

УДК 631.816.36:546.654:634.723

ВЛИЯНИЕ ОРГАНО-СИЛИКОНОВОГО СМАЧИВАТЕЛЯ СИЛЬВЕТ ГОЛД НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ НЕКОРНЕВОЙ ОБРАБОТКИ ЛАНТАНОМ РАСТЕНИЙ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ

© 2019 г. С. Н. Коновалов^{1,*}, Д. Д. Дебелова¹, В. В. Бобкова¹

¹ Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства
115598 Москва, ул. Загорьевская, 4, Россия

*E-mail: vstisp.agrochem@yandex.ru

Поступила в редакцию 09.07.2018 г.

После доработки 20.08.2018 г.

Принята к публикации 10.04.2019 г.

В вегетационном опыте изучено влияние некорневых обработок растений смородины черной сорта Орловская серенада лантаном совместно с органо-силиконовым смачивателем сильвет Голд. Для некорневой обработки использовали 0.01, 0.03 и 0.07%-ные растворы хлорида лантана, 0.06 и 0.006%-ные растворы органо-силиконового смачивателя сильвет Голд. При некорневых обработках лантаном в концентрации 0.01% продуктивность растений смородины черной увеличивалась на 16.3%, в концентрации 0.03% – на 79.4%, в концентрации 0.07% – на 45.4%. При концентрации La 0.01% и смачивателя Сильвет Голд 0.06% продуктивность растений смородины черной увеличилась на 68.3%.

Ключевые слова: органо-силиконовый смачиватель сильвет Голд, некорневая обработка лантаном, смородина черная.

DOI: 10.1134/S000218811907007X

ВВЕДЕНИЕ

В научной литературе имеются многочисленные данные о положительном действии редкоземельных элементов на продуктивность и адаптивность сельскохозяйственных растений, на качество выращиваемой сельскохозяйственной продукции [1–4]. Установлено стимулирующее влияние редкоземельных элементов на метаболизм фитогормонов, активность ферментов, водный обмен, поступление N-NO₃ в растения, содержание в листьях хлорофилла и каротиноидов [5–17]. Исследования, проведенные в ВСТИСП на плодовых и ягодных культурах, показали повышение под воздействием редкоземельных элементов генеративной (до 40%), вегетативной продуктивности и адаптивности растений [18–22].

Редкоземельные элементы относятся к ультрамикроэлементам: в живых организмах их содержание не превышает 10⁻⁶%. Поэтому при использовании лантанидов в качестве удобрений для внесения в почву требуются их небольшие количества: 3–6 мг/кг почвы, или 8–16 кг/га. При внесении в почву эффективность лантанидсодержащих удобрений вследствие адсорбции существенно снижается [23]. Для повышения биологической

активности редкоземельных элементов, вносимых в почву, применяют адсорбенты (торф, природные цеолиты) [24–26]. В Китае лантанидсодержащие удобрения применяют путем опудривания семян [8]. Эффективна некорневая обработка растений растворами редкоземельных элементов с концентрацией 0.01–0.1% [18–21, 27].

Некорневая обработка является рациональным способом подкормок растений микро- и ультрамикроэлементами. Для повышения эффективности некорневых обработок растений препаратами и агрохимикатами в рабочие растворы дополнительно вносят модифицирующие добавки – адьюванты. Такие вещества улучшают распыляемость рабочего раствора и увеличивают продолжительность действия действующего вещества за счет повышения смачиваемости обрабатываемой жидкостью поверхности растений, усиления проникновения веществ внутрь растительных тканей, способствуют стабилизации рабочих растворов и пролонгирующему эффекту. Одним из видов адьювантов являются сурфактанты на основе поверхностно-активных веществ (ПАВ). Данные вещества способствуют повышению площади эффективного контакта капли,

