

Евгений Иванович Мусс^{1✉}, Ольга Константиновна Пашенных²,
Анатолий Николаевич Халипский³

^{1,2}Институт леса им. В.Н. Сукачева КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия

^{1,3}Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

²Институт космических технологий КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия

¹emuss@mail.ru

²mastervip2010@mail.ru

³halipskiy@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ КЛЕТОЧНЫМИ СОКАМИ РАСТЕНИЙ НА ИХ РОСТОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ В ПЕРИОД ЯРОВИЗАЦИИ

Цель исследований – оценить влияние предпосадочной обработки клубней картофеля клеточными соками, полученными методом микроволновой гидродистилляции из аборигенных растений Сибири, на ростовые параметры в период яровизации. Исследования проводили в лабораторных условиях Института космических технологий ФИЦ КНЦ СО РАН в январе–феврале 2026 г. Клеточные соки получали из пихты сибирской (*Abies sibirica*), кипрея узколистного (*Chamerion angustifolium*), хвоща зимующего (*Equisetum hyemale*), осины обыкновенной (*Populus tremula*) и пиона уклоняющегося (лат. *Paeonia anómala*) на лабораторной СВЧ-установке. Хроматографический анализ («Милихром А-02») подтвердил сложный состав соков, включающий соединения, поглощающие в УФ-области (фенольные кислоты, флавоноиды). Клубни картофеля (по 5 шт. на вариант) держали в 5 % растворах соков (контроль – вода) 1 ч, затем проращивали 40 сут при 18 °С, первые 30 сут – на естественном свете, затем в темноте. Учитывали количество пробудившихся глазков, среднюю длину побега, количество и общую длину корней. Достоверность различий оценивали по U-критерию Манна – Уитни. Наибольший стимулирующий эффект выявлен у кипрея: средняя длина главного ростка увеличилась на 87 % (до 14,4 мм), общая длина корней – в 4 раза (до 393 мм) по сравнению с контролем ($p > 0,05$ из-за высокого варьирования). Хвощ достоверно ($p < 0,01$) увеличил количество побегов (2,4 шт. против 1,4). Осина проявила ингибирующий эффект (общая длина корней снизилась в 7,3 раза, $p < 0,05$). Пихта и пион существенно не влияли на рост.

Ключевые слова: картофель, оригинальное семеноводство, яровизация, биостимуляторы, клеточные соки, микроволновая экстракция, кипрей узколистный, хвощ зимующий, гормезис.

Для цитирования: Мусс Е.И., Пашенных О.К., Халипский А.Н. Влияние обработки клубней картофеля клеточными соками растений на их ростовые показатели в период яровизации // Вестник КрасГАУ. 2026. № 5. С. 105–114. DOI: 10.36718/1819-4036-2026-5-105-114.

Evgeny Ivanovich Muss^{1✉}, Olga Konstantinovna Pashennykh², Anatoly Nikolaevich Khalipsky³

^{1,2}Forest Institute named after. V.N. Sukachev KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

^{1,3}Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

²Institute of Space Technologies, KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

¹emuss@mail.ru

²mastervip2010@mail.ru

³halipskiy@mail.ru

TREATMENT OF POTATO TUBERS WITH PLANT CELL SAPS AND ITS EFFECT ON THEIR GROWTH PARAMETERS DURING YAROVIZATION

The purpose of research is to evaluate the effect of pre-planting treatment of potato tubers with cell saps obtained by microwave hydrodistillation from Siberian indigenous plants on growth parameters during yarovization. Objects and methods. The studies were carried out in the laboratory of the Institute of Space Technologies, Krasnoyarsk Scientific Center SB RAS in January–February 2026. Cell saps were obtained from Siberian fir (*Abies sibirica*), fireweed (*Chamerion angustifolium*), winter horsetail (*Equisetum hyemale*), common aspen (*Populus tremula*) and anomalous peony (*Paeonia anomala*) using a laboratory microwave unit [6]. Chromatographic analysis (Milichrom A-02) confirmed the complex composition of the saps, including compounds absorbing in the UV region (phenolic acids, flavonoids). Potato tubers of the Krasa Meshchery variety (5 pcs. per variant) were soaked in 5 % sap solutions (control – water) for 2 hours, then germinated for 40 days at 18 °C, the first 30 days – in natural light, then in the dark. The number of awakened eyes, average sprout length, total number of roots and total root length were recorded. The significance of differences was assessed using the Mann–Whitney U test. Results. The greatest stimulating effect was found in fireweed: the average sprout length increased by 87 % (up to 14.4 mm), total root length – by 4 times (up to 393 mm) compared to the control ($p > 0.05$ due to high variation). Horsetail significantly ($p < 0.01$) increased the number of sprouts (2.4 pcs. vs 1.4). Aspen showed an inhibitory effect (total root length decreased by 7.3 times, $p < 0.05$). Fir and peony did not significantly affect growth. Conclusion. Fireweed cell sap is promising as an environmentally friendly biostimulant for pre-planting treatment of potatoes, and aspen cell sap – as a natural germination inhibitor during storage, which corresponds to the objectives of the National Project “Technological Support for Bioeconomy”.

