



Научная статья/Research Article

УДК 635.03:633.791

DOI: 10.36718/1819-4036-2026-2-3-14

Дмитрий Алексеевич Дементьев^{1✉}, Инга Юрьевна Иванова², Ольга Николаевна Мироненко³^{1,2}Чувашский НИИ СХ – филиал ФАНЦ Северо-Востока, пос. Опытный, Чувашская Республика, Россия³Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия¹tymondem@mail.ru²m35y24@yandex.ru³olgmironenko@mail.ru

ОПТИМАЛЬНЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ САЖЕНЦЕВ ХМЕЛЯ ОБЫКНОВЕННОГО ПРИ СОЗДАНИИ МАТОЧНОГО ПИТОМНИКА

Цель исследований – подбор оптимального варианта при выращивании посадочного материала хмеля обыкновенного. В Чувашском НИИСХ в 2024 г. проведены исследования влияния стимуляторов роста на биологические и экономические показатели. Оздоровленные растения хмеля сорта Флагман, полученные с помощью метода клонального микроразмножения в Алтайском центре прикладной биотехнологии Алтайского государственного университета, высаживались в теплице и открытом грунте и опрыскивались по листу различными стимуляторами роста. Максимальный прирост числа корней, стеблей и зеленой массы был получен в условиях теплицы при использовании препарата «Альбит», наибольшая длина корней – в открытом грунте с тем же препаратом. Лучшая приживаемость и выживаемость, а также выход стандартных саженцев также отмечены при применении данного препарата в условиях теплицы. Но наиболее рентабельным оказался вариант в открытом грунте с применением данного стимулятора – 33,1 % против 16,3 % в условиях теплицы. Сравнение производства саженцев в открытом грунте из растений, полученных *in vitro*, с традиционным методом зеленого черенкования показало, что, несмотря на более высокий выход стандартных саженцев из укорененных клонированных растений вследствие более быстрого и мощного развития корневой системы и надземной массы, зеленое черенкование оказалось многократно рентабельнее. В то же время при отсутствии маточных насаждений в России технология клонального микроразмножения хмеля позволяет получать необходимое количество саженцев из ограниченного количества маточных растений и является единственно возможной при выведении на рынок новых селекционных достижений. При закладке маточников с целью создания питомников хмеля целесообразно применение оздоровленного *in vitro* материала с обработкой саженцев препаратом «Альбит» для дальнейшего использования их в качестве исходного материала для зеленого черенкования.

Ключевые слова: питомник хмеля, стимуляторы роста, открытый и закрытый грунт, корневая система, надземная масса, клональное микроразмножение, рентабельность производства

Для цитирования: Дементьев Д.А., Иванова И.Ю., Мироненко О.Н. Оптимальный способ получения саженцев хмеля обыкновенного при создании маточного питомника // Вестник КрасГАУ. 2026. № 2. С. 3–14. DOI: 10.36718/1819-4036-2026-2-3-14.

Финансирование: работа выполнена в рамках проекта Российского научного фонда (РНФ) № 23-64-10040 «Генетические ресурсы дикорастущего и культивируемого хмеля (*Humulus lupulus* L.): скрининг, сохранение, использование в селекции».

Dmitry Alekseevich Dementyev^{1✉}, **Inga Yuryevna Ivanova**², **Olga Nikolaevna Mironenko**³

^{1,2}Chuvash Scientific Research Institute of Agriculture – branch of FANC of the North-East, pos. Опытный, Chuvash Republic, Russia