растворению или разрушению эпикутикулярного воска на листовой поверхности, лучшему растворению действующих веществ в капле рабочего раствора, удержанию капель раствора влаги, способствуют инфильтрации веществ в листья растений через устьица и усиливают проводимость мембран клетки. Сурфактанты разделяют на прилипатели и смачиватели. Прилипатели уменьшают поверхностное натяжение раствора, увеличивая вязкость и эластичность капли, что снижает смывание или соскальзывание капель с поверхности листа. В качестве прилипателей используют пленкообразующие гели, эмульгируемые резины и минеральные масла, растительные масла, воски, водорастворимые полимеры. Смачиватели (спредеры, детергенты) уменьшают поверхностное натяжение капли и представляют собой неионные сурфактанты, которые оказывают влияние только на физические свойства капли раствора и не влияют на поведение действующего вещества при контакте с растением. Широко применяют смачиватели на органо-силиконовой основе (препараты агент С, агропол, памер, сильвет Голд). Органо-силиконовый смачиватель сильвет Голд предназначен для совместного использования с препаратами для химической защиты растений, с биостимуляторами и гербицидами. Сильвет Голд улучшает покрытие поверхности растений рабочей жидкостью, усиливает проникновение основного действующего вещества в середину листового покрова растений, повышает устойчивость капель жидкости к смыванию осадками, обеспечивает быстрое проникновение веществ через дыхательные устьица растений, не фитотоксичен, его можно использовать при любых нормах расхода. Сильвет Голд значительно увеличивает эффективность воздействия активных веществ в случаях, когда растения покрыты пылью, восковым налетом или имеют сильную опушенность наземных органов, позволяет экономить количество рабочего раствора на 10–25%. Сильвет Голд рекомендуется к применению на ягодных культурах в концентрации 0.025–0.05% (при совместном применении с некоторыми пестицидами его концентрация может быть увеличена до 0.15%). Повышение норм расхода Сильвет Голд или увеличение объема рабочего раствора не улучшают покрытие обрабатываемых растений, а наоборот, создают риск чрезмерного стекания жидкости. Органо-силиконовый смачиватель сильвет Голд совместим со всеми препаратами, за исключением медьсодержащих. Эффективность данного смачивателя при некорневых обработках растений растворами редкоземельных элементов не изучена. Цель работы – изучение

влияния органо-силиконового смачивателя сильвет Голд на эффективность некорневой обработки лантаном растений смородины черной.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В 2009–2013 гг. в вегетационном опыте (Московская обл., Ленинский р-н) изучали эффективность органо-силиконового смачивателя сильвет Голд при некорневых обработках лантаном растений смородины черной. Опыт был заложен в 10-ти вариантах, схема опыта: 1 – контроль (без удобрений), 2 – $N_{0.2}P_{0.06}K_{0.2}$ в почву (фон), 3 – фон + некорневая обработка La 0.01%, 4 – фон + некорневая обработка La 0.03%, 5 – фон + некорневая обработка La 0.07%, 6 – фон + некорневая обработка La 0.01% + сильвет Голд 0.06%, 7 – фон + некорневая обработка La 0.03% + сильвет Голд 0.06%, 8 – фон + некорневая обработка La 0.07% + сильвет Голд 0.06%, 9 – фон + некорневая обработка La 0.03% + сильвет Голд 0.006%, 10 – фон + некорневая обработка La 0.07% + сильвет Голд 0.006%.

В опыте использовали дерново-подзолистую легкосуглинистую почву (верхний пахотный слой 0–20 см) со следующей характеристикой: pH_{KCl} 6.45, содержание подвижного фосфора (по Кирсанову) – 32.5, подвижного калия – 7.0, щелочно-гидролизующего азота по Корнфилду – 5.00 мг/100 г почвы, сумма поглощенных оснований – 12.4 мг-экв/100 г почвы. Вегетационные сосуды вмещали 36 кг почвы. Фон – ежегодное внесение минеральных удобрений: N_{aa} , K_c – по 0.2 г д.в./кг почвы, P_c – 0.06 г д.в./кг почвы. Для некорневой обработки растений применяли 0.01, 0.03 и 0.07%-ные растворы хлорида лантана $LaCl_3$. В качестве адьюванта использовали 0.006%- и 0.06%-ные растворы органо-силиконового смачивателя сильвет Голд. Некорневую обработку растений проводили дважды: до цветения (по бутонам) и после цветения (по завязям). В опыте использовали растения смородины черной сорта Орловская серенада. Сорт получен в ВНИИСПК (г. Орел), отличается скороплодностью, крупноплодностью, устойчивостью к заболеваниям. Биометрические учеты и наблюдения в опыте вели согласно [28]. Подготовку растительных образцов для химического анализа проводили методом К.Е. Гинзбург и Г.М. Щегловой [29]. Химический состав растительных проб определяли согласно [30]. Содержание хлорофилла в листьях определяли фотометрическим методом в спиртовой вытяжке, витамина С (аскорбиновой кислоты) в ягодах – по методу И.К. Мурри, суммы сахаров – рефрактометрическим методом, нитра-

Таблица 1. Влияние некорневых обработок лантаном совместно с прилипателем сильвет Голд на продуктивность и биометрические показатели развития растений смородины черной (среднее за 2010–2013 гг.)