Keywords: potato, original seed farming, yarovization, biostimulants, cell saps, microwave extraction, MAE, fireweed, winter horsetail, hormesis

For citation: Muss EI, Pashennykh OK, Khalipsky AN. Treatment of potato tubers with plant cell saps and its effect on their growth parameters during yarovization. *Bulletin of KSAU*. 2026;(5):105-114 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2026-5-105-114.

Введение. Картофель (*Solanum tuberosum* L.) является одной из важнейших продовольственных культур в мире и в Российской Федерации. Успех его возделывания в значительной степени определяется качеством исходного семенного материала, которое закладывается на этапах оригинального и элитного семеноводства. Особое значение в подготовке семенных клубней к посадке имеет период яровизации, во время которого происходит пробуждение почек, формируются ростки и закладываются основы будущего урожая [1, 2]. Интенсификация ростовых процессов на этом этапе позволяет сократить период «посадка – всходы», повысить полевую всхожесть и устойчивость растений к неблагоприятным факторам.

В последние десятилетия в мировом растениеводстве наблюдается устойчивый тренд к снижению химической нагрузки на агроэкосистемы и переходу к принципам органического земледелия. В этой связи особую актуальность приобретает использование экологически безопасных биостимуляторов – препаратов на основе природных соединений, способных активировать физиолого-биохимические процессы в

растениях без негативного воздействия на окружающую среду [3]. В России этот тренд получил дополнительный импульс в рамках реализации Национального проекта «Технологическое обеспечение биоэкономики», одной из ключевых задач которого является разработка и внедрение отечественных биотехнологий, в т. ч. биостимуляторов, для сельского хозяйства [4].

Значительным потенциалом для создания новых биостимуляторов обладают аборигенные растения Сибири, богатые биологически активными веществами: терпеноидами, фенольными кислотами, флавоноидами, фитогормонами и другими соединениями, способными влиять на ростовые процессы. Так, хвоя пихты сибирской (*Abies sibirica*) содержит полипrenoлы и тритерпеновые кислоты с ростостимулирующими свойствами [5]; кора осины обыкновенной (*Populus tremula*) богата фенольными гликозидами и танинами, проявляющими в низких концентрациях стимулирующий, а в высоких – аллелопатический эффект [6]; хвощ зимующий (*Equisetum hyemale*) известен высоким содержанием кремниевых кислот и флавоноидов, участвующих в укреплении клеточных стенок и

регуляции деления клеток [7]. Особого внимания заслуживает кипрей узколистный (*Chamerion angustifolium*), надземная часть которого содержит уникальный комплекс фенольных соединений, включая энотеин В, кверцетин, кемпферол и хлорогеновую кислоту, обладающих антиоксидантной и ауksiноподобной активностью [8].

Преыдушие исследования авторского коллектива были направлены на изучение возможностей управления ростовыми процессами картофеля на разных этапах онтогенеза. Так, в работе Е.И. Мусса и О.К. Пашенных [9] оценивалось влияние фитогормонов на этапе микроклонального размножения *in vitro*, а в исследовании R. Medina et al. [2] рассматривалось управление абиотическим стрессом (водным и тепловым) для оптимизации производства оздоровленного картофеля в защищенном грунте. Настоящая работа является логическим продолжением этих исследований и направлена на изучение возможности использования сложных природных комплексов биологически активных веществ – клеточных соков аборигенных растений – для мягкой стимуляции ростовых процессов на самом раннем этапе развития растений, а именно в период яровизации семенных клубней.

