

режимов почвы, улучшению ее агрофизических свойств, интенсификации гумусообразования.

Литература

1. Борисенко, И.Б. Основная обработка почв модернизированными чизельными орудиями / И.Б. Борисенко, А.Е. Новиков, М.А. Садовников // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2017 – № 5. – С. 27-32. 2. Влияние обработки почвы и минерального питания на динамику биологической активности и НРК при возделывании ярового ячменя / С.В. Микитин, А.В. Шуравилин, В.В. Бородычев, А.Е. Новиков // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: агрономия и животноводство. – 2017. – № 4. – С. 295-304. 3. Динамика посевных площадей и урожайности ярового ячменя в РФ / Г.А. Филенко, Т.И. Фирсова, Ю.Г. Скворцова, Е.Г. Филиппов // Зерновое хозяйство России. – 2017 – № 5. – С. 20-25. 4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с. 5. Плескачев, Ю.Н. Способы основной обработки каштановых почв Нижнего Поволжья в зернопаровом севообороте: Монография / Ю.Н. Плескачев, И.Б. Борисенко. – Волгоград: Перемена, 2005. – 200 с. 6. Плескачев, Ю.Н. Сравнительная эффективность способов основной обработки почвы при выращивании ячменя / Ю.Н. Плескачев, И.А. Кошцев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование.

– 2012. – № 3. – С. 34-37. 7. Урожайность ярового ячменя на каштановой почве Нижнего Поволжья / А.В. Шуравилин, В.В. Бородычев, А.Е. Новиков, А.А. Поддубский // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: агрономия и животноводство. – 2016. – № 2. – С. 7-14. 8. Яровой ячмень – перспективная культура рисовых севооборотов Калмыкии / Н.Н. Дубенок, В.В. Кузнецова, В.В. Бородычев, С.Б. Адыяев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 1. – С. 13-17. 9. Dryland crop yields and soil organic matter as influenced by long-term tillage and cropping / U.M. Sainju, A.W. Lenssen, T. Caesar-TonThat, R.G. Evans // Agronomy journal. 2009. – Vol. 101. – Issue 2. – P. 243-251. 10. Energy and agrotechnical indicators in the testing of machine-tractor units with subsoiler / A.S. Ovchinnikov, A.S. Mezhevoval, A.E. Novikov, S.D. Fomin, Yu.N. Pleskachev, I.B. Borisenko, V.P. Zvolinsky, N.V. Tyutyuma, E.S. Vorontsova // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences: [online journal]. – 2017. – Vol. 12, No. 24. – P. 7150-7160. 11. The importance of plants to development and maintenance of soil structure, microbial communities and ecosystem functions / F.M. Vezzani, C. Anderson, E. Meenken, R. Gillespie, M. Peterson, M.H. Beare // Soil and Tillage Research. – 2018. – Vol. 175. – P. 139-149. 12. The effect of various long-term tillage systems on soil properties and spring barley yield / I. Malecka, A. Blecharczyk, Z. Sawinska, T. Dobrzaniecki // Turkish journal of Agriculture and Forestry. – 2012. – Vol. 36. – Issue 2. – P. 217-226.

ELEMENTS IMPROVING OF AGROTECHNICS FOR SPRING BARLEY CULTIVATION ON LIGHT-BROWN SOILS AT THEIR NATURAL MOISTURE

V.V. Borodychev¹, A. E. Novikov^{2,3}, A.V. Shuravilin¹, S.V. Mikitin⁴

¹ Volgograd Department of Kostyakov All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Timiryazeva ul. 9, 400002 Volgograd, Russia

² All-Russian Institute of Irrigated Agriculture, Timiryazeva ul. 9, 400002 Volgograd, Russia

³ Volgograd State Technical University, Lenina pr. 28, 400005 Volgograd, Russia

⁴ Peoples' Friendship University of Russia, Miklouho-Maclaya ul.89, 117198 Moscow, Russia

The paper studies the elements of agricultural technology for cultivation of spring barley in the dry steppe zone of the Volgograd region on light chestnut lands with their natural moisture -the main options for soil treatment and doses of mineral nutrition. The greatest accumulation of moisture storage was obtained in case of soil loosening with ROP and Sibime stands, and the lowest – in case of flat-cut processing with a volume of moisture storage at the level of 556 m³/ha in the soil layer of 0.0-0.5 m, which is lower by, respectively 258, 241 and 119 m³/ha in comparison with the Large moisture reserves and intensive transition of phosphates into available forms of nutrition for spring barley and soil microflora in case of non-dump treatment with ROP racks ensured the maximum accumulation of amino acids in the layer of 0.0-0.5 m – in the tillering phase of 305 µg amine/g of fabric, in the phase of elongation – 377 µgamine/g of fabric, in the ear phase – 342 µg amine/g of fabric. Soil treatment with ROP stands contributed to the creation of the best conditions for the growth and development of spring barley, obtaining in the years of research high grain yields at the level of potential crop productivity. Regarding the option with ploughing additional yield of grain increase was 18-20%:for N60P50 background – 1.70 t/ha, for the N70P60 background – 1.77 t/ha.

