

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ ЭДТА ЛАНТАНА НА УРОЖАЙНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ В НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЕ РОССИИ

*М.Т. Мухина, к.б.н., М.Е. Ламмас, к.с.-х.н., А.А. Коршунов, к.с.-х.н.,
Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова
127434, Москва, ул. Прянишникова, 31А, Россия, elgen@mail.ru*

Проведены исследования по изучению диапазона оптимальных концентраций ЭДТА лантана для обработки клубней картофеля перед посадкой в Московской области в 2023-2024 г. Цель работы дать оценку эффективности использования ЭДТА лантана в качестве удобрения для картофеля. В рамках полевых экспериментов проанализировано влияние ЭДТА лантана на урожайность, качество клубней и устойчивость растений к болезням. В 2023 г. применение баковых смесей ЭДТА лантана с фунгицидами с 50%- и 100%-ной дозами обеспечило прибавку урожайности картофеля по сравнению с контролем на 37,1 и 39,2% соответственно. В сравнении с 2023 г. агроклиматические условия вегетационного периода развития картофеля в 2024 г. способствовали снижению урожайности в среднем по вариантам опыта на 16,8-23,1%, товарной урожайности – почти в 2 раза. При применении баковых смесей общая урожайность повысилась на 11,9-16,8%, товарная урожайность – на 18,4-26,5%. Исследование подтверждает целесообразность применения ЭДТА лантана как самостоятельного средства борьбы с грибными инфекциями картофеля, а также в комбинации с традиционными химическими препаратами, обеспечивая экономичность и высокую защиту посадочного материала.

Ключевые слова: ЭДТА лантан, картофель, продуктивность, качество, редкоземельные металлы.

Для цитирования: Мухина М.Т., Ламмас М.Е., Коршунов А.А. Оценка влияния различных доз ЭДТА лантана на урожайность и устойчивость к болезням клубней картофеля в Нечернозёмной зоне России// Плодородие. – 2026. – №1. – С. 54-58. DOI: 10.25680/S19948603.2026.148.11.

Применение редкоземельных элементов, включая лантан, в сельском хозяйстве — перспективное направление повышения урожайности растений. Лантан обладает способностью улучшать физиологические процессы растения, стимулируя рост корней, фотосинтез и усвоение питательных веществ из почвы. Хелаты, содержащие редкоземельные элементы, позволяют эффективно доставлять микроэлементы в растение, обеспечивая высокую биодоступность и улучшая усвояемость растениями. Хелатированные формы редкоземельных ультраэлементов способствуют постепенному высвобождению активного вещества, снижая риск токсичности и повышая эффективность внесения удобрений. Это особенно важно для культур, выращиваемых в регионах с неблагоприятными почвенными условиями, такими как Нечернозёмная зона России.

Преимущества использования лантана в форме хелатов на картофеле:

- улучшение роста корневой системы: редкоземельный элемент способствует развитию мощной корневой системы, что улучшает способность картофеля усваивать воду и питательные вещества из почвы.
- повышение устойчивости к стрессовым факторам: растения становятся менее чувствительными к недостатку влаги, экстремальным температурам и другим неблагоприятным условиям окружающей среды.
- стимуляция фотосинтеза: улучшается процесс образования хлорофилла, что повышает продуктивность фотосинтеза и обеспечивает увеличение урожая.
- оптимизация обмена веществ: активизируются биохимические реакции, способствующие улучшению качества клубней, повышению содержания крахмала и витаминов.

Для достижения наилучших результатов рекомендуется внесение хелатированных форм лантана совместно

с основными удобрениями во время предпосевной обработки семян или непосредственно перед посадкой картофеля. Дозы должны соответствовать рекомендациям производителя и учитывать особенности конкретной агроэкологической зоны выращивания культуры.

Цель исследований – установить влияние РЗЭ лантана (La) в форме хелатов ЭДТА на всхожесть, биометрические показатели, распространение и степень развития заболеваний растений, продуктивность и качество урожая картофеля.

