

СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ/PLANT BREEDING, SEED PRODUCTION AND BIOTECHNOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.60.3>

ВЛИЯНИЕ ХИТОЗАНА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ АЭРОПОНИКИ

Научная статья

Уромова И.П.^{1,*}, Штырлина О.В.², Пиманова Н.А.³

¹ORCID : 0000-0003-1000-3603;

³ORCID : 0000-0003-1284-8765;

^{1, 2, 3} Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина, Нижний Новгород, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (uromova2012[at]yandex.ru)

Аннотация

В опыте изучено влияние регулятора роста Хитозан на продуктивность картофеля среднеспелой группы сорта Восторг селекции ВНИИКС им. А.Г. Лорха в условиях аэропоники. Установлено, что обработка вегетирующих растений Хитозаном приводит к увеличению высоты растений на 25,3%, длины корней на 8,6%, количество столонов на 39,2%, урожайность куста на 67,4%, коэффициент размножения на 26,7%. Также получено незначительное повышение биохимических показателей мини-клубней. Превышение составило по сухому веществу — 14,5%, по содержанию белка — 33,3%, по накоплению крахмалу — 20,4%. Содержание витамина С осталось на уровне контроля. В целом, обработка вегетирующих растений препаратом Хитозан в концентрации 0,01% в аэропонных условиях способствует получению более высокого урожая с большим коэффициентом размножения, что особенно актуально в настоящее время и перспективно в картофелеводстве.

Ключевые слова: картофель, аэропоника, регулятор роста, Хитозан, биометрические показатели, мини-клубни, продуктивность, коэффициент размножения.

INFLUENCE OF CHITOSAN ON POTATO PRODUCTIVITY UNDER AEROPONICS CONDITIONS

Research article

Uromova I.P.^{1,*}, Shtirlina O.², Pimanova N.A.³

¹ORCID : 0000-0003-1000-3603;

³ORCID : 0000-0003-1284-8765;

^{1, 2, 3} Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

* Corresponding author (uromova2012[at]yandex.ru)

Abstract

The influence of chitosan growth regulator on productivity of mid-season potatoes of Vostorg variety selection of Federal Potato Research Center named after A.G. Lorkh under aeroponics conditions was studied in the experiment. It was found that treatment of vegetative plants with chitosan leads to an increase in plant height by 25.3%, root length by 8.6%, number of stolons by 39.2%, bush yield by 67.4%, reproduction rate by 26.7%. A slight increase in biochemical parameters of mini-tubers was also obtained. The excess was 14.5% for dry matter, 33.3% for protein content, and 20.4% for starch accumulation. The content of vitamin C remained at the level of control. In general, treatment of vegetative plants with the drug Chitosan at a concentration of 0.01% in aeroponic conditions contributes to obtaining a higher yield with a higher reproduction rate, which is especially relevant at present and promising in potato growing.

Keywords: potato, aeroponics, growth regulator, chitosan, biometric parameters, mini-tubers, productivity, multiplication factor.

Введение

Выращивание растений картофеля в условиях аэропоники является в настоящее время перспективным направлением, которое способно обеспечить оптимальные условия для формирования мини-клубней [2], [4], [5]. В данном случае преимущество аэропонной технологии состоит в том, что каждую стадию процесса можно регулировать. Поэтому существенное влияние на этот процесс оказывают регуляторы роста, которые способны создавать необходимые условия для активации ростовых процессов, в частности, проявляющихся в повышении продуктивности растений картофеля [3], [8].

Регуляторы роста — это вещества, как правило, органического происхождения, которые в малых концентрациях способны изменять количественные и качественные показатели картофеля [10], [11].