Вариант	Продуктивность, г/куст	Годовой прирост, см/растение	Площадь листьев, см ² /растение
Контроль (без удобрений)	495	204	3220
N _{0.2} P _{0.06} K _{0.2} (фон)	756	587	3990
Фон + некорневая обработка La 0.01%	879	624	4000
Фон + некорневая обработка La 0.03%	1360	786	4100
Фон + некорневая обработка La 0.07%	1100	701	4230
Фон + некорневая обработка La 0.01% + сильвет Голд 0.06%	1270	718	4060
Фон + некорневая обработка La 0.03% + сильвет Голд 0.06%	1200	803	4430
Фон + некорневая обработка La 0.07% + сильвет Голд 0.06%	904	873	3760
Фон + некорневая обработка La 0.03% + сильвет Голд 0.006%	1070	807	4020
Фон + некорневая обработка La 0.07% + сильвет Голд 0.006%	781	779	4370
HCP ₀₅	71	100	290

тов — ионометрическим методом. Общую кислотность плодов смородины черной определяли титрованием 0.1 М NaOH. Сахаро-кислотный индекс рассчитывали как отношение суммы сахаров к общей кислотности. Содержание лантана в плодах определяли фотометрическим методом с Арсеназо III.

Опыт был заложен в пятикратной повторности. Математическую обработку данных выполняли в соответствии с методами, изложенными в [31], с использованием программы Microsoft Excel 2007.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Некорневые обработки растений смородины черной растворами лантана в концентрациях 0.01, 0.03 и 0.07% как отдельно, так и совместно с адьювантом сильвет Голд, увеличивали продуктивность растений и усиливали их рост и развитие (табл. 1). Некорневая обработка 0.01%-ным раствором лантана повышала продуктивность растений смородины черной по сравнению с фоновым вариантом на 16.3%. Максимальное увеличение продуктивности растений происходило при применении 0.03%-ного раствора лантана (продуктивность была на 79.4% больше фона). Эффект от применения более концентрированного 0.07%-ного раствора лантана был слабее: увеличение

продуктивности растений по сравнению с фоновым вариантом составило не более 45.4%. Очевидно, в варианте с концентрацией редкоземельного элемента в рабочем растворе 0.07% его содержание было избыточным. Добавление в состав раствора 0.06% смачивателя сильвет Голд при концентрации La 0.01% усиливало эффект от некорневой подкормки растений лантаном (продуктивность была на 68.3% больше фона), а при концентрациях La 0.03 и 0.07% — ослабляло (продуктивность была на 59.2 и 19.6% больше фона соответственно). По-видимому, в вариантах с повышенной концентрацией в растворе La применение смачивателя сильвет Голд еще больше усиливало избыточное действие редкоземельного элемента, что приводило к меньшему положительному влиянию La на продуктивность растений по сравнению с фоном. Концентрация органико-силиконового смачивателя сильвет Голд 0.006% была менее эффективной.

Показатели вегетативного развития растений (годовой прирост и площадь листьев) при воздействии некорневых обработок лантаном и смачивателем сильвет Голд также увеличивались. По показателю годового прироста растения лучше отзывались на стимулирующее действие более высоких концентраций лантана и на присутствие

Таблица 2. Влияние некорневых обработок лантаном совместно с прилипателем сильвет Голд на содержание хлорофилла в листьях и лантана в плодах растений смородины черной (среднее за 2010–2013 гг.)