Методика. Исследования проводили в 2023-2024 г. в Московской области (I почвенно-климатическая зона) на картофеле сорта Сантэ.

Объект исследований – РЗЭ лантан (La) в форме хелатов ЭДТА. Для обработки растений использовали растворы, приготовленные с помощью последовательного разведения маточных растворов хелатов лантаноидов, с содержанием действующего вещества 0,36 моль/л.

Схема опыта:

1. Контроль. Фон НРК (далее Контроль).
2. Фон НРК. Фунгицид 100 % (далее Ф₁₀₀).
3. Фон НРК + ЭДТА La + УМХ марки Cu. Предпосадочная обработка клубней ЭДТА La в дозе 0,3 мг/т; расход рабочего раствора – 30 л/т. Некорневая подкормка: 1-я – в фазе 2-3 листьев, 2-я – в начале бутонизации, расход ЭДТА La 0,3 мг/га, расход УМХ марки Cu 3 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га (далее ЭДТА La + УМХ_{Cu}).
4. Фон НРК + ЭДТА La + УМХ марки Cu + Фунгицид 100 %. Предпосадочная обработка клубней ЭДТА La в дозе 0,3 мг/т, расход рабочего раствора – 30 л/т. Некорневая подкормка: 1-я – в фазе 2-3 листьев, 2-я – в начале бутонизации, расход ЭДТА La 0,3 мг/га, расход УМХ марки Cu 3 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га (далее ЭДТА La + УМХ_{Cu} + Ф₁₀₀).

5. Фон НРК + ЭДТА La + УМХ марки Cu + Фунгицид 50 %. Предпосадочная обработка клубней ЭДТА La в дозе 0,3 мг/т; расход рабочего раствора – 30 л/т. Некорневая подкормка: 1-я – в фазе 2-3 листьев, 2-я – в начале бутонизации, расход ЭДАТ La 0,3 мг/га, расход УМХ марки Cu 3 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га (далее ЭДТА La + УМХ_{Cu} + Ф₅₀).

Площадь опытной деланки 25 м², размещение рандомизированное. Повторность четырехкратная.

Минеральные удобрения (азофоска с добавлением калимагнезии) в дозе N₆₀P₆₀K₉₀ вносили под нарезку гребней в середине апреля локально двумя лентами культиватором КРН-4,2 с туковывсевающими аппаратами.

Почва опытных участков дерново-подзолистая супесчаная с содержанием гумуса 1,7%, pH 4,9. В период ве-

гетаии проводили агротехнические мероприятия согласно принятому регламенту.

Погодные условия для картофеля сложились достаточно благоприятно. ГТК в 2023 г. составил 1,45, в 2024 г. – 1,19. Однако в 2024 г. в период вегетации картофеля отмечены экстремальные условия в виде засухи.

Результаты и их обсуждение. Результаты полевых исследований с целью определения степени влияния ЭДТА лантана при обработке клубней картофеля в условиях Московской области на продуктивность растений показали степень его положительного действия. Благодаря комплексу применения препаратов в оптимальных климатических условиях в начальные фазы развития картофеля динамика всхожести растений картофеля была равномерна и активна, что способствовало дальнейшему развитию картофеля (рис. 1).

