₀	7,0	9,0	9,0	10,0	8,75	10,31
S ₁	6,0	7,0	8,0	8,0	7,25		L ₁	9,0	10,0	11,0	11,0	10,25	
S ₂	7,0	8,0	9,0	9,0	8,25		L ₂	9,0	11,0	12,0	13,0	11,25	
S ₃	5,0	6,0	9,0	10,0	7,5		L ₃	9,0	11,0	12,0	12,0	11,0	

Топырақтың рН көрсеткіші бойынша «күкірт x фосфор» нұсқалары арасында интеракция статистикалық тұрғыдан S₀ x P₁ өсімдіктерінің рН мөлшері басқа нұсқаларға қарағанда ең жоғары – 7,36 болған. Сонымен қатар, ең төменгі рН көрсеткіші S₃ x P₁ нұсқасында – 6,5 болды.

Топырақтың рН ортасының көрсеткіші бойынша «леонардит x фосфор» нұсқалары арасында интеракция статистикалық тұрғыдан L₁ x P₀ нұсқасының топырақ рН-ы басқа нұсқаларға қарағанда ең жоғарғысы – 7,4 болды. Сонымен қатар, L₃ x P₁ өсімдігінің рН көрсеткіштері басқа нұсқаларға қарағанда ең төмені – 6,7 болды (4-кесте).

4-кесте – Күкірт және леонардит қосылған топырақтың рН көрсеткіштері

	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	S _{орт}		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	L _{орт}		
S ₀	7,39	7,36	7,33	7,2	7,32	6,6	L ₀	7,44	7,38	7,35	7,25	7,35	7,0
S ₁	7,2	7,0	7,0	7,0	7,05		L ₁	7,4	7,2	7,2	7,2	7,25	
S ₂	6,9	6,8	6,7	6,8	6,8		L ₂	7,1	7,0	6,9	7,0	7,0	
S ₃	6,7	6,5	6,6	6,6	6,6		L ₃	6,9	6,7	6,8	6,8	6,8	

Леонардит және күкірт нұсқаларын салыстырғанда, леонардит қолданған топырақтың рН-ы – жалпы орташа 7,0 болса, ал күкірт қолданған топыраққа қарағанда жоғары – жалпы орташа 6,6 болған.

5-кесте – Қызанақ өсімдігі жапырағының фосфор көрсеткіштері

	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
S ₀	0,7	0,59	0,6	0,78	L ₀	0,5	0,61	0,83	0,74
S ₁	0,5	0,61	0,76	0,85	L ₁	0,51	0,58	0,8	0,81
S ₂	0,46	0,65	0,81	0,87	L ₂	0,35	0,65	0,68	0,82
S ₃	0,40	0,63	0,8	0,98	L ₃	0,53	0,65	0,75	0,78

Жылыжай жағдайында өсірілген қызанақ жапырақтарындағы Р концентрациясының 0,35-0,75 % арасында болуы, бұл өсімдіктің Р-мен жеткілікті қоректенгендігін көрсетеді (5-кесте). Егер Р концентрациясы 0,20 %-дан төмен болса, өсімдікте Р-дің жеткіліксіз екенін білдіреді [13]. Осыған сүйеніп отырып, жылыжай жағдайында өсірілген қызанақ жапырақтарының барлық нұсқаларында Р концентрациялары сын көтеретін деңгейде екендігін айтуға болады.

Қорытынды. Жүргізілген зерттеу жұмысының мақсаты – топырақтағы ерімейтін фосфордың белгілі бір мөлшерін қайтадан өсімдіктер тарапынан сіңіре алатын күйге айналдыра отырып, сапасы жоғары өнім алу. Осы мақсатта жүргізілген жұмыстың нәтижелері бойынша леонардит қолданған топырақта өскен қызанақтың, күкірт қолданған топырақта өскен қызанаққа қарағанда, барлық өсу параметрлерінде (бойының ұзындығы, жеміс саны, жеміс ірілігі) нәтижелері жоғары болды. Бұл параметрлердің жоғары болуының себебі – леонардит қосылған топырақ құнарлылығының (75 %) жоғары болуы. Ал, топырақ рН-ы топырақтағы физикалық, химиялық және

биологиялық құбылыстарға әсерін тигізеді. Зерттеу нәтижесінде күкірт қолданған топырақтардың рН-ы леонардит қолданған топырақтарға қарағанда, төмендеу. Зерттеуде қолданылған күкірт тыңайтқышы топырақтың рН-ын түсіруі нәтижесінде өсімдікке қажетті элементтердің сіңімділігі артқан. Күкірт және леонардиттің фосфор қолданылмаған нұсқаларында – қызанақта өнім аздығы және тозаңданудың толық жүрмегендігі анықталды. Ал, фосфор дозаларының артуына байланысты, бұл ақаулардың жойылғаны байқалды.