³Altai State University, Barnaul, Russia

¹tymondem@mail.ru

²m35y24@yandex.ru

³olgmironenko@mail.ru

THE OPTIMAL METHOD TO OBTAIN COMMON HOPS SEEDLINGS WHEN CREATING A UTERINE NURSERY

The objective of research is to identify the optimal method for growing common hop planting material. In 2024, the Chuvashia Research Institute of Agriculture conducted a study on the effects of growth stimulants on biological and economic indicators. Improved Flagman hop plants, obtained through clonal micropropagation at the Altai Center for Applied Biotechnology of Altai State University, were planted in a greenhouse and open field and foliar sprayed with various growth stimulants. The maximum increase in the number of roots, stems, and green mass was achieved in the greenhouse using Albit, while the greatest root length was achieved in the open field using the same product. Better establishment and survival rates, as well as the yield of standard seedlings, were also observed when using this product in the greenhouse. However, the open field variant with this stimulant proved to be the most profitable – 33.1% versus 16.3% in the greenhouse. A comparison of open-ground seedling production from in vitro-produced plants with traditional green cuttings showed that, despite the higher yield of standard seedlings from rooted cloned plants due to the faster and more vigorous development of the root system and aboveground mass, green cuttings proved to be significantly more cost-effective. At the same time, given the lack of mother plants in Russia, clonal micropropagation of hops allows for the production of the required number of seedlings from a limited number of mother plants and is the only viable option for introducing new breeding achievements to the market. When establishing mother plants for hop nurseries, it is advisable to use in vitro-improved material treated with Albit for subsequent use as source material for green cuttings.

Keywords: hop nursery, growth stimulants, open and closed ground, root system, aboveground mass, clonal micropropagation, production profitability

For citation: Dementiev DA, Ivanova IYu, Mironenko ON. The optimal method to obtain common hops seedlings when creating a uterine nursery. *Bulletin of KSAU*. 2026;(2):3-14. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2026-2-3-14.

Funding: the work was carried out within the framework of the Russian Science Foundation (RSF) project No 23-64-10040 “Genetic resources of wild and cultivated hops (*Humulus lupulus* L.): screening, conservation, use in breeding”.

Введение. Хмель обыкновенный (*Humulus lupulus* L.) – многолетнее вьющееся растение, культивируемое для коммерческого использования, в основном в пивоваренной промышленности, поскольку женские соцветия (стробилы, или шишки) содержат лупулиновые железы, которые придают пиву характерную горечь, аромат и вкус. Пивоваренная промышленность потребляет 98 % от всего производства шишек хмеля. Однако этим его использование не ограничивается. Он может применяться в фармако-

логической, химической, пищевой и некоторых других отраслях. Стробилы, или шишки, – наиболее часто используемая часть растения, но другие его части также представляют интерес. Молодые побеги употребляли в пищу как овощ во многих частях Европы со времен Плиния (Плиний Старший, ок. 24–79 гг. н. э.). Будучи близким родственником конопли (*Cannabis sativa* L.), растение хмеля также имеет длинные волокна, которые использовались для изготовления веревок, а также бумаги и льноподобной

ткани. Семена этого растения перспективны как источник функциональных ингредиентов для применения в пищевой и фармацевтической отраслях. Экстракт из семян хмеля демонстрирует антимикробные свойства, превосходящие положительный контроль в отношении почти всех протестированных бактерий и грибов рода *Penicillium*. Семена богаты катехинами (катехин, эпикатехин), которые являются продуктами, широко используемыми в фармацевтической, косметической и нутрицевтической промышленности. Также было обнаружено, что семена *H. lupulus* являются мощным источником антиоксидантной активности и проявляют цитотоксический эффект в отношении нескольких типов раковых и опухолевых клеток, не проявляя токсичности в отношении нормальных клеток [1–3].

Отработанный хмель содержит большое количество эфирных масел, которые можно использовать. Кроме того, большинство компонентов соплодий хмеля (особенно фитостероиды) в значительной степени остаются во фракции отработанного сырья после процесса пивоварения. Побочные продукты хмелеперерабатывающей и пивоваренной промышленности могут использоваться в качестве удобрения для почвы или корма для животных, что приветствуется с точки зрения охраны окружающей среды и безотходности производства. Потенциально отработанные шишки можно использовать в качестве инсектицида, желирующего агента в пищевой промышленности, добавки в корма для животных (свиней, крупного рогатого скота или птицы) или даже в качестве растительной добавки для облегчения менопаузальных синдромов [4, 5].