Key words: agricultural engineering, spring barley, the main processing of the soil, microbiological activity of the soil, productivity, agrophysical properties of the soil, fertility of the soil, insufficient moisture.

ВЛИЯНИЕ СЕЛЕНА И КРЕМНИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ ЯЧМЕНЯ К ЗАСУХЕ И НАЛИЧИЕ В ПОЧВЕ АЛЮМИНИЯ ПРИ ВНЕСЕНИИ МЕЧЕНОГО ¹⁵N₃

И.В. Верниченко, д.б.н., РГАУ-МСХА, Л.В. Осипова, д.б.н., Т.Л. Курносова, к.б.н., И.А. Быковская, В.А. Литвинский, к.б.н., ВНИИА, А.А. Лапушкина, РГАУ-МСХА i.vernichenko@gmail.com

В условиях вегетационного опыта изучено влияние предпосевной обработки семян биогенными элементами Se и Si на устойчивость растений ячменя к почвенной засухе и наличию в почве Al. Показано протекторное действие обработки семян на продуктивность растений ячменя, в результате чего существенно снижались потери урожая зерна от почвенной засухи. Использование метода меченых атомов (соединений, обогащенных стабильным изотопом азота ¹⁵N) позволило установить, что предпосевная обработка семян Se и Si, а также их смесью, в оптимальных условиях увеличивала скорость поглощения растениями ячменя меченого нитратного азота при коротких экспозициях после его корневого внесения. При почвенной засухе растения ячменя, семена которых были обработаны селеном и кремнием, значительно лучше переносили дефицит воды и дольше сохраняли способность к поглощению нитратного азота, а при возобновлении полива быстрее выходили из депрессивного состояния и успешнее справлялись с негативными последствиями засухи в период репарации.

Ключевые слова: ячмень, селен, кремний, почвенная засуха, подвижный алюминий, поглощение меченого азота ¹⁵N₃, короткие экспозиции.

Различные неблагоприятные внешние условия приводят к значительным потерям продуктивности сельскохозяйственных культур. В условиях глобального потепления климата все чаще наблюдаются существенные потери урожая от засухи, причем не только в аридных районах, но и в регионах достаточно обеспеченных влагой, что ярко проявилось прошедшим летом 2018 г. Ощутимые потери урожайности связаны также с негативным воздействием на выращиваемые растения повышенного содержания в кислых почвах Al. В связи с этим, поиск путей увеличения устойчивости сельскохозяйственных культур к засухе и повышенному количеству подвижного алюминия имеет важное научное и практическое значение.

Одним из способов увеличения устойчивости растений к стрессовым ситуациям является оптимизация их минерального питания, в том числе такими сравнительно мало изученными элементами как селен и кремний. Известно, что в стрессовых условиях в растениях активируются негативные процессы пероксидного окисления ряда клеточных структур и биологически активных органических соединений.

В ряде предшествующих исследований отмечается повышение стрессоустойчивости растений при применении Se и Si [2-4, 6, 9]. Протекторное действие Se связано с его вхождением в ряд ферментов, определяющих антиоксидантную защиту растений, а также его участием в других физиологических реакциях [4, 7, 12]. Защитный эффект Si от негативного воздействия на растения неблагоприятных внешних условий обусловлен как его косвенным влиянием через улучшение доступности фосфора почвы, так и прямым действием кремния на характеристики различных клеточных оболочек, а также на активность определенных ферментных систем растений [7-10].

Методика. Для решения поставленных задач провели вегетационные опыты с яровым ячменем сорта Нур. Опыты выполняли в вегетационном домике кафедры агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева на среднесуглинистой дерново-подзолистой почве, взятой с опытного поля ДАОС. Для набивки использовали сосуды Митчерлиха емкостью 5 кг абсолютно сухой почвы. Почву перед посевом известковали по полной гидролитической кислотности. Азот, фосфор и калий вносили, соответственно, по 150, 100 и 100 мг/кг почвы. Селен и кремний применяли с помощью смачивания в дозах, соответственно, 2,5 и 50 г на гектарную норму высева семян.