Вариант	Хлорофилл (<i>a + б</i>) в листьях, мг/г	Содержание La в плодах, мкг/кг
Контроль (без удобрений)	7.5	200
N _{0.2} P _{0.06} K _{0.2} (фон)	9.1	465
Фон + некорневая обработка La 0.01%	10.9	330
Фон + некорневая обработка La 0.03%	9.5	400
Фон + некорневая обработка La 0.07%	8.9	270
Фон + некорневая обработка La 0.01% + сильвет Голд 0.06%	9.3	250
Фон + некорневая обработка La 0.03% + сильвет Голд 0.06%	10.6	230
Фон + некорневая обработка La 0.07% + сильвет Голд 0.06%	9.9	400
Фон + некорневая обработка La 0.03% + сильвет Голд 0.006%	11.1	465
Фон + некорневая обработка La 0.07% + сильвет Голд 0.006%	9.8	400
HCP ₀₅	2.7	

Таблица 3. Влияние некорневых обработок лантаном совместно с прилипателем сильвет Голд на содержание элементов минерального питания в листьях растений смородины черной (среднее за 2010–2013 гг.), % на сухое вещество

Вариант	N	P	K	Ca	Mg
Контроль (без удобрений)	1.4	0.33	0.99	1.8	0.12
N _{0.2} P _{0.06} K _{0.2} (фон)	2.43	0.47	1.32	2.40	0.14
Фон + некорневая обработка La 0.01%	3.00	0.40	1.35	2.00	0.09
Фон + некорневая обработка La 0.03%	2.63	0.39	1.25	3.10	0.15
Фон + некорневая обработка La 0.07%	3.20	0.45	1.71	2.70	0.22
Фон + некорневая обработка La 0.01% + + сильвет Голд 0.06%	2.71	0.40	1.43	2.30	0.09
Фон + некорневая обработка La 0.03% + + сильвет Голд 0.06%	2.61	0.45	1.41	2.20	0.23
Фон + некорневая обработка La 0.07% + + сильвет Голд 0.06%	3.20	0.31	1.61	2.40	0.12
Фон + некорневая обработка La 0.03% + + сильвет Голд 0.006%	2.80	0.46	1.56	2.10	0.10
Фон + некорневая обработка La 0.07% + + сильвет Голд 0.006%	2.60	0.38	1.48	2.80	0.09

смачивателя сильвет Голд. Наибольший показатель годового прироста растений отмечен в варианте с концентрацией La 0.07% и смачивателя ильвет Голд 0.06% (на 48.8% больше фона). Однако в этом варианте сильное увеличение суммарной длины прироста побегов приводило к умень-

шению площади листьев растений (на 6% меньше фона).

При некорневой обработке растений смородины черной растворами лантана в концентрациях 0.01 и 0.03%, в том числе со смачивателем сильвет Голд, отмечали тенденцию к увеличению содер-

Таблица 4. Влияние некорневых обработок лантаном совместно с прилипателем сильвет Голд на содержание элементов минерального питания в плодах растений смородины черной (среднее за 2010–2013 гг.)

Вариант	N	P	K	Ca	Mg	N-NO ₃
	% на сухое вещество					мг/кг
Контроль (без удобрений)	0.61	0.29	0.97	0.90	0.07	24.8
N _{0.2} P _{0.06} K _{0.2} (фон)	1.45	0.30	0.86	0.80	0.09	28.7
Фон + некорневая обработка La 0.01%	1.91	0.46	1.32	0.90	0.08	28.4
Фон + некорневая обработка La 0.03%	1.78	0.41	0.99	1.40	0.10	26.0
Фон + некорневая обработка La 0.07%	1.74	0.47	1.02	0.90	0.10	30.6
Фон + некорневая обработка La 0.01% + + сильвет Голд 0.06%	1.67	0.40	1.06	1.10	0.09	29.1
Фон + некорневая обработка La 0.03% + + сильвет Голд 0.06%	1.70	0.37	1.02	1.10	0.10	29.3
Фон + некорневая обработка La 0.07% + + сильвет Голд 0.06%	1.59	0.33	1.11	0.90	0.08	27.1
Фон + некорневая обработка La 0.03% + + сильвет Голд 0.006%	2.03	0.29	1.04	0.90	0.09	34.0
Фон + некорневая обработка La 0.07% + + сильвет Голд 0.006%	1.49	0.32	1.30	0.80	0.09	29.3

Таблица 5. Влияние некорневых обработок лантаном совместно с прилипателем сильвет Голд на биохимический состав плодов смородины черной (среднее за 2010–2013 гг.)