Несмотря на наличие отдельных работ по применению растительных экстрактов в картофелеводстве, системные исследования влияния клеточных соков, полученных методом микроволновой гидродистилляции из сибирского сырья, на ключевые этапы онтогенеза растений (включая яровизацию, всходы, бутонизацию, цветение и клубнеобразование) до настоящего времени не проводились. Отсутствие комплексных данных о действии природных фитокмлексов на протяжении всего жизненного цикла культуры сдерживает разработку научно обоснованных технологий предпосадочной обработки семенных клубней с использованием отечественных биостимуляторов, соответствующих задачам импортозамещения и национального проекта «Технологическое обеспечение биоэкономики» [4]. Настоящая работа является первым этапом такого системного исследования и посвящена изучению влияния клеточных соков аборигенных растений Сибири на начальный, критически важный этап развития картофеля – период яровизации.

Цель исследования – оценить влияние предпосадочной обработки клубней картофеля клеточными соками, полученными методом

микроволновой гидродистилляции из аборигенных растений Сибири, на их ростовые параметры в период яровизации.

Задачи: получить клеточные соки из пяти видов аборигенного растительного сырья (пихта сибирская, кипрей узколистный, хвощ зимующий, осина обыкновенная, пион уклоняющийся) с использованием лабораторной СВЧ-установки, провести хроматографический анализ для подтверждения наличия биологически активных соединений; в лабораторных условиях провести сравнительный эксперимент по предпосадочной обработке миниклубней картофеля 5 %-ми растворами полученных клеточных соков; в динамике оценить влияние обработки на ключевые ростовые показатели: энергию прорастания (количество пробудившихся глазков), среднюю длину побегов, общее количество корней и общую длину корней на 39-е сут яровизации; с использованием непараметрического U-критерия Манна – Уитни определить статистическую достоверность различий между вариантами обработки и контролем; на основе полученных данных выявить наиболее эффективные виды растительного сырья для последующего использования в оригинальном семеноводстве картофеля и обосновать необходимость дальнейших исследований на последующих этапах онтогенеза (всходы, бутонизация, цветение, клубнеобразование).

Объекты и методы. В качестве объекта исследований использовали мини-клубни картофеля сорта Краса Мещеры. Сорт среднеранний, столового назначения, оригинатор – ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха». Клубни массой 40–60 г, перед закладкой опыта хранились при температуре 4 °С.

Растительное сырье для получения клеточных соков заготавливали в Березовском районе Красноярского края в июне–декабре 2025 г.:

- пихта сибирская (*Abies sibirica*) – хвоя однолетних побегов;
- кипрей узколистный (*Chamerion angustifolium*) – надземная часть в фазу цветения;
- хвощ зимующий (*Equisetum hyemale*) – стебли;
- осина обыкновенная (*Populus tremula*) – кора;
- пион уклоняющийся (*Paeonia anomala*) – надземная часть в фазу цветения.

Сырье использовали свежесобраным, без предварительной сушки, измельчали до частиц размером 1–2 см непосредственно перед экстракцией.

Экстракцию проводили методом микроволновой гидродистилляции на лабораторной установке, сконструированной по принципу, описанному в патенте [10], но в упрощенном исполнении с применением современных материалов и комплектующих. Основой установки служит бытовая СВЧ-печь (Samsung ME712KR) мощностью 350 Вт, работающая в импульсном режиме. Реакционная емкость объемом 1,5 л из термостойкого стекла герметично соединена с прямоточным холодильником ХСН-300-29/32 для конденсации паров. Процесс основан на нагреве внутренней влаги самого сырья микроволновым излучением; образующийся в процессе нагрева пар поступает в холодильник, конденсируется и собирается в приемную колбу. В колбу помещали 1,5 кг измельченного свежего растительного сырья. Экстракцию проводили при мощности 350 Вт в течение 40 мин с перерывами. Образующийся пар конденсировали, собирая клеточный сок в приемную колбу. Выход целевого продукта составлял 10–12 мл с 1,5 кг сырья. Полученные соки фильтровали через бумажный фильтр и хранили в стерильных флаконах из темного стекла при +4 °С не более 2 недель до использования.

Качественный состав полученных соков оценивали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на микрожидкостном хроматографе «Милихром А-02» с колонкой ProntoSil-120-5-C18 AQ (2 × 75 мм, 5 мкм). Условия анализа: подвижная фаза А – этанол, фаза Б – смесь этанол–гексан (70 : 30); градиент от 5 % Б до 100 % Б за 40 мин; скорость потока 100 мкл/мин; детекция при длинах волн 260, 280 и 300 нм; объем вводимой пробы 5 мкл. Хроматограммы регистрировали и обрабатывали с помощью программы «АльфаСпектр V1.3». Идентификацию пиков проводили по временам удерживания и спектральным отношениям в сравнении с литературными данными.