К регуляторам роста относится препарат Хитозан. Механизм действия которого заключается в активации ростовых процессов, направленных на увеличение показателей роста вегетативных органов [4], [7]. Данный механизм, по мнению некоторых исследователей, возможен благодаря тому, что Хитозан способен изменять осмотическое давление клеток, а следовательно, это дает возможность лучше поглощать и усваивать воду и питательные вещества из рабочего раствора [12]. По мнению других авторов, Хитозан способен индуцировать деление клеток корней путем активации в них ауксинов и цитокининов, что в итоге приводит к росту корневой системы, а в дальнейшем это способствует повышению продуктивности, т.е. увеличению коэффициента размножения [9]. Есть мнение [13], что обработка вегетирующей листовой поверхности приводит к увеличению процесса фотосинтеза, что можно объяснить

изменением в транспорте через устьичные щели, ускорением транспирации и углеродного метаболизма в растениях, что в итоге приводит к повышению урожайности культуры.

Поэтому цель исследования состоит в изучении влияния Хитозана на продуктивность картофеля в условиях аэропоники. Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) изучить влияние Хитозана на биометрические показатели вегетативных органов растений картофеля в условиях аэропоники;
- 2) изучить влияние Хитозана на продуктивность корневой системы растений картофеля в условиях аэропоники;
- 3) изучить влияние Хитозана на биохимический состав мини-клубней картофеля сорта Восторг.

Методы и принципы исследования

Исследования проводились в лаборатории физиологии растений и сельского хозяйства кафедры биологии, химии, экологии и методик обучения НГПУ им. К. Минина и в лаборатории биотехнологии на базе ООО «Элитхоз» в 2025 году.

В эксперименте использовали оздоровленный меристемный материал картофеля сорта Восторг, среднеспелой группы селекции ВНИИКС им. А.Г. Лорха.

Схема опыта включала следующие варианты: 1 вариант — контроль без обработок; 2 вариант — обработка вегетирующих растений Хитозаном в дозе 10 мл/л (0,01%). Опрыскивание вегетирующих растений производили 2 раза (14 и 28 день культивирования в аэропонике) ручным опрыскивателем.

Биометрические параметры вегетативных органов (высоту растений, длину корней, количество столонов) определяли на 42 день, количество мини-клубней, биохимические параметры — на 80 день вегетации [6].

Полученные результаты обрабатывались статистически с использованием компьютерных программ Microsoft Excel [1].

Основные результаты и обсуждения

Установлено, что в ходе эксперимента Хитозан в концентрации 0,01% способствовал увеличению биометрических показателей вегетативных органов растений картофеля сорта Восторг, выращиваемых в аэропонной установке по вариантам опыта неодинаково (табл. 1).

Таблица 1 - Влияние Хитозана на биометрические показатели вегетативных органов растений картофеля сорта Восторг в условиях аэропоники

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.60.3.1>

Вариант	Высота растений, см	Длина корней, см	Количество столонов, шт
Контроль	45,7	50,0	18,1
Хитозан	57,3	54,3	25,2
НСР ₀₅	2,7	1,3	3,6

Примечание: 2025 г

Обработка растений Хитозаном достоверно увеличила высоту растений на 25,3%, по сравнению с вариантом без обработки. Также отмечено, что растения на опытном варианте сформировали более длинные корни. Превышение данного параметра составило 8,6%, по отношению к контрольному варианту, что также является достоверным показателем. Результаты предыдущих опытов [10] свидетельствуют о том, что величина корневой системы определяет продуктивность растений, поэтому растения, имеющие более развитую корневую систему, способны активнее использовать питательные элементы и влагу из питательного раствора, и в итоге продуктивнее развиваться.

Было установлено, что в процессе исследования растения картофеля сорта Восторг сформировали на 39-й день опыта хорошо развитые столоны. Количество столонов при обработке растений препаратом в опыте увеличилось на 39,2%, по сравнению с контролем. Увеличение столонов в дальнейшем, как правило, приводит к увеличению урожая клубней, поэтому данную обработку можно рекомендовать как прием для повышения коэффициента размножения, что является особенно важным и необходимым элементом аэропонной технологии (табл. 2).