Вариант	Сумма сахаров	Общая кислотность	Сахаро-кислотный индекс	Витамин С, мг %
	%			
Контроль (без удобрений)	6.92	2.54	2.72	190
N _{0.2} P _{0.06} K _{0.2} (фон)	6.32	2.56	2.47	190
Фон + некорневая обработка La 0.01%	6.95	2.78	2.50	152
Фон + некорневая обработка La 0.03%	6.81	2.97	2.29	167
Фон + некорневая обработка La 0.07%	7.24	3.08	2.35	186
Фон + некорневая обработка La 0.01% + сильвет Голд 0.06%	6.85	2.80	2.45	183
Фон + некорневая обработка La 0.03% + сильвет Голд 0.06%	6.54	3.04	2.15	185
Фон + некорневая обработка La 0.07% + сильвет Голд 0.06%	6.53	3.23	2.02	190
Фон + некорневая обработка La 0.03% + сильвет Голд 0.006%	7.04	3.32	2.12	171
Фон + некорневая обработка La 0.07% + сильвет Голд 0.006%	7.13	3.03	2.35	190

жания хлорофилла в листьях (табл. 2). При возростании концентрации La до 0.07% содержание хлорофилла в листьях уменьшалось. Добавление в раствор органо-силиконового смачивателя сильвет Голд замедляло этот процесс. Содержание лантана в плодах смородины черной в вари-

антах с некорневой обработкой растений раствором, содержащим редкоземельный элемент, в том числе в присутствии органо-силиконового смачивателя сильвет Голд, не превышало в опыте его фоновую величину, т.е. лантан не накапливался.

Содержание в листьях азота при применении лантана совместно со смачивателем сильвет Голд в 0.06%-ной концентрации повышалось по сравнению с контролем и фоном (табл. 3). На содержание в листьях других элементов минерального питания некорневая обработка растений смородины черной лантаном, как отдельно, так и совместно со смачивателем сильвет Голд, не оказывала закономерного влияния.

При некорневой обработке растений смородины черной лантаном, в том числе совместно со смачивателем сильвет Голд, содержание в плодах азота, фосфора и калия в целом было больше, чем в фоновом варианте и в контроле (табл. 4). При этом содержание нитратов в плодах закономерно не изменялось.

На содержание в плодах витамина С и сумму сахаров некорневая обработка растений смородины черной лантаном закономерного влияния не оказала (табл. 5). С ростом концентрации лантана в растворе при некорневой обработке растений смородины черной отмечали тенденции к увеличению показателей общей кислотности плодов и снижению сахаро-кислотного индекса. Присутствие в рабочем растворе органо-силиконового смачивателя сильвет Голд в концентрации 0.06% еще больше усиливало данный эффект.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Некорневая обработка растворами лантана в концентрации 0.01, 0.03, 0.07% совместно с органо-силиконовым смачивателем сильвет Голд положительно влияла на продуктивность, биометрические, химические и биохимические показатели растений смородины черной сорта Орловская серенада. Наибольшее действие на продуктивность растений смородины черной оказывала некорневая обработка растений 0.03%-ным раствором лантана. При снижении концентрации редкоземельного элемента до 0.01% стимулирующее воздействие редкоземельного элемента на растения смородины черной ослабевало. Увеличение концентрации La в растворе до 0.07% становилось избыточным, т.к. при повышенном содержании лантана стимулирующее воздействие редкоземельного элемента было также менее выраженным.

Применение органо-силиконового смачивателя сильвет Голд усиливало воздействие лантана на растения. Добавление смачивателя сильвет Голд в раствор с повышенной концентрацией лантана 0.07% делало воздействие редкоземельного элемента на растения еще более избыточным. Использование при некорневой обработке