Схема эксперимента включала 6 вариантов обработки (по числу видов сырья) и контроль (вода):

1. Контроль – отстоянная водопроводная вода.
2. Клеточный сок пихты сибирской.
3. Клеточный сок кипрея узколистного.
4. Клеточный сок хвоща зимующего.
5. Клеточный сок осины обыкновенной.
6. Клеточный сок пиона уклоняющегося.

Для обработки готовили 5 %-е рабочие растворы: 1,5 мл клеточного сока разводили в 30 мл отстоянной водопроводной воды (контроль – вода без добавок). Клубни (по 5 шт. на вариант) помещали в растворы на 1 час при комнатной температуре. После замачивания клубни раскладывали в пластиковые ванночки на увлажненные хлопчатобумажные салфетки (по 5 клубней на салфетку). Каждый клубень был подписан для идентификации в процессе наблюдений.

Условия яровизации: температура воздуха (18 ± 1) °С, естественное освещение (световой день январь–февраль). Через 30 сут ванночки накрывали светонепроницаемыми крышками для имитации условий почвы. Влажность салфеток поддерживали периодическим опрыскиванием водой (по мере подсыхания). Общая продолжительность эксперимента составила 40 сут.

В ходе эксперимента проводили фенологические наблюдения с фиксацией на 5-е, 9-е, 20-е, 33-е и 39-е сут следующих показателей:

- количество пробудившихся глазков (шт.);
- длина каждого побега (мм) с последующим расчетом средней длины побега на клубень;
- количество корней на каждом побеге (шт.) с последующим суммированием (общее количество корней);
- длина каждого корня (мм) с последующим суммированием (общая длина корней).

На конечный срок учета (39-е сут) все клубни были сфотографированы на контрастном фоне с масштабной сеткой (клетчатая бумага) для объективной визуальной оценки развития корневой системы (рис. 1).



Рис. 1. Фотография клубней на 39-е сут эксперимента
A photograph of the tubers on day 39 of the experiment

Для оценки достоверности различий между вариантами обработки и контролем применяли непараметрический U-критерий Манна – Уитни. Расчеты выполняли в программе MS Excel с использованием стандартных статистических функций. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$, высокозначимыми – при $p < 0,01$. В таблице и на графиках данные представлены как средние арифметические значения по 5 повторностям. Для наглядности динамики прорастания построены столбчатые диа-

граммы с указанием средних значений и доверительных интервалов.

Результаты и их обсуждение. В результате проведенного эксперимента установлено дифференцированное влияние предпосадочной обработки клубней картофеля 5 %-ми растворами клеточных соков на их ростовые параметры в период яровизации. Средние значения и стандартные отклонения учтенных показателей на 39-е сут представлены в таблице.

**Влияние предпосадочной обработки на ростовые параметры клубней картофеля
($M \pm SD$, $n = 5$, учет на 39-е сут)**

**Effect of pre-planting treatment on the growth parameters of potato tubers
($M \pm SD$, $n = 5$, recorded on day 39)**

Вариант обработки (5 %-й раствор)	Количество побегов, шт.	Средняя длина побега, мм	Общее количество корней, шт.	Общая длина корней, мм
Контроль (вода)	$1,4 \pm 0,5$	$7,7 \pm 3,1$	$10,8 \pm 4,3$	$99,2 \pm 67,2$
Кипрей узколистный	$1,0 \pm 0,0$	$14,4 \pm 8,8$	$13,4 \pm 3,8$	$393,0 \pm 292,5$
Осина обыкновенная	$1,4 \pm 0,5$	$7,2 \pm 1,8$	$10,2 \pm 1,5$	$13,6 \pm 4,2$
Хвощ зимующий	$2,4 \pm 0,9$	$9,7 \pm 5,8$	$16,4 \pm 4,8$	$171,8 \pm 101,4$
Пион уклоняющийся	$1,2 \pm 0,4$	$7,4 \pm 0,9$	$10,2 \pm 2,4$	$30,1 \pm 14,2$
Пихта сибирская	$1,2 \pm 0,4$	$9,0 \pm 1,9$	$13,2 \pm 3,7$	$35,6 \pm 21,1$

