

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ВЛИЯНИЯ СУСПЕНЗИИ МИКРОВОДОРОСЛИ *CHLORELLA
VULGARIS BIN* НА СОРТА И СОРТООБРАЗЦЫ КАРТОФЕЛЯ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ВПЕРВЫЕ В УСЛОВИЯХ
МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Научная статья

Чмулев И.С.^{1,*}

¹Магаданский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Магадан, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (chmulev01.08.89[at]mail.ru)

Аннотация

В статье представлены данные рекогносцировочного опыта с целью оценки возможности внедрения в органическое картофелеводство суспензии хлореллы в природно-климатических условиях Магаданской области. Научные опыты по исследованию применения суспензии хлореллы *Chlorella Vulgaris BIN* проводились в летний сезон 2022 года в районе населённого пункта Ола на поле №16, принадлежащего Магаданскому институту сельского хозяйства. Суспензия микроводоросли *Chlorella Vulgaris BIN* испытана на раннеспелом сортообразце картофеля Сеянец 15/562 и среднеранним сорте Сантэ. Урожайность сортообразца Сеянец 15/562 – плюс 154 грамма или 37,11% по сравнению с контролем; среднеранний сорт Сантэ – плюс 177 грамм или 33,79% соответственно. Анализ общей урожайности показал, что все варианты применения суспензии хлореллы – обработка почвы раствором хлореллы, обработка клубней, замачивание в течение 30 мин, двукратная обработка в период вегетации – показывают значительную положительную динамику по сравнению с контролем.

Ключевые слова: органическое картофелеводство, микроводоросль *Chlorella Vulgaris BIN*, фенофаза, урожайность, Магаданская область.

STUDIES ON THE EFFECT OF A SUSPENSION OF THE MICROALGAE *CHLORELLA VULGARIS BIN* ON
POTATO VARIETIES AND VARIETY SPECIMENS, CARRIED OUT FOR THE FIRST TIME IN MAGADAN
OBLAST

Research article

Chmulev I.S.^{1,*}

¹Magadan Research Institute of Agriculture, Magadan, Russian Federation

* Corresponding author (chmulev01.08.89[at]mail.ru)

Abstract

The article presents the data of reconnaissance experiment to evaluate the possibility of introducing chlorella suspension in organic potato growing in the natural and climatic conditions of Magadan Oblast. Scientific experiments on research of application of *Chlorella Vulgaris BIN* suspension were carried out in summer season 2022 near Ola settlement on field № 16, belonging to Magadan Institute of Agriculture. A suspension of *Chlorella Vulgaris BIN* microalgae was tested on early maturing potato variety Seedling 15/562 and medium maturing variety Sante. Yield of the variety Seedling 15/562 was plus 154 grams or 37.11% compared to the control group; the mid-early variety Sante was plus 177 grams or 33.79%, respectively. Analysis of the total yield showed that all variants of application of chlorella suspension – soil treatment with chlorella solution, tubers treatment, soaking for 30 min, double treatment during vegetation - show significant positive dynamics compared to control group.

Keywords: organic potato farming, *Chlorella Vulgaris BIN* microalgae, phenophase, yield, Magadan Oblast.

Введение

С каждым годом роль органического земледелия в мире возрастает. Для нашей страны такое направление введения сельского хозяйства является новым и регламентируется нормативными документами [1], [2].

Одним из методов ведения органического земледелия является использование суспензии микроводоросли *Chlorella Vulgaris BIN* [3] в сельскохозяйственном производстве. Этот метод хорошо зарекомендовал себя в центральных регионах страны, но совершенно не изучен в районах севера Дальнего Востока.