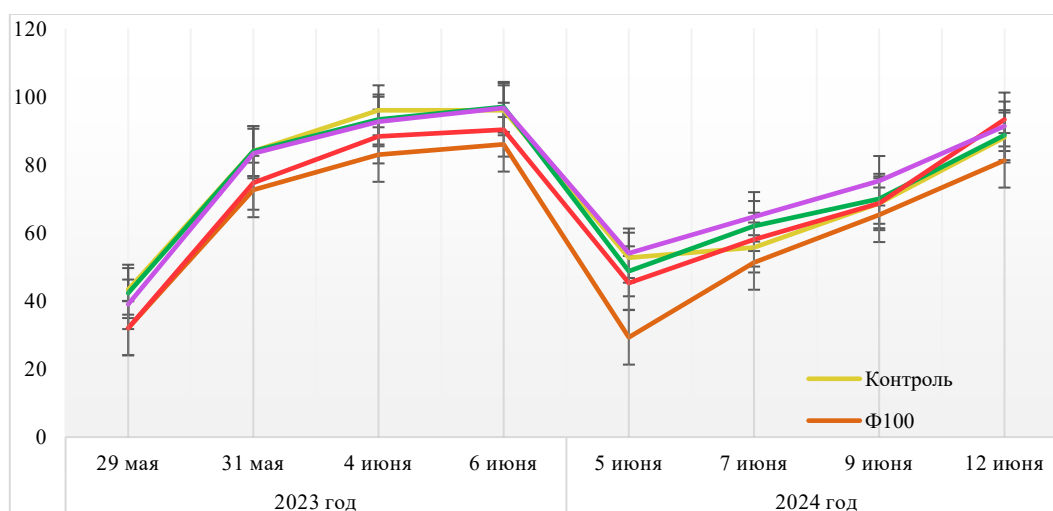


Рис. 1. Динамика всхожести картофеля, %

Количество всходов растений картофеля в 2023 г. снижалось под действием обработки фунгицидом, тогда как в контрольном варианте оно было значительно выше. Предпосадочная обработка клубней картофеля ЭДТА лантана и УМХ Cu совместно с фунгицидом с нормой расхода 50% способствовала повышению полевой всхожести картофеля, однако не превышала значение контрольного варианта. В 2024 г. наблюдалась аналогичная ситуация с фунгицидными обработками. Снижение нормы расхода фунгицида способствовало незначительному повышению всхожести растений картофеля по вариантам обработки растений, но не превышающему контрольные показатели.

Следует отметить, что предпосадочная обработка клубней картофеля ЭДТА лантана и УМХ Cu совместно с фунгицидом с нормой расхода 50% способствовала повышению полевой всхожести картофеля на 2,5-3,8% по сравнению с контролем.

Биометрические показатели растений картофеля в 2023 г. были выше контроля. Масса клубней была больше контроля на 0,7-37,5%, количество клубней – на 4,5-36,9%. Следует отметить, что варианты с применением фунгицида показали минимальное отличие от контроля. Максимальное повышение биометрических показателей картофеля отмечено в варианте ЭДТА La + УМХ Cu, где масса клубней дала прибавку в 37,5%, количество клубней – 36,9% по сравнению с контролем.

1. Влияние ЭДТА La на биометрические показатели растений картофеля (на 1 куст)

Вариант	2023 г.				2024 г.			
	Масса клубней		Количество клубней		Масса клубней		Количество клубней	
	г	% к контр.	шт.	% к контр.	г	% к контр.	шт.	% к контр.
Контроль	317,1	-	11,1	-	318,3	-	12,1	-
Ф ₁₀₀	319,2	0,7	12,7	14,4	325,5	2,3	13,1	8,5
ЭДТА La + УМХ Cu	436,1	37,5	15,2	36,9	340,9	7,1	12,1	0
ЭДТА La + УМХ Cu + Ф ₁₀₀	328,9	3,7	11,6	4,5	360,5	13,3	13,0	7,4
ЭДТА La + УМХ Cu + Ф ₅₀	343,3	8,3	14,9	34,2	357,8	12,4	12,8	5,5
НCP ₀₅	9,82		0,47		7,65		0,34	

В 2024 г. варианты с применением фунгицида, наоборот, показали положительную тенденцию по отношению к контролю. Так, масса клубней была выше контроля на 2,3-13,3%, количество клубней – на 5,5-8,5%. В варианте ЭДТА La + УМХ Cu без фунгицидной

обработки масса клубней была выше контроля на 7,1%. Количество клубней картофеля оставалось на уровне контрольного значения 12,1%.

Анализ урожайности картофеля в течение вегетационного периода 2023-2024 г. позволил сделать вывод о

том, что применение ЭДТА лантана и его баковой смеси с микроэлементом Cu и фунгицидами с разными

нормами расхода повышают продуктивность растений картофеля, а также выход товарной фракции (табл.2).