Анализ данных таблицы показывает, что наиболее мощным стимулирующим эффектом обладает клеточный сок кипрея узколистного. По сравнению с контролем обработка кипреем увеличила среднюю длину побега на 87 % (с 7,7 до 14,4 мм), общее количество корней – на 24 % (с 10,8 до 13,4 шт.), а общую длину корней – почти в 4 раза (с 99 до 393 мм). Однако из-за высокого варьирования признаков в выборке (коэффициент вариации для общей длины корней составил 74 %) различия не достигли уровня статистической значимости ($p > 0,05$). Тем не менее выявленная тенденция согласуется с литературными данными о наличии в кипрее фенольных соединений (энотеин В, кверцетин, кемпферол, хлорогеновая кислота), обладающих ауксиноподобной и антиоксидантной активностью [3, 5]. Хроматографический анализ (рис. 3) подтвердил присутствие в соке кипрея соединений, поглощающих в области 260–300 нм, что характерно для указанных групп веществ.

Экстракт хвоща зимующего обеспечил достоверно большее ($p < 0,01$) количество пробудившихся глазков – в среднем 2,4 шт. против 1,4 в контроле. Это, вероятно, связано с наличием в хвоще кремниевых кислот и флавоноидов, которые стимулируют деление клеток в меристемах почек [7]. По остальным показателям (длина побега, количество и длина корней) различия с контролем не достигли значимости, хотя наблюдалась тенденция к увеличению общей длины корней (172 против 99 мм).

Обработка экстрактом коры осины привела к резкому ингибированию роста корней: средняя общая длина корней снизилась в 7,3 раза по сравнению с контролем (13,6 против 99,2 мм). Указанные различия статистически значимы (значение $p < 0,05$), что подтверждает аллопатический эффект высокой концентрации фенольных соединений осины (салицилаты и танины) [6]. Полученный результат хорошо укладывается в концепцию гормезиса, которая означает, что одни и те же вещества в низких концентрациях могут стимулировать ростовые качества, а в высоких – подавлять эти процессы.

Следует отметить, что ингибирующее действие осины может иметь не только отрицательную сторону, но и практическую ценность в семеноводстве картофеля. Сегодня острой проблемой является преждевременное прорастание клубней в овощехранилищах, особенно у сортов картофеля раннего созревания (Метеор,

Коломбо и др.), которые закладываются на хранение уже в августе и к концу мая – началу июня (к моменту посадки) успевают сформировать длинные этиолированные ростки. При посадке такие ростки обламываются, что задерживает появление всходов и снижает продуктивность, а также повышает патогенные риски. Аналогичная ситуация возникает при выращивании мини-клубней в защищенном грунте по двухурожайной схеме, где клубни, убранные в рамках первой вегетации (июль), начинают пробуждаться уже в марте – апреле следующего года. Для подавления прорастания семеноводческие хозяйства вынуждены применять химические ингибиторы, озонирование и другие приемы для сдерживания пробуждения семян. Наши результаты позволяют предположить, что обработка клубней клеточным соком осины может служить экологически безопасным способом сдерживания прорастания в период хранения. Эта теория открывает новое направление использования осинового экстракта как природного ингибитора роста, альтернативного синтетическим препаратам.

Отсутствие выраженного эффекта у клубней, обработанных экстрактом пихты сибирской, может объясняться недостаточной концентрацией действующих веществ в использованном 5 %-м растворе, вместе с тем в работах Е.М. Карповой [5] отмечена физиологическая активность терпеноидов пихты при других способах применения. В итоге экстракты пихты сибирской и пиона уклоняющегося не показали серьезного влияния на изучаемые параметры. Средние значения этих образцов были близки к контрольным, различия оказались статистически незначимы.

На рисунках 2 и 3 представлены диаграммы, на которых наглядно демонстрируются различия между вариантами обработки по ключевым ростовым параметрам клубней картофеля. Рисунок 2 отражает общую длину корней, что является интегральным показателем, определяющим потенциал приживаемости и начальной энергии роста растений после посадки. Рисунок 3 показывает среднюю длину побегов, что характеризует энергию прорастания и готовность к посадке. Видно, что вариант с кипреем узколистным стабильно выделяется наибольшими значениями по обоим показателям, тогда как вариант с осиной обыкновенной демонстрирует минимальную длину корней, что согласуется с ее ингибирующим эффектом.