Қорыта айтқанда, күкірт және леонардит қосылған топырақта өсірілген қызанақтың бой ұзындығына оң әсер ететін ең тиімді нұсқа $L_2 \times P_2$ – 186 см/өсімдік, ал жеміс санына оң әсер ететін ең тиімді нұсқа $L_3 \times P_3$ – 13 дана/өсімдік, топырақтың рН көрсеткішінің түсуіне оң әсер ететін нұсқа $S_3 \times P_1$ - рН = 6,5 және өсімдік жапырақтарындағы фосфор концентрациясының артуына оң әсер ететін ең тиімді нұсқа $S_3 \times P_3$ – 150,0 г/м² x 12,0 г/м²; 0,98 % болып табылды.

REFERENCES

- [1] Morgun V.V. Fiziologicheskiye osnovy formirovaniya vysokoi produktivnosti zemnykh zlakov. Fiziologiya i biokhimiya kulturnykh rastenii. – 2010. – N 5. – P. 371-392. (in Russ.).
- [2] Braschi I., Ciavatta C., Giovannini C., Gessa C. Combined Effect of Water and Organic Matter on Phosphorus Availability in Calcareous Soils. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 2003. 67; 67-74.
- [3] Bondos T. – The effect of nitrogen and phosphorus on wheat yields, Şimnic variety, on the luvisoil from ARDS Şimnic. Proceedings Analele Universităţii din Craiova, 2012. 42(1): 85-8
- [4] Awad A.M., Ramadan H.M., El-Fayoumy M.E. Effect of Sulphur, Phosphorus and Nitrogen Fertilizers on Micronutrient Availability Uptake and Wheat Production on Calcareous Soils. Alexandria Journal of Agricultural Research, 1996. 41:(3), 311-327.
- [5] Busman L., Lamb J., Randall G., Rehm G., Schmitt M. – The nature of phosphorus in soil. University of Minnesota, USA, 2002
- [6] Fapailin C., Choochad S., Kanokwan S., Arawan S., 2013. Antioxidant Activity, Vitamin C Content and Growth of Chinese Kale in Response to High Humus Seedling Media and Beneficial Microorganisms. CMU. J. Nat. Sci. (2013) Vol. 12(2)
- [7] Ece A., Saltalı K., Eryiğit N., & Uysal F. (2007). The effects of leonardite applications on climbing bean (*Phaseolus vulgaris* L.) yield and soil properties. J. Agron. 6, 480–48
- [8] Selim E.M., Shedeed S.I., Asaad F.F., El-Neklawy A.S., 2011. Interactive effects of humic acid and water stress on chlorophyll and mineral nutrient contents of potato plants. J. Appl. Sci. Res. 7:531-537
- [9] Tikhonov V.V., Yakushev A.V., Zavgorodnyaya Yu.A., Byzov B.A., Demin V.V. Deistviye guminovykh kislot na rost bakterii. Pochvovedeniye. 2010. N 3. P. 333–341. (in Russ.).
- [10] Perminova I.V., Zhilin D.M. Guminovyye veshstva v kontekste zelyonoi khimii. Eds. V. V. Lunin. – M. : Izd-vo Mosk. Un-ta, 2004. – P. 146-162 (in Russ.).
- [11] Orlov D.S. Svoistva i funktsii guminovykh veshstv. Guminovyye veshstva v biosfere. – Moscow: Nauka, 1993. P. 16–27. (in Russ.).
- [12] Perminova I.V. Guminovyye veshstva – vyzovy khimikam XXI veka. Khimiya i zhizn'. 2008. N 1. P. 50–55.
- [13] Winsor G., Adams P., 1987. Glasshouse Crops. Vol. 3. P. 109-135.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТВОРЕНИЯ ФОСФОРА ПОМИДОРАМИ (*SOLANUM LYCOPERSIUM*) ПОД ВЛИЯНИЕМ СЕРЫ И ЛЕОНАРДИТА

К. Гул, Г. Ж. Турметова, А. К. Убайдуллаева

Международный казахско-турецкий университет им. Х. А. Ясави, Туркестан, Казахстан

Ключевые слова: фосфор, сера, леонардит, томат (*Solanum lycopersium*).

Аннотация. В статье рассматриваются различная степень взаимодействия друг на друга фосфора, леонардита и серы при выращивании томатов сортов F1 «Чилек», F1 «Kiraz» в тепличных условиях в целях уменьшения растворенных частиц фосфора в почвах Казахстана. Результаты показывают, что фертильность и размер выращенных томатов (*Solanum lycopersium*) в большей степени зависят от использования леонардита чем серы в почве. Минеральные удобрения, используемые при экстенсивном хозяйстве отрицательно действуют на структуру почвы и здоровье человека. В настоящее время использование безвредных и безопасных химических удобрений и растущего интереса к органическим компонентам повышает важность леонардита и его производных (таких как гуминовые кислоты, фульвокислоты) в сельскохозяйственной деятельности. Картина этого исследования представлена следующим порядком 4x4x4 факторный метод проб: одно растение (томат), 4 части леонардита (L) (0, 25, 50, 75 г/м²), четыре части серы (S) (0, 50, 100, 150 г/м²) и 4 части фосфора (P) (0, 3,75; 7,50; 11,25 г/м²). Растение собирают в конце этого периода (150 дней), выполняется макро- и микро-анализ присутствия элементов. Согласно полученным результатам, указанные микрокомпоненты способствовали значительное приросту и урожайности.

Поступила 20.05.2015 г.