2. Влияние ЭДТА La на урожайность картофеля

Вариант	Урожайность, т/га		Фракционный состав, %		
	всего	в т. ч. товарных	30-60 мм	>60 мм	< 30 мм
2023 г.					
Контроль	18,6	16,9	55,8	34,8	9,4
Ф ₁₀₀	25,2	22,3	54,6	35,4	10,0
ЭДТА La + УМХ Cu	24,7	22,2	58,2	31,8	10,0
ЭДТА La + УМХ Cu + Ф ₁₀₀	25,9	23,7	57,9	33,3	8,9
ЭДТА La + УМХ Cu + Ф ₅₀	25,5	23,6	55,1	37,4	7,5
2024 г.					
Контроль	14,3	9,8	55,3	11,8	32,9
Ф ₁₀₀	15,8	11,9	55,1	20,1	24,8
ЭДТА La + УМХ Cu	15,3	10,6	53,1	15,9	31,0
ЭДТА La + УМХ Cu + Ф ₁₀₀	16,7	12,4	55,1	19,4	25,5
ЭДТА La + УМХ Cu + Ф ₅₀	16,0	11,6	55,3	17,1	27,6

Урожайность картофеля в 2023 г. при применении ЭДТА лантана совместно с УМХ Cu повысилась на 32,8%, при этом товарная урожайность выросла на 31,4%. Применение баковых смесей ЭДТА лантана с фунгицидами с 50%- и 100%-ной дозами обеспечило прибавку урожайности картофеля по сравнению с контролем на 37,1 и 39,2% соответственно.

В сравнении с 2023 г., агроклиматические условия вегетационного периода 2024 г. развития картофеля способствовали снижению урожайности в среднем по вариантам опыта на 16,8-23,1%, товарной урожайности – почти в 2 раза. В 2024 г. общая и товарная урожайность картофеля выросла в вариантах применения ЭДТА лантана с УМХ Cu на 7,0 и 8,2%, соответственно. При применении баковых смесей общая урожайность повысилась на 11,9-16,8%, товарная урожайности – на 18,4-26,5%.

Проведя анализ полученных данных, пришли к выводу, что совместное применение ЭДТА лантана с УМХ Cu и фунгицидами способствует эффективному повышению урожайности картофеля. Следует отметить, что применение максимальной дозы фунгицида без добавок не

превышает показатели в вариантах баковых смесей с ЭДТА лантаном и УМХ Cu. Данный факт свидетельствует о том, что ЭДТА лантан с УМХ Cu способствует снижению фунгицидной нагрузки на растения картофеля.

Распространение альтернариоза в вариантах с применением ЭДТА лантана в 2023 г. в начальные даты учётов было значительно ниже контроля – на 4,7-9,4 и 6,0-14,0% соответственно.

Обработка растений баковой смесью со 100%-ной нормой химических фунгицидов позволила снизить распространённость болезни до третьего учёта, а степень развития болезни до четвертого учёта. К четвертому учёту распространение альтернариоза на растениях картофеля снизилось на 6,6%, а степень развития – на 3,0%.

В 2024 г. распространение альтернариоза в вариантах с применением ЭДТА лантана было минимальным. На дату четвёртого учёта была отмечена тенденция к снижению распространения и развития альтернариоза на картофеле в вариантах с применением ЭДТА лантана и баковой смеси фунгицидов совместно с УМХ Cu (табл. 3).