Таблица 2 - Влияние Хитозана на продуктивность куста картофеля сорта Восторг в условиях аэропоники

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.60.3.2>

Вариант	Урожайность мини-клубней, г/куст	Средняя масса клубня, г	Коэффициент размножения, шт/раст
Контроль	2031,6	22,4	90,7
Хитозан	3401,3	29,5	115,3
НСР ₀₅	28,7	-	-

Применение препарата Хитозан при выращивании картофеля в условиях аэропоники способствовало не только увеличению высоты растений, длины корней и количества столонов, но также оказало положительное влияние и на урожайность и выход мини-клубней картофеля сорта Восторг. Урожайность с куста в варианте с применением Хитозана превышала данный показатель на 67,4%, по сравнению с контролем. Коэффициент размножения составил на опытном варианте 115,3 шт/раст, на контроле 90,7 шт/раст, что превышает контроль на 26,7%. Средняя масса клубня также была выше на опытном варианте. Параметры продуктивности куста показывают, что эффективность данного приема в условиях аэропоники не вызывает сомнения. Поэтому аэропонные технологии выращивания растений относятся к такому типу биотехнологий, которые могут вывести сельское хозяйство на принципиально новый уровень развития [4].

Хитозан также способствовал незначительному повышению качественных показателей мини-клубней (табл. 3).

Таблица 3 - Влияние Хитозана на биохимические показатели мини-клубней картофеля сорта Восторг в условиях аэропоники

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.60.3.3>

Вариант	Сухое вещество, %	Витамин «С», мг %	Белок, %	Крахмал, %
Контроль	19,3	14,9	1,2	13,7
Хитозан	22,1	15,0	1,6	16,5
НСР ₀₅	0,2	0,1	0,1	0,2

Наилучший результат был получен при обработке ботвы Хитозаном. Превышение по сухому веществу было достоверным и составило 14,5%, по сравнению с контролем. Содержание витамина С в мини-клубнях после обработки препаратом не изменилось. Данный параметр был в пределах ошибки опыта. По содержанию в мини-клубнях белка опытный вариант достоверно превышал контрольный на 33,3%. Содержание крахмала в мини-клубнях при обработке Хитозаном увеличилось на 20,4%, по сравнению с контрольным вариантом. Видимо, обработка Хитозаном усиливает метаболические процессы в растениях и приводит к более быстрому оттоку органических веществ (ассимилятов) в формирующиеся клубни [10].

Заключение

Выявлено, что препарат Хитозан вызывает увеличение высоты растений (на 25,3%), длины корней (на 8,6%) и количества столонов (на 39,2%), по сравнению с контролем.

Установлено, что обработка растений Хитозаном способствовала увеличению урожайности с куста на 67,4%, средней массы клубня на 31,6%, коэффициента размножения на 26,7%, по сравнению с контролем.

Установлено, что обработка Хитозаном способствовала незначительному повышению биохимических показателей. Превышение по сухому веществу составило 14,5%, по содержанию белка — 33,3%, по накоплению крахмала — на 20,4%, по сравнению с контролем. Изменение по содержанию витамина С было в пределах ошибки опыта.

В итоге, аэропоника имеет большое преимущество в технологиях размножения картофеля. Так как данный метод дает возможность проконтролировать каждую стадию процесса выращивания и поэтому можно добиться высокого коэффициента размножения и получить материал более качественный с помощью различных агротехнических приемов.

Благодарности

Сотрудники НГПУ им. К.Минина выражают благодарность генеральному директору ОАО «Элитхоз» Анатолию Германовичу Пушкину за предоставление экспериментальной площадки (биотехнологическая лаборатория по выращиванию оздоровленного картофеля) для проведения научных исследований.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Acknowledgement

The staff of K. Minin NSPU express their gratitude to Anatoly Germanovich Pushkov, General Director of JSC "Elitkhov" for providing an experimental site (biotechnological laboratory for growing healthy potatoes) for scientific research.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. — Москва: Альянс, 2011. — С. 165–202.