Обеспечение внутренних потребностей страны в соплодиях хмеля в России составляет лишь 5–7 %, так как его площадь с 1980 г. сократилась к 2015 г. более чем в 30 раз [6]. Сегодня Доктрина продовольственной безопасности РФ рекомендует иметь уровень самообеспеченности потребности страны не менее 60 %, что приводит к задаче увеличения объемов, номенклатуры и ресурсно-технологического обеспечения производств [7]. В связи с тем, что в последние годы растет интерес производителей к выращиванию хмеля, увеличивается спрос на саженцы этого растения, который не полностью удовлетворяется деятельностью питомников на территории страны. Особенность хмеля заключается в том, что вегетативное размножение

является основным способом получения саженцев нужного сорта для коммерческого выращивания. Это может быть осуществлено путем макроразмножения (стеблевыми или корневищными черенками, а также зеленым черенкованием) или микроразмножения. Зачастую старые устоявшиеся методы размножения несовместимы с эффективной борьбой с болезнями, передающимися через стеблевые и корневищные черенки. Государственные меры фитоконтроля хотя и имеют большое значение, не обеспечивают полного искоренения болезней (например часто встречается во всех регионах производства вирусная болезнь крапивы и мозаичная болезнь). Вертициллезное увядание и корневые гнили также передаются от зараженных маточных растений при традиционном методе размножения стеблевыми или корневищными черенками. Традиционные методы быстрого размножения обладают первостепенной опасностью, заключающейся в том, что один больной родитель может дать начало большому количеству зараженных растений. Поэтому размножение хмеля лучше всего проводить в специальных питомниках, засаженных тщательно отобранными саженцами и предпочтительно расположенных в районах, где не выращивают хмель. Биотехнологические методы, в частности, размножение *in vitro* могут предоставить новые возможности для преодоления этих ограничений, позволяя получать большое количество клонов на ограниченном пространстве и независимо от сезона [8–11].

При выращивании саженцев важно, чтобы был высокий процент их приживаемости, они быстро развивались и в конечном выходе соответствовали стандарту. Решению этих вопросов может помочь применение различных стимуляторов роста и развития. Такие препараты способствуют интенсификации развития корневой системы и надземной массы, повышению стрессоустойчивости и снижению заболеваемости саженцев. Поэтому при коммерческом выращивании саженцев возникает необходимость выяснить их эффективность и рентабельность применения [12]. В условиях чрезвычайной нехватки в стране качественных саженцев хмеля обыкновенного актуальность исследования несомненна.

Цель исследований – определение способа получения дефицитных в России здоровых саженцев хмеля обыкновенного (*Humulus lupu-*

lus L.), соответствующих требованиям, наиболее экономически эффективным методом.

Задача – подбор оптимального варианта при выращивании посадочного материала хмеля обыкновенного.

Объект и методы. В 2024 г. в Чувашском научно-исследовательском институте сельского хозяйства (Чувашском НИИСХ) проводилось исследование оптимального способа получения саженцев хмеля обыкновенного (*Humulus lupulus* L.). Объектом исследования служил средне-ранний горько-ароматический сорт хмеля Флагман, отличающийся высокой урожайностью (38 ц/га) и средним содержанием альфа-кислот (6,5 %). Стеблевые черенки хмеля сорта Флагман были отобраны из коллекции мировых сортов Чувашского НИИСХ [13] и введены в культуру *in vitro* в Алтайском центре прикладной биотехнологии ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет». После подтверждения фитосанитарного статуса растений молекулярно-генетическими методами (ПЦР, ИФА) была получена опытная партия растений с закрытой корневой системой с использованием методов клонального микроразмножения [14–16]. Адаптированный материал высаживался на плантации хмельника Чувашского НИИСХ, где проводились два варианта опыта: 1) двухфакторный опыт по изучению воздействия различных новейших стимуляторов роста и развития на растения в условиях теплицы и открытого грунта; 2) однофакторный опыт по сравнению производства саженцев из зеленых черенков и из растений, полученных *in vitro*.

Почва участка серая лесная тяжелосуглинистая, pH – 5,3. Опыт № 1 состоял из фактора А – закрытый грунт и теплица и фактора Б – опрыскивание растений стимуляторами роста и развития («КорнеСил»; Cultimar; «Альбит»). В качестве контрольного варианта применялось опрыскивание чистой водой. Опрыскивание проводилось согласно рекомендациям к препаратам. Повторность опыта трехкратная, каждая повторность состояла из 25 растений, высаженных по схеме 10 × 30 см. Площадь одной делянки – 0,75 м². Всего делянок 24, учетная площадь – 18 м². Растения в теплице периодически поливались и проветривались, в открытом грунте

они поливались только однократно при посадке для создания естественных условий развития.