3. Влияние ЭДТА La на распространение (P) и степень развития (R) альтернариоза на растениях картофеля, %

Вариант	P		R		P		R		P		R		
	всего	в т. ч. товарных	всего	в т. ч. товарных	всего	в т. ч. товарных	всего	в т. ч. товарных	всего	в т. ч. товарных	всего	в т. ч. товарных	
2023 г.													
Дата учёта	17.07				24.07				28.07				01.08
Контроль	20,7	3,4	33,3	6,4	54,3	11,1	71,3	15,9	20,7	3,4	33,3	6,4	
Ф ₁₀₀	9,7	1,4	27,9	6,9	51,5	16,6	61,7	21,5	10,0	0,0	0,0	0,0	
ЭДТА La + УМХ Cu	16,0	2,3	27,3	4,7	55,3	8,4	89,7	14,5	12,7	1,8	19,3	3,2	
ЭДТА La + УМХ Cu + Ф ₁₀₀	12,7	1,8	19,3	3,2	34,0	6,4	64,7	12,9	11,3	1,6	24,0	3,8	
ЭДТА La + УМХ Cu + Ф ₅₀	11,3	1,6	24,0	3,8	48,0	8,1	80,3	15,9	4,3	10,0	10,7	F _q <F _r	
2024 г.													
Дата учёта	2.07		9.07		17.07		22.07		25.07				
Контроль	4,0	0,6	14,0	2,0	25,5	3,9	40,4	8,8	89,0	20,4	4,0	0,6	
Ф ₁₀₀	0,0	0,0	4,0	0,6	12,3	0,6	29,1	5,2	71,3	3,9	0,0	0,0	
ЭДТА La + УМХ Cu	4,0	0,6	11,8	1,1	21,4	2,1	36,2	9,4	84,5	20,1	4,0	0,6	
ЭДТА La + УМХ Cu + Ф ₁₀₀	1,0	0,2	4,0	0,6	10,0	1,4	29,8	5,8	72,0	16,8	1,0	0,2	
ЭДТА La + УМХ Cu + Ф ₅₀	2,2	0,3	10,9	1,5	18,0	8,1	35,2	6,2	72,3	17,5	2,2	0,3	
НСР ₀₅	1,2		3,1		5,6		9,4		12,3		1,2		

Первые признаки фитофтороза наблюдались в контрольном варианте и в вариантах с применением ЭДТА лантана (рис. 2). Его применение со 100%-ной дозой фунгицидов уменьшило поражение растений и позволило снизить количество поражённых растений по сравнению с контролем на 32,3%, а степень развития на 28,8%.

На дату последнего учёта различия в поражённости растений фитофторозом между вариантами с использованием ЭДТА лантана и его баковых смесей со 100%-ной дозой фунгицидов и контролем были минимальными. В вариантах с применением ЭДТА лантана и его баковых смесей с 50%-ной дозой фунгицидов и на контроле распространение и развитие фитофтороза были практически одинаковыми.