растений смородины черной 0.06%-ного органо-силиконового смачивателя сильвет Голд в растворе лантана с 0.01%-ной концентрацией усиливало стимулирующее действие редкоземельного элемента. В этом случае продуктивность растений смородины черной незначительно уступала варианту с раствором лантана 0.03%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кожевникова Н.М., Митыпов Б.Б., Абашеева Н.Е., Маладаев А.А.* Влияние разных доз лантана на поступление его в растения кукурузы и гороха // Вестн. СВНЦ ДВО РАН. 2008. № 4. С. 92–95.
2. *Маладаев А.А.* Влияние лантана на биологическую активность почв, урожай и качество растений: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Улан-Удэ, 2007. 20 с.
3. *Маладаев А.А., Абашеева Н.Е.* Лантан в системе почва–растение, его влияние на биологическую продуктивность и качество сельскохозяйственных растений // Улан-Удэ: Бурят. ГСХА им. В.Р. Филлипова. 2010. С. 128.
4. *Митыпов Б., Абашеева Н., Кожевникова Н.* Влияние лантансодержащих микроудобрений на урожайность и химический состав гороха и овощных культур // Овощеводство и теплич. хоз-во. 2008. № 2. С. 28–31.
5. *Пигарева Н.Н., Кожевникова Н.М.* Влияние лантансодержащих микроудобрений на нитрификационную способность почв криолитозоны Забайкалья // Агрохимия. 2009. № 2. С. 11–17.
6. *Чимитдоржиева И.Б.* Влияние лантана на микробиологическую активность и фракционный состав азота почв в посевах кукурузы: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Улан-Удэ: Бурят. ГСХА, 2007. 20 с.
7. *Chu Hai-yan, Zhu Jian-guo, Xie Zu-bin, Cao Zhi-Hong, Li Zhen-gao, Zeng Qing.* Effect of lanthanum on carbon and nitrogen of microbial biomass in red soil // J. Rare Earths / Chin. Soc. Rare Earths. 2001. V. 19. № 1. P. 63–65.
8. *Hu Zhengui, Richter Herfried, Sparovek Gerd, Schnug Ewald.* Physiological and biochemical effects of rare earth elements on plants and their agricultural significance: A review // J. Plant Nutr. 2004. V. 27. № 1. P. 183–220.
9. *Li Yuhong.* Effect of lanthanum on redox systems in plasma membranes of *Casuaria equisetifolia* seedlings under acid rain stress // J. Rare Earths. 2003. V. 21. № 5. P. 577–581.
10. *Pang X., Li D.C., Peng A.* Application of rare earth elements in the agriculture of China and its environmental behavior in soil // Environ. Sci. Pollut. Res. 2002. V. 9. P. 143–148.
11. *Pang Z., Wang D.H., Xing X.Y., Peng A.* Effect of La⁺³ on the activities of antioxidant enzymes in wheat headings under lead stress in solution culture // Chemosphere. 2002. V. 47. P. 10.
12. *Wahid P.A., Valiathan M.S., Kamalan N.V., Eapen J.T., Vijayalakshmi S., Prabhu R.K., Mahalingam T.R.* Effect of rare earth elements on growth and nutrition of coconut palm and root competition for these elements be-