2. Мартиросян Ю.Ц. Аэропонные технологии в первичном семеноводстве картофеля — преимущества и перспективы. Картофелеводство / Ю.Ц. Мартиросян // Мат. научно-практ. конф. «Методы биотехнологии в селекции и семеноводстве». ГНУ ВНИИХХ Россельхозакадемии. — Москва, 2014. — С. 176–179.
3. Мартиросян Ю.Ц. Аэропонные установки в растениеводстве / Ю.Ц. Мартиросян, А.А. Кособрюхов, Т.А. Диловарова [и др.] // Проблемы агробиотехнологии. — Москва: Росинформагротех, 2012. — С. 227–239.
4. Мартиросян Ю.Ц. Аэропонные технологии: перспективы производства семенного картофеля / Ю.Ц. Мартиросян // Картофельная система. — 2014. — № 1. — С. 30–32.
5. Мартиросян Ю.Ц. Аэропонные технологии в первичном семеноводстве / Ю.Ц. Мартиросян // Картофелеводство: сб. научн. тр. — 2014. — С. 75–77.
6. Методика исследований по культуре картофеля. — Москва: НИИХХ, 1967. — 167 с.
7. Семенова З.А. Оптимизация производственного процесса растений картофеля в режиме аэропоники / З.А. Семенова, О.Н. Хадыко, Н.И. Подобед // Картофельные системы. — 2023. — № 5. — С. 23–27.
8. Терентьева Е.В. Динамика формирования биомассы растений картофеля в аэропонной установке / Е.В. Терентьева, О.В. Ткаченко, Е.С. Гревцева // Евразийский Союз Ученых. — 2015. — № 7–6 (16). — С. 120–122.
9. Терентьева Е.В. Аэропонный способ получения мини-клубней картофеля / Е.В. Терентьева, О.В. Ткаченко // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. — 2017. — Вып. 1. — С. 79.
10. Хамидуллина Л.А. Карбоксильные производные хитозана как перспективные регуляторы роста и развития лекарственных растений / Л.А. Хамидуллина, П.Д. Тобышева, О.Е. Черепанова [и др.] // Вестник Российской академии наук. — 2023. — Т. 93. — № 7. — С. 688.
11. Уромова И.П. Агробиологическое и экологическое обоснование приемов возделывания картофеля, полученного методом апикальной меристемы, в условиях Волго-Вятского региона: дисс. ... д-ра с.-х. наук / Уромова Ирина Павловна. — Нижний Новгород, 2009. — С. 118.
12. Чайлахян М.Х. Механизм клубнеобразования у растений / М.Х. Чайлахян // Регуляция роста и развития картофеля. — Москва: Наука, 1990. — С. 48–62.
13. Chakraborty M. Mechanism of plant growth promotion and disease suppression by chitosan biopolymer / M. Chakraborty, M. Hasanuzzaman, M. Rahman [et al.] // Agric. — 2020. — № 12. — P. 1–30.
14. El Hadrami A. Chitosan in plant protection / A. El Hadrami, L.R. Adam, I. El Hadrami [et al.] // Mar. Drugs. — 2010. — № 4. — P. 968–987.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Dospheov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results)] / B.A. Dospheov. — Moscow: Alliance, 2011. — P. 165–202. [in Russian]
2. Martirosjan Ju.C. Ajeroponnye tehnologii v pervichnom semenovodstve kartofelja — preimushhestva i perspektivy. Kartofelevodstvo [Aeronic technologies in primary potato seed production — advantages and prospects. Potato growing] / Ju.C. Martirosjan // Mat. nauchno-prakt. konf. «Metody biotekhnologii v selekcii i semenovodstve» [Proceedings of the Scientific and Practical Conference 'Biotechnology Methods in Selection and Seed Production']. Russian Scientific Research Institute of Potato Farming of the Russian Academy of Agricultural Sciences. — Moscow, 2014. — P. 176–179. [in Russian]