Опыт № 2 – однофакторный. Развитие растений, полученных *in vitro*, сравнивалось с развитием растений, полученных методом зеленого черенкования. Для последнего применялась технология, разработанная Чувашским НИИСХ. На грядку шириной 1 м насыпался речной песок до 16 кг на 1 м², который распределялся по грядке, после чего она обильно поливалась до 100 % от ППВ. Черенки с одной парой листьев высаживались под светоотражающую пленку с созданием эффекта парника. После укоренения пленка удалялась. Высадка на обоих опытах проводилась 15 июня. Копку для измерений вегетативной массы весовым методом провели 15 октября. Математическую обработку данных провели методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову.

Агроклиматические условия в год проведения исследований. В 2024 г. затяжные жаркие погодные условия существенно затормозили развитие хмеля в летний период, из-за чего саженцы приживались и развивались слабо. ГТК за май – конец I декады августа составил 0,6, и только благодаря 125 мм осадков, выпавшим за 6 дней II декады августа, ГТК стал равен 1,26. Сентябрь был аномально теплым и сухим. Температура превысила многолетний показатель на 9,9 °С. Такие условия года не были благоприятными для развития саженцев.

Результаты и их обсуждение. Измерение надземной и подземной вегетативной массы растений в опыте № 1 проводили сразу же во время ручной копки. Результаты измерений корневой системы полученных саженцев приведены в таблице 1.

Исследование показало, что в засушливых условиях 2024 г. корневая масса активнее развивалась в закрытом грунте. Так, по количеству корней с одного растения теплица превышала открытый грунт в 2 и более раза. Это объясняется тем, что при недостатке влаги энергия роста корней направлена на поиск воды, за счет чего их длина увеличивается для проникновения в глубокие слои почвы. Это подтверждается показателем длины корней. По диаметру корней взаимосвязи между открытым и закрытым грунтом не отмечается.

**Параметры корнеобразования растений хмеля
в зависимости от стимуляторов роста и условий выращивания**
**Parameters of root formation of hop plants depending
on growth stimulators and growing conditions**

Вариант	Количество корней, шт.	Длина корней, см	Диаметр основных корней, мм
Вода (контроль)	12	27	2,3
КорнеСил	18	37	3,2
Cultimar	20	36	3,9
Альбит	24	44	4,4
<i>Среднее</i>	<i>18,5</i>	<i>36,0</i>	<i>3,5</i>
Вода (контроль)	6	30	3,0
КорнеСил	7	38	3,0
Cultimar	8	46	3,5
Альбит	11	48	3,8
<i>Среднее</i>	<i>8,0</i>	<i>40,5</i>	<i>3,3</i>
НСР ₀₅ : фактора А	3,4	1,3	0,5
фактора В	5,3	5,5	1,1

Изучение воздействия различных стимуляторов роста показало, что как в регулируемых условиях теплицы, так и в открытом грунте все изучаемые препараты в сравнении с контрольным вариантом (водой) оказывают положительное влияние на развитие подземных органов растений. При этом наилучшее воздействие оказал препарат «Альбит», который в закрытом грунте способствовал увеличению числа корней растений на 100 %, их длины – на 63, а диаметра – на 91 % в сравнении с контролем. В открытом грунте данные показатели хоть и были ниже, но также имели решающее воздействие в сравнении с другими вариантами. Наименьшее воздействие в обоих вариантах фактора А оказал «КорнеСил». При опрыскивании зеленой массы данным препаратом количество корней увеличилось на 50 % по сравнению с контролем, длина – на 37; средний диаметр – на 39 %. Воздействие стимулятора *Cultimar* по всем параметрам, кроме длины корней, в закрытом грунте было выше, чем у препарата «КорнеСил», но менее эффективно, чем «Альбит».

Увеличение корневой массы оказало благоприятное воздействие на развитие надземной части растений хмеля (табл. 2).