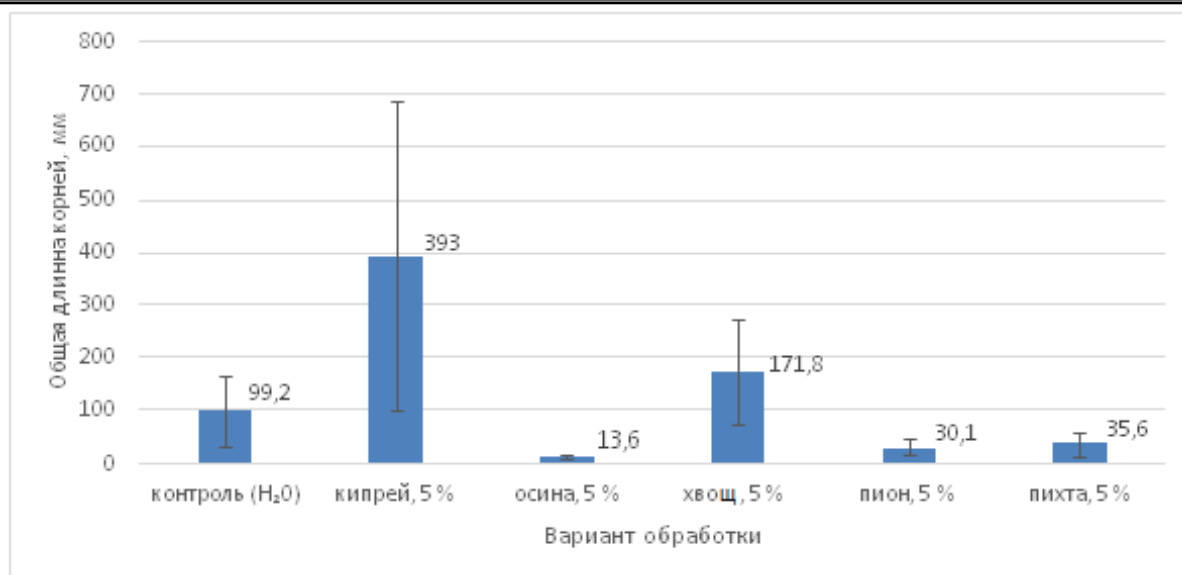


Рис. 2. Влияние предпосадочной обработки на общую длину корней клубней картофеля ($M \pm SD$, $n = 5$, учет на 39-е сут)

Effect of pre-planting treatment on the total root length of potato tubers ($M \pm SD$, $n = 5$, recorded on day 39)