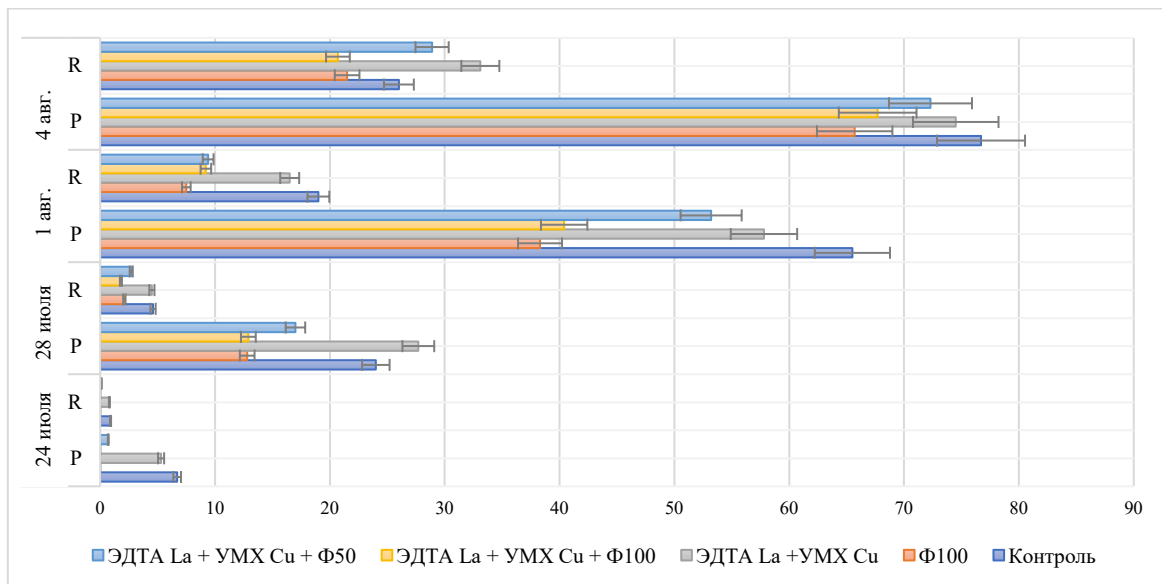


Рис. 2. Влияние ЭДТА La на распространение (P) и степень развития (R) фитофтороза на растениях картофеля (2023 г.), %

В 2024 г. в исследуемых вариантах опыта фитофтороз на растениях картофеля не обнаружен.

Общее число пораженных клубней картофеля в вариантах с применением ЭДТА лантана и баковых смесей в

2023 г. уменьшилось по сравнению с контролем на 8,1-24,2%. В 2024 г. заболеваемость клубней картофеля снизилась в опытных вариантах на 51,1-70,6% в сравнении с контрольным вариантом (табл. 4).

4. Влияние ЭДТА лантана на заболеваемость клубней картофеля

Вариант	Больные клубни, %					Повреждены совкой, %
	всего	сухая гниль	ризоктониоз	парша обыкновенная	фитофтороз	
2023 г.						
Контроль	6,2	4,0	1,2	0,3	0,7	0,2
Ф ₁₀₀	0	0	0	0	0	0
ЭДТА La + UMX Cu	3,7	2,0	0,5	1,2	0	0
ЭДТА La + UMX Cu + Ф ₁₀₀	1,5	0,5	1,0	0	0	0
ЭДТА La + UMX Cu + Ф ₅₀	5,7	2,0	3,0	0,7	0	0
НСР ₀₅	1,3	-	-	-	-	-
2024 г.						
Контроль	58,1	32,2	25,7	0,2	0	0
Ф ₁₀₀	34,9	25,0	9,6	0,3	0	0
ЭДТА La + UMX Cu	41,0	22,8	18,0	0,2	0	0
ЭДТА La + UMX Cu + Ф ₁₀₀	29,7	21,7	7,7	0,3	0	0
ЭДТА La + UMX Cu + Ф ₅₀	33,0	21,3	11,2	0,5	0	0
НСР ₀₅	1,9	-	-	-	-	-

Применение ЭДТА лантана и его баковых смесей с химическими фунгицидами не оказало существенного влияния на биохимические качества клубней картофеля. Содержание нитратного азота в 2023-2024 г. находилось в пределах ПДК.

Выводы. Применение ЭДТА лантана показало эффективность в борьбе с заболеваниями картофеля, такими как альтернариоз и фитофтороз.

Результаты исследований свидетельствуют о следующем:

1. Эффективность против болезней:

- использование ЭДТА лантана привело к значительному снижению распространения альтернариоза и поражения растений фитофторозом.

- контрольные варианты (без обработки) продемонстрировали значительно большую заболеваемость по сравнению с обработанными растениями.

2. Повышение эффективности при совместном применении:

- смесь ЭДТА лантана с половинной дозой химического фунгицида показала лучший результат, практически равный применению полной дозы фунгицида.

- это свидетельствует о синергическом эффекте

взаимодействия препаратов, позволяющем снизить расход фунгицидов без потери качества защиты.

3. Воздействие на качество урожая:

- обработка картофеля раствором ЭДТА лантана существенно уменьшила число пораженных клубней;

- качество собранного урожая улучшилось благодаря уменьшению уровня инфицирования болезнями.

4. Рост урожайности:

- баковые смеси ЭДТА лантана с фунгицидами положительно повлияли на продуктивность картофельных полей, увеличив урожайность культуры.