Влияние условий выращивания и новейших стимуляторов роста на зеленую массу имело

схожую с развитием корней тенденцию. В закрытом грунте она также развивалась значительно активнее, чем в засушливых условиях открытого грунта. При этом контрольный вариант продемонстрировал самый низкий результат. Благодаря «Альбиту» в закрытом грунте количество междоузлий возросло на 53 %; длина стеблей – на 24; вес – на 35 %. Чуть ниже был прирост от препарата *Cultimar*: 46,7 %; 20,7 и 26,3 % соответственно. Увеличение надземной части растений самым низким было при применении препарата «КорнеСил», но при этом превышение над контрольным вариантом было выше ошибки опыта.

В открытом грунте препараты оказали аналогичное действие, но прирост к контрольному варианту по количеству междоузлий был ниже – от 33,3 до 58,3 %; длине стеблей – 13,3–28,3; надземной массе – 20,6–52,9 %. Прирост также превышал наименьшую существенную разность по всем препаратам.

При получении саженцев наиболее важны такие показатели, как приживаемость исходного материала, его выживаемость к моменту выкопки и количество саженцев, соответствующих требованиям. Это влияет на итоговый выход продукции и ее рентабельность. Данные показатели приведены в таблице 3.

Таблица 2

Влияние стимуляторов роста на развитие зеленой массы хмеля
The effect of growth stimulants on the development of the green mass of hops

Вариант	Количество междоузлий, шт.	Длина стеблей, см	Вес зеленой массы, г
Теплица			
Вода (контроль)	15	87	57
КорнеСил	18	96	65
Cultimar	22	105	72
Альбит	23	108	77
<i>Среднее</i>	<i>19,5</i>	<i>99,0</i>	<i>67,8</i>
Открытый грунт			
Вода (контроль)	12	46	34
КорнеСил	16	52	41
Cultimar	17	57	49
Альбит	19	59	52
<i>Среднее</i>	<i>16,0</i>	<i>53,5</i>	<i>44,0</i>
НСР ₀₅ : для фактора А	1,1	17,7	8,8
фактора В	2,7	5,6	6,7

Ожидаемым результатом было то, что приживаемость и выживаемость посаженных адаптированных растений была выше в условиях, когда температурный и влажностный режимы можно было регулировать, т. е. в теплице. Как итог, выход саженцев в таком режиме выращивания был на 11,2–14,7 % выше, чем в естественных условиях открытого грунта. Наибольшую приживаемость в закрытом и открытом грунте обеспечили препараты «Альбит» и Cultimar, различие в отклонении между которыми составило менее 1 %. Выживаемость в теплице также

была близка между данными препаратами. В открытом грунте влияние «Альбита» превысило Cultimar на 3,1 % в сравнении с контролем. Максимальный процент выхода саженцев, соответствующих требованиям, в обоих вариантах по фактору А также был при использовании стимулятора роста «Альбит», причем в открытом грунте его влияние выражено значительно ярче, чем в тепличных условиях. То есть можно предположить, что указанный препарат оказывает более яркий эффект стрессоустойчивости, чем другие сравниваемые образцы.

Таблица 3

Влияние регуляторов роста и условий выращивания на приживаемость и выход саженцев
The influence of growth regulators and growing conditions on the survival rate and yield of seedlings

Вариант	Приживаемость, %	Выживаемость, %	Выход саженцев	
			%	к контролю, ±
Теплица				
Вода (контроль)	94,8	87,7	85,4	–
КорнеСил	96,1	90,3	88,8	3,4
Cultimar	97,1	93,4	90,3	4,9
Альбит	97,6	93,5	91,1	5,7
<i>Среднее</i>	<i>96,4</i>	<i>91,2</i>	<i>88,9</i>	<i>–</i>
Открытый грунт				
Вода (контроль)	83,3	76,8	70,7	–
КорнеСил	84,0	80,5	73,3	2,6
Cultimar	89,0	84,4	77,6	6,9
Альбит	89,7	87,5	79,9	9,2
<i>Среднее</i>	<i>86,5</i>	<i>82,3</i>	<i>75,4</i>	<i>–</i>
НСР ₀₅ : для фактора А	4,8	3,1	5,1	
фактора В	1,3	3,3	2,8	

При производстве саженцев один из важных вопросов – это экономическая эффективность. В данном случае в качестве затрат учитывалась стоимость теплицы, оздоровленных растений *in vitro*, подвоза песка, работ по подготовке почвы и уходу за растениями, стимуляторов, препаратов и мероприятий по защите растений, а также

стоимость работы по уборке готовой продукции. При расчете дохода использовалась стоимость готовых саженцев. Все пересчитывалось на площадь 1 га с учетом свободных дорожек между грядками. Результаты расчета приведены в таблице 4.