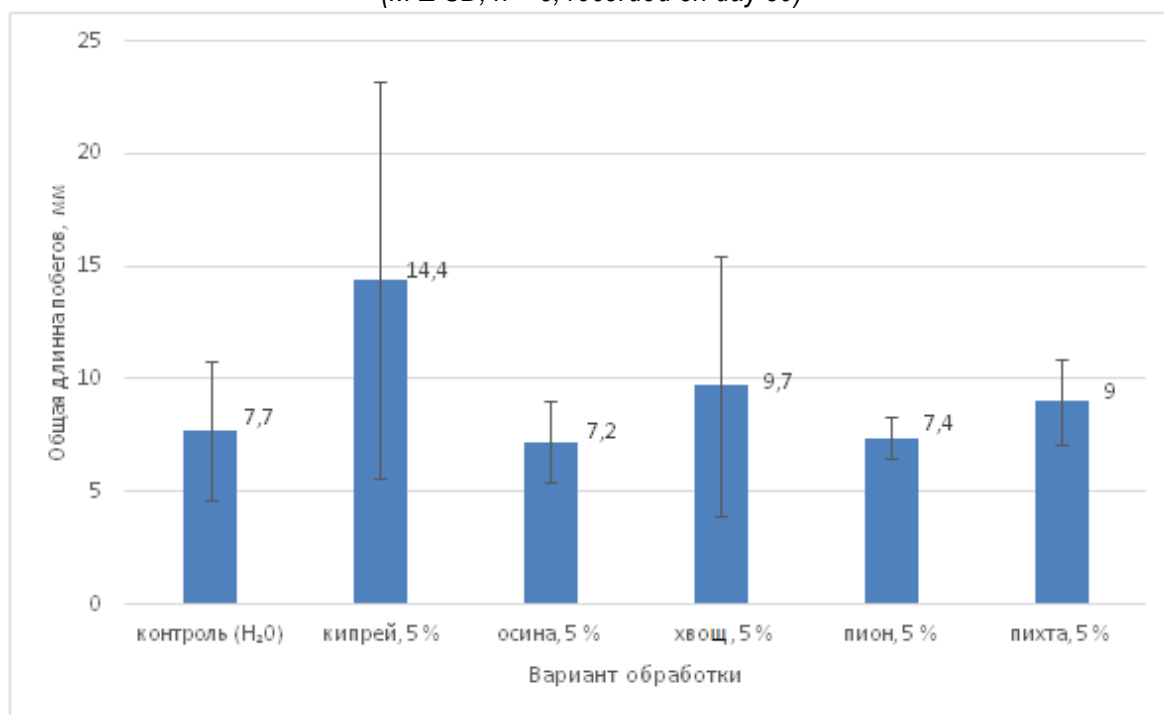


Рис. 3. Влияние предпосадочной обработки на среднюю длину побегов клубней картофеля ($M \pm SD$, $n = 5$, учет на 39-е сут)

Effect of pre-planting treatment on the average shoot length of potato tubers ($M \pm SD$, $n = 5$, recorded on day 39)

На рисунке 4 представлена хроматограмма клеточного сока кипрея узколистного, подтверждающая присутствие соединений, характер-

ных для фенольных кислот и флавоноидов (основные пики в области 9–14 мин).

3. Клеточный сок кипрея узколистного проявил наиболее выраженный ростостимулирующий эффект: средняя длина побегов увеличилась на 87 %, общая длина корней – в 4 раза по сравнению с контролем (тенденция, $p > 0,05$). Клеточный сок хвоща зимующего достоверно ($p < 0,01$) повышал количество пробудившихся глазков (2,4 против 1,4 в контроле).

4. Экстракт коры осины обыкновенной оказал ингибирующее действие на рост корней (общая длина корней снизилась в 7,3 раза,

$p < 0,05$), что позволяет рассматривать его как потенциальное средство для предотвращения преждевременного прорастания клубней при хранении.

5. Полученные результаты служат основой для дальнейших полевых исследований влияния отобранных биостимуляторов на продуктивность картофеля и разработки импортозамещающих экологически безопасных препаратов в рамках национального проекта «Технологическое обеспечение биоэкономики».

Список источников

1. Халипский А.Н., Данилин В.Г., Мухаметова А.С., и др. Технологический регламент производства оригинального, элитного и репродукционного семенного картофеля. Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2014. 16 с. EDN: VMAMHR.
2. Medina R., Canaza B., Sullon A., et al. Intelligent automated control of abiotic water and thermal stress in greenhouses for the optimization of pre-basic potato production // Smart Agricultural Technology. 2025. Vol. 12. Art. 101272. DOI: 10.1016/j.atech.2025.101272. EDN: CTWNLC.
3. Calvo P., Nelson L., Kloepper J.W. Agricultural uses of plant biostimulants // Plant and Soil. 2014. Vol. 383. P. 3–41. DOI: 10.1007/s11104-014-2131-8. EDN: VEJNQV.
4. Колмаков А.Н., Серегин С.Н. Национальный проект «Технологическое обеспечение биоэкономики» – выбор исполнителей приоритетных направлений // Рыбное хозяйство. 2025. № 6. С. 10–18. DOI: 10.36038/0131-6184-2025-6-10-18. EDN: KZEIEE.
5. Карпова Е.М. Новые подходы к оценке фармакологической активности полипrenoлов и тритерпеновых кислот из хвои пихты сибирской: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск, 2009. 23 с. EDN: ZNYSNB.
6. Талыкова Н.М., Екшибарова О.А. Получение, анализ и установление антиоксидантной активности отвара, настоек и экстракта жидкого из коры осины обыкновенной // Современные наукоемкие технологии. 2004. № 6. С. 117–118. EDN: IJMRBH.
7. Сорокин М.Е. Ресурсные характеристики хвоща зимующего в пойменных лесах Прихоперьа. В сб.: Всероссийская научно-практическая конференция «Проблемы и перспективы развития науки в России и мире». Уфа: Аэтерна, 2021. С. 17–20. EDN: FAVFHU.
8. Царев В.Н. Базарнова Н.Г., Дубенский М.М. Кипрей узколистный (*Chamerion angustifolium* L.) химический состав, биологическая активность (обзор) // Химия растительного сырья. 2016. № 4. С. 15–26. EDN: XELWZJ.
9. Мусс Е.И., Пашенных О.К. Оценка эффективности микроклонального размножения сортов картофеля на различных питательных средах. В сб.: Всероссийская научно-практическая конференция «Современный учитель биологии, географии и химии: вызовы времени». Красноярск: КГПУ им. В.П. Астафьева, 2025. С. 72–74. EDN: MMKARP.
10. Костылев В.П., Шабанов В.Ф., Нефедов Б.Н., Митрофанов Д.П., Пашенных О.К. Способ получения биологически активных веществ из растительного или животного сырья и установка для его осуществления. Патент РФ RU 2029559 C1. 27.02.1995. EDN: VFOFZE.