В соответствии с задачами исследований на VI этапе органогенеза для части опытных растений создавали искусственную почвенную засуху, прекращая полив. При достижении влажности почвы 14% ПВ полив возобновляли и в дальнейшем обеспечивали оптимальное увлажнение до конца вегетации. Алюминий вносили при набивке сосудов в дозе 5 мг/кг.

Для выяснения характера негативного действия нарастающей почвенной засухи на азотное питание растений и изучения динамики их выхода из угнетенного состояния после засухи применяли метод изотопной индикации. С этой целью на четвертый день засухи вносили небольшое количество (25 мг N на сосуд) высокообогащенного ^{15}N нитратного азота (исходное обо-

гащение $\text{Ca}(\text{}^{15}\text{NO}_3)_2$ – 95 ат. %). Через короткие экспозиции после корневого внесения меченого азота через 8; 24 ч, 4, 6 и 9 сут осуществляли отбор и фиксацию растительных проб. Изотопный анализ растений проводили на масс-спектрометре Delta V Advantage во ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова.

Результаты и их обсуждение. В таблице 1 представлены данные, полученные в вегетационном опыте по влиянию предпосевной обработки семян Se и Si, а также их смесью на продуктивность растений. Установлено, что создаваемые стрессовые ситуации произрастания (засуха и внесение в почву алюминия) в различной степени воздействовали на биомассу зерна и соломы растений. Так, искусственная почвенная засуха на VI этапе органогенеза (начало выхода в трубку) значительно снижала урожай зерна ячменя: на контроле (при обработке семян водой) в 2 раза – с 11,2 до 5,6 г/сосуд. В то же время на накопление биомассы соломы дефицит влаги в этот период оказал значительно меньшее отрицательное влияние (ее снижение составило около 15%), так как засуха создавалась в критический период именно для формирования зерна.

Дополнительное внесение в почву Al в дозе 5 мг/кг почвы в условиях данного опыта не только не привело к снижению урожая зерна ячменя, но в ряде случаев имело тенденцию к его увеличению. На подобный эффект небольшого количества алюминия указывал А.Н.Авдонин [1].

1. Влияние обработки семян ячменя Se и Si на продуктивность растений при различных условиях выращивания

Внешние условия	Зерно			Солома			Общая масса		
	Opt	Засуха	Al	Opt	Засуха	Al	Opt	Засуха	Al
H ₂ O	11,2 100	5,6 100	12,3 100	21,4 100	18,4 100	18,3 100	32,6 100	24,0 100	30,6 100
Se	13,1 117	7,9 141	14,8 120	21,5 101	20,5 111	19,2 105	34,6 106	27,4 114	34,0 111
Si	13,2 118	8,2 146	13,9 113	20,9 98	17,9 97	22,1 121	34,1 105	26,4 110	36,0 118
Se+Si	13,1 117	9,6 170	12,3 100	20,9 98	20,9 114	19,8 108	34,0 104	30,5 127	32,1 105
HCP ₀₅	1,3	0,6	1,0	2,2	1,8	1,7	2,8	2,1	2,5

Примечание. В числителе – г/сосуд, в знаменателе – % от соответствующего контроля.

На накопление биомассы соломы и общей массы растений ячменя испытанная доза алюминия не оказала достоверного воздействия.

Предпосевная обработка семян Se и Si, а также их смесью в отсутствии стрессов приводит к небольшому увеличению урожая зерна ячменя (на 17-18%) по сравнению с обработкой семян водой (табл. 1).

В условиях почвенной засухи в фазе выхода ячменя в трубку предпосевная обработка семян Se и Si способствовала значительному повышению засухоустойчивости растений, в результате чего потери от дефицита воды существенно снижались. Особенно эффективно в этом отношении применение для обработки семян Si и его смеси с Se, повышение урожая зерна в последнем случае составило 70% к контролю. Влияние испытанных обработок семян на накопление массы соломы и общей надземной массы опытных растений в условиях засухи было значительно меньшим по сравнению с биомассой зерна.

При дополнительном внесении в почву Al применение Se и Si для обогащения ими семян было менее вы-

раженным. Можно лишь отметить увеличение урожая зерна при использовании Se на 20% и повышение накопления массы зерна и соломы при использовании Si на 13-14% (см. табл. 1).