Таким образом, исследование подтверждает целесообразность применения ЭДТА лантана как самостоятельного средства борьбы, повышающего устойчивость растений картофеля к поражению грибными инфекциями. Использование редкоземельного элемента лантана в виде хелата на картофеле в Нечернозёмной зоне является эффективным способом улучшения плодородия почвы и увеличения урожайности картофеля.

Литература

1. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник. Книга 6: Редкие f-элементы / Под ред. Куренкова Э.К. – М.: Экология, 1997. – 607 с.

2. *Природные* и синтетические цитокинины и их применение в биотехнологии, агрохимии и медицине / М.С. Ощепков [и др.] // *Успехи химии*. – 2020. – Т. 89. – № 8.

3. *Савельева И.Л.* Редкоземельная промышленность России: современное состояние, ресурсные условия развития // *География и природные ресурсы*. – 2011. – № 1. – С. 122–129.

4. *Цыдытова С.Б.* Агрохимия редкоземельных элементов // *Вестник БГУ*. Сер. 1: Химия. – Вып. 1. – Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2004. – С. 187–193.

5. *Шаповал О.А.* Эффективность применения синтетических регуляторов роста класса цитокининов на сельскохозяйственных культурах / О. А. Шаповал, И. П. Можарова, А. А. Коршунов // *Плодородие*.

– 2023. – № 6(135). – С. 38–42.

6. *Шкуркин С.И.* Оценка динамики регистрационных испытаний удобрений с аминокислотами в России / С. И. Шкуркин, О. А. Шаповал // *Международный сельскохозяйственный журнал*. – 2022. – № 5(389). – С. 550–554.

7. *De Oliveira C., Ramos S.J., Siqueira J.O., Faquin V., de Castro E.M., Amaral D.C., Techio V.H., Coelho L.C., e Silva P.H.P., Schnug E., Guilherme L.R.G.* Bioaccumulation and effects of lanthanum on growth and mitotic index in soybean plants // *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2015. V. 122. P. 136–144.

8. *Plant growth regulators: a sustainable approach to combat pesticide to-xicity / S. Jan [et al.] // 3 Biotech*. – 2020. – Vol. 10. – № 11. – P. 466.

UDK 631.811.98

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF VARIOUS DOSES OF LANTHANUM EDTA ON YIELD INDICATORS AND DISEASE RESISTANCE OF POTATO TUBERS IN THE NON-CHERNOZEM ZONE OF RUSSIA

***M.T. Mukhina, Head of the Department of Testing Growth Regulators of Plant and Agrochemicals and Pesticides
M.E. Lammas, Researcher at the Laboratory of Testing Elements of Agrotechnologies, Agrochemicals,
Growth Regulators of Plant and Pesticides***

***A.A. Korshunov, Senior Researcher at the Laboratory of Testing Elements of Agrotechnologies, Agrochemicals,
Growth Regulators of Plant and Pesticides
Moscow, Russia 31A Pryanishnikova St., Moscow, 127434, Russia, elgen@mail.ru***

Annotation. Research was conducted to explore the optimal range of lanthanum EDTA concentrations for treating potato tubers before planting in the Moscow region in 2023-2024. The aim of the study was to evaluate the effectiveness of lanthanum EDTA as a potato fertilizer. Field experiments analyzed the effect of lanthanum EDTA on yield, tuber quality, and plant disease resistance. In 2023, tank mixtures of lanthanum EDTA with fungicides at 50% and 100% doses increased potato yield by 37.1% and 39.2%, respectively, compared to the control. Compared to 2023, the agroclimatic conditions of the 2024 growing season for potato development contributed to a 16.8-23.1% average yield reduction across the experimental variants, and a nearly halved marketable yield. When using tank mixtures, overall yield increased by 11.9-16.8%, and marketable yield by 18.4-26.5%. The study confirms the feasibility of using lanthanum EDTA as a standalone treatment for potato fungal infections, as well as in combination with traditional chemicals, providing cost-effectiveness and high protection for planting material.

Key words: EDTA, lanthanum, potatoes, productivity, quality, rare earth metals.