Проведенные в европейской части России исследования по применению суспензии хлореллы и других микроводорослей в растениеводстве показали положительные результаты. Так, ряд авторов приводят результаты исследований о перспективных микроводорослях, которые применяются в сельском хозяйстве, в частности отрасли растениеводства для повышения почвенного плодородия, микробиологической активности, урожайности сельскохозяйственных культур, их качества и ускорения сроков вегетационного периода [4]. Также проведены исследования с яровым ячменем в Центрально-Черноземном регионе, где для обработки семян использовали микроводоросль *Chlorella vulgaris*, выращенной на среде Тамия согласно общепринятым нормам культивирования протококковых водорослей [5].

Обеспечение Магаданской области собственной продукцией сельскохозяйственного производства, в частности картофелем, является актуальной и важнейшей задачей. При этом существенно снижаются затраты на транспортировку картофеля и риски потерь при его перевозке. Повысить валовый сбор картофеля можно только при внедрении в производство биотехнологий, учитывающих особенности данного конкретного региона.

Проведение опытов и исследований с применением перспективных микроводорослей, которые применяются в сельском хозяйстве, в частности в растениеводстве, для повышения почвенного плодородия, микробиологической

активности, урожайности сельскохозяйственных культур, их качества и ускорения сроков вегетационного периода являются актуальными. Микроводоросли отличаются высокой продуктивностью и полезными ассимиляционными свойствами, которые позволяют частично заменить устоявшуюся традиционную систему использования высоких доз минеральных удобрений, пестицидов и регуляторов роста.

Научную значимость представляют результаты исследования влияния суспензии хлореллы на картофель в условиях севера Дальнего Востока. Практическую значимость представляет возможность ведения органического картофелеводства с использованием суспензии хлореллы, полученной непосредственно в Магаданской области.

Впервые в условиях Крайнего Северо-Востока России (в границах Магаданской области) была применена суспензия хлореллы из штамма *Chlorella Vulgaris* BIN в рекогносцировочном опыте на местных сортах и сортообразцах картофеля с целью исследования её возможности внедрения в органическое картофелеводство.

Материал и методы исследования

Научные опыты по исследованию применения суспензии хлореллы *Chlorella Vulgaris* BIN проводились в летний сезон 2022 года в районе населённого пункта Ола Магаданской области на поле №16, принадлежащего Магаданскому институту сельского хозяйства. Научно-исследовательская работа выполнялась в соответствии с общепринятыми методиками [6], [7], [8], [9].

Объектом исследования были: раннеспелый сортообразец картофеля Сеянец 15/562 и среднеранний сорт Сантэ.

Погодные условия вегетационного периода 2022 года [10] существенно отличались от средних многолетних показателей, как по температурному, так и по влажностному режиму. В июне отмечено значительное уменьшение как среднемесячной температуры, так и количества выпавших осадков. Если начало июня было тёплым и благоприятным для проведения агротехнических работ по посадке картофеля, почва на глубине пахотного горизонта прогрелась до 5-8°C, то в дальнейшем, всю вторую и третью декады июня было холоднее на 1,7 — 3,1°C по сравнению со средними многолетними показателями. В совокупности с обильными осадками во второй декаде и их недостатке в третьей сложились неблагоприятные условия для прорастания картофеля. Всходы хотя и появились в обычные сроки, но были изреженными, и фаза наступления полных всходов во всех питомниках была сильно растянута.

Июль был теплее обычного на 1,2-2,5°C, а количество осадков значительно выше средних многолетних показателей. Всё это способствовало хорошему нарастанию вегетативной массы и формированию клубней. Август также характеризовался более высокими температурами. Недостаток влаги в первой декаде (сумма выпавших осадков была почти в четыре раза ниже среднемноголетних величин) существенно не отразился на формировании раннего урожая благодаря избыточным осадкам в третьей декаде июля. В целом температурно-влажностный режим августа благоприятствовал формированию хорошего урожая картофеля, но обильные осадки в третьей декаде затруднили проведение уборочных работ, так как картофель был очень влажным и сильно напитан влагой, что увеличило естественную убыль в период лечебного периода за счёт потери влаги и интенсивности дыхания клубней. Заморозков за весь вегетационный период отмечено не было.