Для более детальной расшифровки протекторного действия селена и кремния использовали метод изотопной индикации (изотоп ^{15}N). Применение в данном опыте меченых соединений азота позволило установить влияние стрессовых условий на поглощение растений азота $^{15}\text{NO}_3^-$, а также воздействие на этот процесс обработки семян Se и Si. Полученные данные представлены в таблице 2 и на рисунке. Показано, что скорость поглощения растениями ячменя меченого нитратного азота корневой подкормки зависела от внешних условий и применения селена и кремния.

При отсутствии стрессовых воздействий на растения за 9 сут после внесения азота в надземную часть ячменя поступало около 40% внесенного $\text{N} - ^{15}\text{NO}_3^-$ подкормки. В этих условиях обогащение семян селеном и кремнием практически не сказалось на динамике поглощения меченого азота опытными растениями.

2. Влияние обработки семян Se и Si на поглощение растений ячменя меченого нитратного азота через определенные экспозиции после корневой подкормки $\text{Ca} (^{15}\text{NO}_3)_2$, мг $^{15}\text{N}/\text{сосуд}$

Условия выращивания	п.о.с.	Экспозиции после внесения $^{15}\text{NO}_3^-$				
		8 ч	24 ч	4 сут	6 сут	9 сут
Без стресса	H_2O	1,9	6,6	7,1	10,0	10,5
	Se	1,9	5,8	7,5	10,2	10,7
	Si	2,0	6,2	8,0	10,6	11,6
	Se + Si	2,8	6,2	7,8	10,5	11,1
Засуха	H_2O	1,0	3,3	5,3	6,6	8,4
	Se	1,9	4,5	6,3	9,8	14,1
	Si	2,5	5,5	9,8	11,6	17,1
	Se + Si	3,8	9,9	13,7	16,7	19,9
Добавление Al (5 мг/кг)	H_2O	1,6	4,5	6,1	11,2	11,6
	Se	2,5	5,5	7,2	13,5	13,9
	Si	1,8	2,9	5,2	13,7	15,0
	Se + Si	1,3	2,2	5,3	11,2	14,0

Дополнительное внесение в почву Al в дозе 5 мг/кг почвы в условиях данного опыта в ряде случаев несколько увеличивало поступление в надземную часть растений ячменя, внесенного с корневой подкормкой нитратного азота. Наиболее отчетливо это увеличение наблюдалось при предпосевной обработке семян селеном и кремнием.

В условиях нарастающей почвенной засухи, когда меченые нитраты вносили на 4-й день после прекращения полива, наблюдалось существенное снижение скорости их поглощения растениями ячменя. Так, в растениях, испытывающие дефицит воды, в контрольном варианте (обработка семян H_2O) за 8 и 24 ч после внесения раствора $\text{Ca} (^{15}\text{NO}_3)_2$ поступало в разы меньше нитратного азота по сравнению с вариантом с оптимальным поливом. Данная депрессия поглощения азота при засухе сохранялась и после отлива растений. Применение изотопа ^{15}N позволило установить, что контрольные растения ячменя при возобновлении полива даже на пятые сутки после окончания засухи (при экспозиции 9 сут после внесения азота) еще не полностью справились с последствиями перенесенного водного стресса и очень медленно восстанавливали процессы поглощения азота.

Предпосевная обработка семян ячменя Se и Si при наступлении засухи существенно снижала отмеченное негативное воздействие дефицита воды. Особенно заметное положительное влияние на поступление $^{15}\text{NO}_3^-$ в

растения оказала обработка семян одновременно Se и Si (см. табл. 2). В этом случае растения ячменя дольше сохраняли способность к поглощению азота и быстрее восстанавливались после возобновления полива, т. е. вред от перенесенной засухи снижался, что в итоге объясняет снижение потерь урожая ячменя в этих вариантах.

Четко показано, что растения ячменя, семена которых обрабатывали Se и Si, за счет протекторного воздействия данных элементов были более устойчивы к засухе. В данном случае непосредственное негативное влияние водного стресса на опытные растения существенно снижалось, что приводило к более быстрому восстановлению интенсивности поглощения меченых нитратов при возобновлении полива. В результате быстрее восстанавливался азотный обмен у растений ячменя, который, как известно [11], во многом определяет высоту и качество получаемого урожая (см. табл. 1).

Для детальной демонстрации механизма защитного действия предпосевной обработки семян Se и Si от негативного воздействия засухи был произведен расчет поступления в растения ячменя меченого азота по отдельным периодам времени после внесения $\text{Ca} (^{15}\text{NO}_3)_2$ (рис.).