3. Martirosjan Ju.C. Ajeroponnye ustanovki v rastenievodstve [Aeronic systems in plant cultivation] / Ju.C. Martirosjan, A.A. Kosobryuhov, T.A. Diloarova [et al.] // Problemy agrobiotekhnologii [Problems of Agrobiotechnology]. — Moscow: Rosinformagroteh, 2012. — P. 227–239. [in Russian]
4. Martirosjan Ju.C. Ajeroponnye tehnologii: perspektivy proizvodstva semennogo kartofelja [Aeronic technologies: prospects for seed potato production] / Ju.C. Martirosjan // Kartofel'naja sistema [Potato system]. — 2014. — № 1. — P. 30–32. [in Russian]
5. Martirosjan Ju.C. Ajeroponnye tehnologii v pervichnom semenovodstve [Aeronic technologies in primary seed production] / Ju.C. Martirosjan // Kartofelevodstvo: sb. nauchn. tr. [Potato cultivation: collection of scientific papers] — 2014. — P. 75–77. [in Russian]
6. Metodika issledovaniy po kul'ture kartofelja [Research methods for potato cultivation]. — Moscow: NIIXH, 1967. — 167 p. [in Russian]
7. Semenova Z.A. Optimizacija produkcionnogo processa rastenij kartofelja v rezhime ajeroponiki [Optimisation of the potato production process in aeroponics] / Z.A. Semenova, O.N. Hadyko, N.I. Podobed // Kartofel'nye sistemy [Potato systems]. — 2023. — № 5. — P. 23–27. [in Russian]
8. Terent'eva E.V. Dinamika formirovaniya biomassy rastenij kartofelja v ajeroponnoj ustanovke [Dynamics of potato plant biomass formation in an aeroponic system] / E.V. Terent'eva, O.V. Tkachenko, E.S. Grevceva // Evrazijskij Sojuz Uchenyh [Eurasian Union of Scientists]. — 2015. — № 7–6 (16). — P. 120–122. [in Russian]
9. Terent'eva E.V. Ajeroponnyj sposob polucheniya mini-klubnej kartofelja [Aeronic method for producing mini potato tubers] / E.V. Terent'eva, O.V. Tkachenko // Izvestiya Timirjazevskoj sel'skhozjajstvennoj akademii [Proceedings of the Timirjazev Agricultural Academy]. — 2017. — Iss. 1. — P. 79. [in Russian]
10. Hamidullina L.A. Karboksil'nye proizvodnye hitozana kak perspektivnye regulatory rosta i razvitiya lekarstvennyh rastenij [Carboxyl derivatives of chitosan as promising regulators of growth and development of medicinal plants] / L.A. Hamidullina, P.D. Tobysheva, O.E. Cherepanova [et al.] // Vestnik Rossijskoj akademii nauk [Bulletin of the Russian Academy of Sciences]. — 2023. — Vol. 93. — № 7. — P. 688. [in Russian]
11. Uromova I.P. Agrobiologicheskoe i ekologicheskoe obosnovanie priemov vozdel'nyaniya kartofelja, poluchennogo metodom apikal'noj meristemy, v uslovijah Volgo-Vjatskogo regiona [Agrobiological and ecological substantiation of potato

cultivation methods obtained by the apical meristem method in the Volga-Vyatka region]: diss. ... PhD in Agricultural Sciences / Uromova Irina Pavlovna. — Nizhnij Novgorod, 2009. — P. 118. [in Russian]

12. Chajlahjan M.H. Mehanizm klubneobrazovanija u rastenij [The mechanism of tuber formation in plants] / M.H. Chajlahjan // Reguljacija rosta i razvitija kartofelja [Regulation of potato growth and development]. — Moscow: Nauka, 1990. — P. 48–62. [in Russian]

13. Chakraborty M. Mechanism of plant growth promotion and disease suppression bi chitosan biopolymer / M. Chakraborty, M. Hasanuzzaman, M. Rahman [et al.] // Agric. — 2020. — № 12. — P. 1–30.

14. El Hadrami A. Chitosan in plant protection / A. El Hadrami, L.R. Adam, I. El Hadrami [et al.] // Mar.Drugs. — 2010. — № 4. — P. 968–987.