Опыты проводились на пойменных, дерново-аллювиальных, галечниково-супесчаных почвах. Макрорельеф без особенностей, микрорельеф слабовыраженный, участки отличаются хорошей выравненностью. Применялся двупольный севооборот: однолетние травы — картофель.

В третьей декаде мая проведена отвальная вспашка на глубину 18-20 см и нарезка борозд трактором МТЗ-80. Посадка в предварительно нарезанные борозды по схеме 30 x 70 см на глубину 5-6 см вручную. В фазе полных всходов проведена культивация, через 14 дней окучивание трактором МТЗ-80. Минеральные удобрения внесены локально при посадке (N60P60K60) и перед окучиванием поделяночно под куст (N60P60K60) вручную. Проведена обработка гербицидами «Лазурит» и «Отличник».

В период вегетации проводили следующие наблюдения и учёты: регистрировали сроки прохождения фенофаз (отмечали начало и массовые всходы, начало и массовую бутонизацию, начало и массовое цветение, начало увядания ботвы); учёт урожая поделяночно вручную.

Схема питомника рекогносцировочного опыта (таблица 1):

Таблица 1 - Схема питомника рекогносцировочного опыта

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
I повторность										II повторность										III повторность																	
A	B		A	B		A	B		A	B		A	B		A	B		A	B		A	B		A	B		A	B		A	B		A	B		A	B
K			2			3			4			2			K			4			3			2			4			K			3				

Примечание: фактор А — раннеспелый сортообразец Сеянец 15/562; фактор В — среднеспелый сорт Сантэ; К — контроль без обработок; 2 — обработка почвы раствором хлореллы, 1 л/м кв., 2,0л на 1 ряд; 3 — обработка клубней, замачивание в течение 30 мин; 4 — двукратная обработка вегетирующих растений

Каждый вариант высаживали в двухрядковых делянках по 10 растений в каждом ряду, в 3-х кратной повторности, схема посадки 30 x 70 см. Размещение делянок в повторности рендомизированное. Обработка листовой поверхности двукратно, в фазу массовых всходов и до смыкания рядков.

Результаты исследования

Опытные данные практического применения суспензии хлореллы показали положительную динамику в сроках прохождения фенофаз сортообразца Сеянец 15/562. Обработка клубней и почвы перед посадкой суспензией хлореллы ускорило появление всходов на 7 дней, но привела к задержке массовой бутонизации на 3 дня по сравнению с контролем. В это же время обработка ботвы способствовала ускорению наступления фазы бутонизации на 4 дня. Обработка клубней и почвы замедлила сроки прохождения фенофаз бутонизации и цветения на 2-3 дня.

Полученные экспериментальные данные применения суспензии хлореллы, свидетельствуют о положительной динамике прохождения фазы бутонизации сорта Сантэ на 7 дней в варианте с обработкой ботвы и такой же отрицательной динамики фазы всходов по сравнению с контролем. Остальные варианты не отличаются от контроля.

Из анализа урожайности (таблица 2,3) сортообразца Сеянец 15/562 и сорта Сантэ, а также сводной таблицы урожайности сортов (таблица 4) видно, что использование суспензии хлореллы на раннеспелом сортообразце Сеянец 15/562 в варианте обработки клубней показало наилучший результат (плюс 154 грамма или 47,7% по сравнению с контролем). При использовании суспензии на среднераннем сорте Сантэ, самый лучший вариант при обработке почвы (плюс 177 грамм или 42% по сравнению с контролем). В целом все варианты с использованием суспензии хлореллы на обоих сортах показали положительные результаты. Больных клубней картофеля при переборке после лечебного хранения не выявлено.