References

1. Khalipskij AN., Danilin VG., Muhametova AS., et al. *Tehnologicheskij reglament proizvodstva original'nogo, e`litnogo i reprodukcionnogo semennogo kartofelya*. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Agrarian University, 2014. 16 p. (In Russ.). EDN: VMAMHR.

2. Medina R, Canaza B, Sullon A, et al. Intelligent automated control of abiotic water and thermal stress in greenhouses for the optimization of pre-basic potato production. *Smart Agricultural Technology*. 2025;12:101272. DOI: 10.1016/j.atech.2025.101272. EDN: CTWNLC.
3. Calvo P, Nelson L, Kloepper JW. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*. 2014;383:3-41. DOI: 10.1007/s11104-014-2131-8. EDN: VEJNQV.
4. Kolmakov AN, Seregin SN. National project "Technological support for bioeconomy" – selection of executors of priority areas. *Fisheries*. 2025;6:10-18. (In Russ.). DOI: 10.36038/0131-6184-2025-6-10-18. EDN: KZEIEE.
5. Karpova EM. *New approaches to assessing the pharmacological activity of polyphenols and triterpene acids from Siberian fir needles*. Cand. biol. sci. abstr. Tomsk; 2009. 23 p. (In Russ.).
6. Talykova NM, Ekshibarova OA. Poluchenie, analiz i ustanovlenie antioksidantnoj aktivnosti otvara, nastoek i e`kstrakta zhidkogo iz kory` osiny` oby`knovennoj. *Modern High Technologies*. 2004;6:117-118. (In Russ.).
7. Sorokin ME. Resource characteristics of winter horsetail in the floodplain forests of the Khoper Region. In: *Vserossijskaya nauchno-prakticheskaya konferenciya "Problemy` i perspektivy` razvitiya nauki v Rossii i mire"*. 2021. P. 17–20. (In Russ.). EDN: FAVFHU.
8. Carev VN, Bazarnova NG, Dubenskij MM. Fireweed (*Chamerion angustifolium* L.) chemical composition, biological activity (review). *Chemistry of plant materials*. 2016;4:15-26. EDN: XELWZJ.
9. Muss EI, Pashennykh OK. Evaluation of the efficiency of microclonal propagation of potato varieties on different nutrient media. In: *Vserossijskaya nauchno-prakticheskaya konferenciya "Sovremennyy` uchitel` biologii, geografii i ximii: vy`zovy` vremeni"*. Krasnoyarsk: KSPU named after V.P. Astafyev; 2025. P. 72–74. (In Russ.). EDN: MMKARP.
10. Kostylev VP, Shabanov VF, Nefedov BN, Mitrofanov DP, Pashennykh OK. Sposob polucheniya biologicheskii aktivnykh veshchestv iz rastitel'nogo ili zhivotnogo syr'ya i ustanovka dlya ego osushchestvleniya. Patent RF RU 2029559 C1. 27.02.1995. EDN: VFOFZE.

Статья принята к публикации 13.04.2026 / The article accepted for publication 13.04.2026.

Информация об авторах:

Евгений Иванович Мусс, младший научный сотрудник, аспирант кафедры растениеводства, селекции и семеноводства

Ольга Константиновна Пашенных, кандидат сельскохозяйственных наук

Анатолий Николаевич Халипский, заведующий кафедрой растениеводства, селекции и семеноводства, доктор сельскохозяйственных наук

Information about the authors:

Evgeny Ivanovich Muss, Junior Researcher, Postgraduate Student, Department of Plant Growing, Breeding, and Seed Production

Olga Konstantinovna Pashennykh, Candidate of Agricultural Sciences

Anatoly Nikolaevich Khalipsky, Head of the Department of Plant Growing, Breeding, and Seed Production, Doctor of Agricultural Sciences