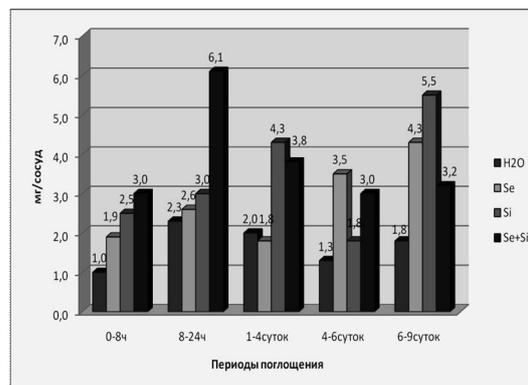


Рис. Влияние обработки семян Se и Si на поглощение растениями ячменя нитратного азота в условиях нарастающей почвенной засухи и после отлива в отдельные периоды после внесения $\text{Ca} (^{15}\text{NO}_3)_2$

Наглядно показано, что растения ячменя, выросшие из семян, обработанных Se и Si, в условиях почвенной засухи значительно дольше сохраняли способность к поглощению азота. Так, за первые 8 ч эти растения поглощали в 2-4 раза больше азота нитратов по сравнению с контролем, во второй период, от 8 до 24 ч после внесения метки, данная закономерность сохранялась. Наибольший протекторный эффект от Se и Si отмечен при их совместном применении. В этом случае растения ячменя поглощали в 3-4 раза больше азота по сравнению с вариантом с обработкой водой.

В период от 1 до 4 сут (перед отливом растений), по мере нарастания негативного воздействия засухи, существенно снижалась общая интенсивность поглощательной способности корневой системы растений. В этот период времени опытные растения, обработанные одновременно Se и Si, дольше сохраняли свою жизнеспособность и в них за это время поступало практически в 2 раза больше внесенного меченого азота $^{15}\text{NO}_3^-$ по сравнению с контролем.

Сразу после отлива в период от 4 до 6 сут контрольные растения еще находились в депрессии, в то время как ячмень, семена которого были обработаны Se и Si,

быстрее выходили из подавленного состояния после засухи и значительно увеличивали размеры поглощения нитратного азота. Отставание по этому показателю варианта с совместным применением Se и Si в данный период, можно объяснить тем, что опытные растения к этому времени практически уже поглотили большую часть внесенного количества азота ^{15}N (25 мг/сосуд). Таким образом, более полное использование экзогенного азота в данном варианте обусловило получение самого высокого урожая зерна ячменя и максимальную биомассу растений при засухе (см. табл. 1).

В заключение можно отметить, что протекторный эффект предпосевной обработки семян селеном и кремнием от негативного воздействия на растения ячменя нарастающей почвенной засухи, может быть объяснен и связан, в частности, с её влиянием на более длительное сохранение во время засухи способности растений к поглощению азота и более быстрой нормализацией их азотного питания после окончания водного стресса.

Литература

1. Авдонин Н.А. Повышение плодородия кислых почв. 2-е Изд. – М.: Колос.-1969. 306 с. 2. Верниченко И.В., Осипова Л.В., Быковская И.А., Яковлев П.А. Влияние селена и цинка на засухоустойчивость растений двух сортов ячменя и их способность нормализовать азотное питание после перенесенной засухи (опыты с ^{15}N)// Агрехимия. – 2015. – № 3. – С. 43-55. 3. Верниченко И.В., Осипова Л.В., Яковлев П.А., Курносорова Т.Л., Литвинский В.А. Изучение устойчивости расте-