Таблица 2 - Влияние суспензии хлореллы на урожайность сортообразца Сеянец 15/562

Вариант	Повторности								
	I			II			III		
	Кол-во кустов, шт.	Вес, г	Вес клубней с 1 куста, г	Кол-во кустов, шт.	Вес, г	Вес клубней с 1 куста, г	Кол-во кустов, шт.	Вес, г	Вес клубней с 1 куста, г
Контроль	10	3600	360	10	2500	250	10	3600	360
Обработка почвы	10	4900	490	9	3700	411	10	4700	470
Обработка клубней	10	5300	530	9	3700	411	9	4400	489
Обработка ботвы	9	4100	456	10	3400	340	9	3600	400

Таблица 3 - Влияние суспензии хлореллы на урожайность сорта Сантэ

Вариант	Повторности								
	I			II			III		
	Кол-во кустов, шт.	Вес, г	Вес клубней с 1 куста, г	Кол-во кустов, шт.	Вес, г	Вес клубней с 1 куста, г	Кол-во кустов, шт.	Вес, г	Вес клубней с 1 куста, г
Контроль	10	3800	380	8	3500	438	9	4000	444
Обработка почвы	10	5600	560	9	4800	533	10	7000	700
Обработка клубней	8	4100	512	10	5700	570	7	4300	614
Обработка ботвы	8	3800	475	10	5600	560	8	3900	486

Таблица 4 - Сводная таблица урожайности сортов

Вариант	Сеянец 15-652 Раннеспелый сорт		Сантэ Среднеранний сорт	
	Средний вес клубней с 1 куста, г	Отклонение от контроля, г	Средний вес клубней с 1 куста, г	Отклонение от контроля, г
Контроль	323	0	421	0
Обработка почвы	457	+134	598	+177
Обработка клубней	477	+154	565	+144
Обработка ботвы	399	+76	507	+86
	НСР₀₅	103	НСР₀₅	75

Заключение

Впервые в условиях Крайнего Северо-Востока России (в административных границах Магаданской области) полученная суспензия хлореллы *Chlorella Vulgaris* BIN была применена на раннеспелом сортообразце картофеля Сеянец 15/562 и среднеранним сорте Сантэ.

На урожайность в 2022 году значительное влияние оказали погодные условия. Недостаток тепла в начальный период вегетации и влаги в период формирования клубней не позволили сформировать достаточно высокий ранний урожай клубней. Тем не менее даже в таких условиях использование суспензии *Chlorella Vulgaris* BIN на раннеспелом сортообразце картофеля Сеянец 15/562 в варианте обработки клубней и почвы перед посадкой ускорило появление всходов на 7 дней. Урожайность по сравнению с контролем в варианте обработки клубней на 47,7% больше. Вариант с обработкой клубней и почвы легко может быть внедрен в промышленном варианте использования. При воздействии суспензии *Chlorella Vulgaris* BIN на среднеранний сорт Сантэ урожайность в варианте обработки почвы на 42% выше по сравнению с контролем. Полученные результаты дают основания в дальнейшем приступить к промышленному варианту применения суспензии *Chlorella Vulgaris* BIN в картофелеводстве.

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.

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. ГОСТ 33980-2016 Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации (с Поправкой). — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200141713> (дата обращения: 24.07.2022).
2. Российская Федерация. Законы. Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: федер. закон: [от 03.08.2018 № 280-ФЗ (последняя редакция)]. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304017/ (дата обращения: 24.07.2022).
3. Пат. 2192459 Российская Федерация. Штамм микроводоросли *Chlorella vulgaris* BIN для получения биомассы и очистки сточных вод / Н.И. Богданов. — 2001.
4. Лукьянов В.А. Прикладные аспекты применения микроводорослей в агроценозе / В.А. Лукьянов, А.И. Стифеев. — Курск: Издательство Курской государственной сельскохозяйственной академии, 2014. — 181 с.
5. Стифеев А.И. Агроэкологическая оценка применения микроводоросли хлореллы в АПК / А.И. Стифеев, В.А. Лукьянова, Е.А. Бессонова [и др.] // Актуальные проблемы агропромышленного производства (Материалы Международной научно-практической конференции, 23-25 января 2013 г., Курск). — Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2013. — с. 51-55.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки исследований) / Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
7. Методика проведения полевых обследований и послеуборочного контроля качества семенного картофеля. — М.: ИКАР, 2005. — 112 с.
8. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля. — М.: Российская академия сельскохозяйственных наук. ВНИИКХ им А.Г. Лорха, 2006. — 70 с.
9. Современные технологии хранения картофеля (Практические рекомендации) // Библиотечка «В помощь консультанту». — М.: Росинформагротех, 2004. — 56 с.
10. Дневник погоды. — URL: <http://www.gismeteo.ru/diary/4062/2022/6/> (дата обращения: 10.09.2022).