Таблица 4

**Рентабельность производства саженцев
Profitability of seedling production**

Вариант	Выручка от продукции, тыс. руб. с 1 га	Прямые производственные затраты, тыс. руб. на 1 га	Условно чистый доход, тыс. руб. с 1 га	Рентабельность, %
Закрытый грунт				
Контроль (вода)	47 345,8	43 408,22	3 937,58	9,1
КорнеСил	49 230,7	43 406,7	5 824,0	13,4
Cultimar	50 062,3	43 411,9	6 650,4	15,3
Альбит	50 505,8	43 414,6	7 091,2	16,3
Открытый грунт				
Контроль (вода)	39 196,1	33 275,0	5 921,10	17,8
КорнеСил	40 637,5	33 277,6	7 359,90	22,1
Cultimar	43 021,4	33 282,8	9 738,60	29,3
Альбит	44 296,6	33 285,5	11 011,10	33,1

В расчете экономической эффективности важны как рентабельность в процентах, так и доход в рублях. Расчет показал, что производство саженцев эффективно как на контроле, так и при использовании стимуляторов роста и развития. Их использование позволило увеличить выход готовой продукции, а значит и условно чистый доход, и рентабельность производства. Стоит отметить, что несмотря на то, что в открытом грунте выход саженцев был меньше, прямые затраты также составили меньшую сумму, из-за того, что здесь не учитывалась стоимость теплиц и части работ по уходу. Это привело к тому, что условно чистый доход в открытом грунте был выше, чем в закрытом, от 26,4 («КорнеСил») до 55,3 % («Альбит»), или же от 1,5 млн до 3,9 млн руб. соответственно. Самая высокая рентабельность была при применении препарата «Альбит» в открытом грунте – 33,1 %, что в 2 раза выше, чем при применении того же стимулятора в теплице.

Опыт № 2 закладывался с целью сравнения одного из традиционных способов выращивания саженцев зеленым черенкованием с их производством посредством доращивания адаптиро-

ванных растений, полученных *in vitro*. Зеленое черенкование использует способность растений к восстановлению отсутствующих частей растения и позволяет избежать передачи полученным из них саженцам корневых гнилей, характерных при размножении стеблевым или корневищным черенкованием. Также в жаркую летнюю погоду температурный режим туннельного парника активно уничтожает большую часть болезнетворных микроорганизмов. Плюс зеленого черенкования в том, что с одного растения хмеля можно получить до 100 саженцев, в отличие от других традиционных методов, коэффициент размножения которых близок к 4. Слабое место данного метода – это длительный период корнеобразования, за счет чего корневая система развивается слабо и наблюдается низкая укореняемость в сравнении с адаптированными растениями *in vitro*, корневая система которых уже образована.

В таблице 5 приведены показатели развития подземной части хмеля при разных способах получения посадочного материала. Зеленое черенкование как традиционный метод размножения принято за контроль.

Таблица 5

Параметры корнеобразования хмеля в зависимости от вида посадочного материала
Hop root formation parameters depending on the type of planting material

Вариант	Показатель развития корневой системы на 1 саженце					
	Количество корней		Длина корней		Диаметр основных корней	
	шт.	отклонение, %	см	отклонение, %	мм	отклонение, %
Зеленые черенки (контроль)	4,5	–	24,4	–	2,8	–
Адаптированные растения после культуры <i>in vitro</i>	6,2	37,8	30,3	24,2	3,0	7,1
НСР ₀₅	0,4	–	3,1	–	F _ф < F ₀₅	–

Исходя из показателей таблицы 5, можно сделать вывод, что посадка адаптированных растений имеет преимущество перед зеленым черенкованием. Оно выражается в наличии сформированной корневой системы, благодаря которой растения уже не тратят энергию на ее образование и сразу начинают развивать надземную и подземную массу. Черенки же, полученные из вегетирующих побегов, вынуждены сначала тратить энергию на образование подземной части и лишь после этого начинают об-

развивать полноценную листовую часть растений. К моменту копки в середине октября саженцы, полученные из адаптированных черенков, имели значительно более развитую корневую систему, чем саженцы, полученные традиционным способом.