- tween the palm and *Calotropis gigantea* // J. Plant Nutr. 2000. V. 23. P. 329–338.
13. Wu Xue-feng, Jin Song, Chu Ling, Liu Deng-yi. Влияние лантана на рост и антиоксидантную ферментную систему *Brassica napus* // Anhui shifan dazue xuebao. Ziran kexue ban // J. Anhui Norm. Natur. Sci. 2008. V. 31. № 4. С. 360–363.
 14. Xie Z.B., Zhu J.G., Chu H.Y., Zhang Y.L., Zheng Q., Ma H.L., Cao Z.H. Effect of lanthanum on rice production, nutrient uptake, and distribution // J. Plant Nutr. 2002. V. 25. P. 2315–2331.
 15. Xu X.K., Zhu W.Z., Wang Z.J., Witkamp G.J. Distribution of rare earth and heavy metals in field-grown maize after application of rare earth-containing fertilizer // Sci. Total. Environ. 2002. V. 293. P. 97–105.
 16. Zeng F.L., Zheng M.F., Zhou S.M., Wu G.G., Deng R.W. The effect of lanthanide chloride on abscisic acid and effect transport activity on some crops // Biol. Trace Element. Res. 1999. V. 67. P. 277–284.
 17. Zheng Z., Zeng F., Xiao B. Effect of lanthanum (La⁺³) on wheat leaves // Biol. Trace Elem. 2003. V. 91. P. 243–255.
 18. Дебелова Д.Д. Влияние лантансодержащих микроудобрений на рост и продуктивность груши, на примере сорта Московская (Ровесница) // Садоводство и виноградарство. 2009. № 6. С. 28–31.
 19. Коновалов С.Н. Влияние редкоземельных элементов на адаптивность растений яблони // Плодоводство и ягодоводство России: Сб. научн. работ ВСТИСП РАСХН. М., 2011. Т. XXVIII. Ч. 1. С. 289–296.
 20. Коновалов С.Н. К вопросу об эффективности применения редкоземельных элементов (РЗЭ) в качестве микроудобрений // Мат-лы 44-й Международ. научн. конф. “Комплексное применение средств химизации в адаптивно-ландшафтном земледелии”, 22–23 апреля 2010 г. М.: ВНИИА, 2010. С. 144–146.
 21. Коновалов С.Н. Эффективность редкоземельных элементов (РЗЭ) при их использовании в качестве микроудобрений на подвоях яблони // Плодоводство и ягодоводство России: Сб. научн. работ ВСТИСП РАСХН. М., 2008. С. 188–195.
 22. Коновалов С.Н., Дебелова Д.Д. Перспективы использования редкоземельных микроэлементов в садоводстве России // Мат-лы 2-го форума “Форум возрождения китайской северо-восточной старой промышленной базы: научно-техническое сотрудничество Китая и СНГ” (“Форум–2006”). 21–22 августа 2006. Китай, Харбин, 2006. С. 165–169.
 23. Переломов Л.В. Взаимодействие редкоземельных элементов с биотическими и абиотическими компонентами почв // Агрохимия. 2007. № 11. С. 85–96.
 24. Абашеева Н.Е., Кожевникова Н.И., Меркушева М.Г., Убугунов Л.Л. Микроудобрение. Пат. RU 2146664 от 24.06.1998 РФ.
 25. Абашеева Н.Е., Кожевникова Н.И., Меркушева М.Г., Убугунов Л.Л., Солдатова З.А., Гаркушева Н.М. Пат. RU №2255923 от 10.07.2005 РФ.
 26. Кожевникова Н.М., Гаркушева Н.М., Меркушева М.Г., Убугунов Л.Л. Пат. RU 2322426 от 09.01.2007 РФ.
 27. Коновалов С.Н., Дебелова Д.Д., Бобкова В.В. Эффективность прецизионных методов применения лантана на смородине черной // Садоводство и виноградарство. 2015. № 4. С. 35–39.
 28. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Седова Е.Н., Огольцовой Т.П. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 608.
 29. Гинзбург Е.К., Щеглова Е.К. Определение азота, фосфора и калия в растительном материале из одной навески // Почвоведение. 1960. № 5. С. 100–105.
 30. Минеев В.Г., Сычев В.Г., Амеляничик О.А., Большова Т.Н., Гомонова Н.Ф., Дурьнина Е.П., Егоров В.С., Егорова Е.В., Едемская Н.Л., Карпова Е.А., Прижуркова В.Г. Практикум по агрохимии. Уч. пособ. 2-е изд-е. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.
 31. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. С. 351.

Influence of Organic-Silicone Wetting Agent Silvet Gold on the Effectiveness of Foliar Treatment with Lanthanum to Black Currant Plants

S. N. Konovalov^{a,#}, D. D. Debelova^a, and V. V. Bobkova^a

^a All-Russian Horticultural Institute for Breeding Agrotechnology and Nursery
ul. Zagorievskaja 4, Moscow 115598, Russia

[#]E-mail: vstisp.agrochem@yandex.ru

In the vegetation experiment the influence of non-root treatments of black currant plants of variety Orlovskaya serenada by lanthanum together with organic-silicone wetting agent Silvet Gold was studied. For foliar treatment 0.01%, 0.03% and 0.07% solutions of lanthanum chloride, 0.06% and 0.006% solutions of organic-silicone wetting agent Silvet Gold were used. When foliar treatment with lanthanum in a concentration of 0.01%, the productivity of black currant plants increased by 16.3%, at a concentration of La 0.03% – by 79.4%, at a concentration of La 0.07% – by 45.4%. With a concentration of La 0.01% and 0.06% of the Silvet Gold wetting agent, the productivity of black currant plants increased by 68.3%.

Key words: organic-silicone wetting agent Silvet Gold, effectiveness of foliar treatment, lanthanum, black currant plants.