Список литературы на английском языке / References in English

1. GOST 33980-2016 Produkciya organicheskogo proizvodstva. Pravila proizvodstva, pererabotki, markirovki i realizacii (s Popravkoj) [GOST 33980-2016 Products of organic production. Rules of production, processing, labeling and sale (as amended)]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200141713> (accessed: 24.07.2022). [in Russian]
2. Rossijskaja Federacija. Zakony. Ob organicheskoy produkcii i o vnesenii izmenenij v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossijskoj Federacii [Russian Federation. Laws. On Organic Products and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation]: Federal law: [from 03.08.2018 № 280-FL (latest version)]. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304017/ (accessed: 24.07.2022). [in Russian]
3. Pat. 2192459 Russian Federation. Shtamm mikrovodorosli *Chlorella vulgaris* BIN dlja poluchenija biomassy i ochistki stochnyh vod [Strain of microalgae *Chlorella vulgaris* BIN for biomass production and wastewater treatment] / N.I. Bogdanov. — 2001. [in Russian]
4. Luk'janov V.A. Prikladnye aspekty primeneniya mikrovodoroslej v agrocenoze [Applications of Microalgae in the Agrocenosis] / V.A. Luk'janov, A.I. Stifeev. — Kursk: Publishing House of Kursk State Agricultural Academy, 2014. — 181 p. [in Russian]
5. Stifeev A.I. Agrojekologicheskaja ocenka primeneniya mikrovodorosli hlorely v APK [Agroecological Evaluation of *Chlorella* Microalgae Application in the Agroindustrial Complex] / A.I. Stifeev, V.A. Luk'janova, E.A. Bessonova [et al.] // Actual problems of agroindustrial production (Materials of the International Scientific-Practical Conference, January 23-25, 2013, Kursk). — Kursk: Publishing house of Kursk State Agricultural Academy, 2013. — p. 51-55. [in Russian]
6. Dospheov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki issledovanij) [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research)] / B.A. Dospheov. — M.: Agropromizdat, 1985. — 351 p. [in Russian]
7. Metodika provedeniya polevyh obsledovanij i posleuborochnogo kontrolja kachestva semennogo kartofelja [Methodology of field inspections and post-harvest quality control of seed potatoes]. — M.: IKAR, 2005. — 112 p. [in Russian]
8. Metodicheskie ukazaniya po tehnologii selekcionnogo processa kartofelja [Methodological guidelines for the technology of the potato breeding process]. — M.: Russian Academy of Agricultural Sciences. VNIKH named after A.G. Lorkh, 2006. — 70 p. [in Russian]
9. Sovremennye tehnologii hraneniya kartofelja (Prakticheskie rekomendacii) [Modern Potato Storage Technologies (Practical Recommendations)] // Library "V pomoshh' konsul'tantu" [Library "Helping the Consultant"]. — M.: Rosinformagroteh, 2004. — 56 p. [in Russian]
10. Dnevnik pogody [Weather Diary]. — URL: <http://www.gismeteo.ru/diary/4062/2022/6/> (accessed: 10.09.2022). [in Russian]