ний и ассимиляции ими нитратного азота при действии абиотического стресса как теоретическая основа метода оценки адаптивного потенциала зерновых культур.// Проблемы агрохимии и экологии.- 2016. – № 4.- С. 45-51. 4. Выхрева В.А., Надеждина Е.С. Использование селена для снижения стресса, вызванного тяжелыми металлами, у зерновых культур на ранних этапах онтогенеза //Нива Поволжья. Сельскохозяйственные науки. – 2015. – № 3. – С. 34 – 39. 5. Голубкина Н.А. Селен в питании: растения, животные, человек / Н.А. Голубкина Т.Т. Папазян. – М.: Печатный город, 2006. – С. 254. 6. Курносорова Т.Л., Осипова Л.В., Верниченко И.В., Быковская И.А., Яковлев П.А. Формирование продуктивности растений пшеницы и тритикале на фоне предпосевной обработки селеном, кремнием и цинком в условиях окислительного стресса, вызванного засухой // Проблемы агрохимии и экологии. – 2017. – № 3. – С.13 – 24. 7. Матыченко В.В., Кособрухов А.А., Бочарникова Е.А. Урожайность кукурузы и содержание хлорофилла в растениях при внесении в почву кремниевых удобрений // Агрехимия. – 2013. -№ 5. – С. 25-30. 8. Самсонова Н.Е. Влияние соединений кремния и минеральных удобрений на урожайность яровых зерновых культур и содержание в них антиоксидантных ферментов / Н.Е. Самсонова, М.В. Капустина, З.Ф. Зайцева // Агрехимия. – 2013. – №10. – С. 66–74. 9. Серегина И.И., Верниченко И.В., Ниловская Н.Т., Шумилин А.О. Продуктивность и устойчивость яровой пшеницы в условиях окислительного стресса при применении селена // Агрехимия. – 2015. – № 3. – С. 56-63. 10. Сластия И.В., Ложникова В.Н., Кондратьева В.В. Действие водного стресса и соединений кремния на содержание эндогенных фитогормонов и рост ярового ячменя // Агрехимия. – 2013. – №8. – С. 38-48. 11. Шафран С.А., Сычев В.Г., Кондрашов А.Л. Азотное питание. –М.: ЕвроХим, 2013. – 80 с. 12. Hasanuzzaman, M. Exogenous selenium pretreatment protects rapeseed seedlings from cadmium-induced oxidative stress by upregulating antioxidant defense and methylglyoxal detoxification systems / Hasanuzzaman M., Hossain M., Fujita M. // Biological Trace Element Research, 2012 – V. 149. – P. 248–261.

INFLUENCE OF SELENIUM AND SILICON ON THE STABILITY OF BARLEY PLANTS TO DROUGHT AND THE PRESENTS IN THE SOIL OF ALUMINIUM UNDER APPLYING OF LABELLED WITH ^{15}N NITRATE NITROGEN

I.V. Vernichenko¹, L.V. Osipova², T.L. Kurnosova², I.A. Bikovskaya², V.A. Litvinskiy², A.A. Lapushkina¹

¹ RSAU-Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazeva ul. 49, 127550 Moscow, Russia, E-mail: i.vernichenko@gmail.com

² Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127550 Moscow, Russia

In the conditions of vegetative experiment, the influence of using Se and Si biogenic elements applied during presowing seed treatment on resistance of barley plants to soil drought and presence in the soil of Al was studied. The protective effect of seed treatment on the productivity of barley plants was shown, as a result of which the loss of grain yield from soil drought was significantly reduced. Using the method of labeled atoms (compounds enriched with stable nitrogen isotope ^{15}N), it was established that presowing treatment of seeds with Se and Si, as well as their mixture, under optimal conditions increased the rate of absorption for labeled nitrate nitrogen by barley plants under short exposures after its root application. Under soil drought, barley plants, the seeds of which were treated with selenium and silicon, much better tolerated water deficiency and retained the ability to absorb nitrate nitrogen for a longer time, and with the resumption of watering they more quickly emerged from the depressive state and successfully coped with the negative effects of the drought during the period reparations.

Key words: barley, selenium, silicon, soil drought, mobile aluminum, absorption of labeled nitrogen $^{15}\text{NO}_3^-$, short expositions.

УДК 631.417.2 : 631.445.4

ЛАБИЛЬНЫЕ ГУМУСОВЫЕ ВЕЩЕСТВА – ОСОБАЯ ГРУППА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО

В.Г. Мамонтов, д.б.н., РГАУ-МСХА, Р.А. Афанасьев, д.с.-х.н., ВНИИА,
Е.Л. Соколовская, РГАУ-МСХА

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. 127550, г. Москва, Тимирязевская улица, д. 49,
E-mail: soillab@timacad.ru

Установлено, что по данным элементного состава, лабильные гумусовые вещества чернозема обыкновенного заметно отличаются от гумусовых кислот содержанием отдельных элементов. Несходство между лабильными гумусовыми веществами и гумусовыми кислотами в элементном составе дополняется различиями величин атомных отношений, степени окисленности и теплоты сгорания. Предложена классификационная схема органического вещества почвы, в которой предусмотрено выделение лабильных гумусовых веществ на правах самостоятельной группы.

Ключевые слова: лабильные гумусовые вещества, гуминовые кислоты, фульвокислоты, гиматомелановые кислоты, новообразованные гуминовые кислоты, элементный состав, теплота сгорания.