Наличие корневой системы при высадке в грунт давало толчок и к быстрому развитию облиственной части растений, число стеблей во втором варианте превысило контроль в 2 раза (табл. 6).

Таблица 6

Параметры образования зеленой массы хмеля
в зависимости от вида посадочного материала на 1 саженце
Parameters of the formation of a green mass of hops, depending
on the type of planting material per 1 seedling

Вариант	Число стеблей		Количество междоузлий		Длина стеблей		Вес зеленой массы	
	шт.	откл., %	шт.	откл., %	см	откл., %	г	откл., %
Зеленые черенки (контроль)	2,4	–	11,1	–	43,7	–	25	–
Адаптированные черенки	4,8	100	12,1	9,0	46,4	6,2	34	36
НСР ₀₅	0,6		F _ф < F ₀₅		F _ф < F ₀₅		1,9	

По другим показателям развития зеленой массы адаптированные растения после культуры *in vitro* также превышали саженцы, полученные зеленым черенкованием: по весу зеленой массы на 36 %, по количеству междоузлий на 9 % выше контроля. В то же время размер листовых пластин был меньше, чем в контрольном варианте, вероятно, из-за развития большего количества стеблей одновременно.

Наличие корней оказало положительное воздействие и на приживаемость растений

(табл. 7). Также к моменту копки выживших растений было больше на 6,4 % в варианте с адаптированными черенками. Это не могло не оказать влияния на увеличение числа более развитых саженцев в сравнении с зеленым черенкованием – на 4,3 % больше. Отклонения от контроля превышали ошибку опыта по всем показателям, что говорит о существенном преимуществе укорененных адаптированных черенков перед зеленым черенкованием.

Влияние регуляторов роста и условий выращивания на приживаемость и выход саженцев
The influence of growth regulators and growing conditions
on the survival rate and yield of seedlings

Вариант	Приживаемость, %	Выживаемость, %	Выход саженцев	
			%	±, %
Зеленые черенки (контроль)	80,3	70,4	66,4	–
Адаптированные черенки	83,3	76,8	70,7	4,3
НСР ₀₅	1,1	3,5	2,7	–

Несмотря на то, что растения, полученные *in vitro*, имеют много преимуществ, такой важный фактор, как экономическая эффективность, играет решающую роль при коммерческом выращивании саженцев хмеля обыкновенного (табл. 8).

Таблица 8

Рентабельность производства саженцев
Profitability of seedling production

Вариант	Выручка от продукции, тыс. руб. с 1 га	Прямые производственные затраты, тыс. руб. на 1 га	Чистый доход, тыс. руб. с 1 га	Рентабельность, %
Зеленые черенки (контроль)	30 676,8	5 874,9	24 802,7	422,2
Адаптированные черенки	39 196,1	33 275,0	5 921,10	17,8

Особенность черенков, выращенных лабораторным путем, в том, что для их получения требуется использовать квалифицированный персонал, лабораторные мощности, оборудование, реагенты, питательную среду, множество человеко-часов, горшочки, торфогрунт, стоимость доставки от лаборатории к месту высадки и т. д. В конечном итоге себестоимость каждого полученного адаптированного укорененного черенка многократно превышает себестоимость зеленого черенкования. В последнем случае требуются только приобретение и доставка песка для грядки, светоотражающая пленка и дуги для туннельного парника, затраты на полив и рабочий персонал. Дальнейшие затраты по уходу, защите и уборке относятся к обоим вариантам.

Выручка от зеленого черенкования была на 28,4 %, или на 8,5 млн руб/га, ниже, чем при выращивании адаптированных черенков, но при этом прямые затраты были в 5,7 раза, или на 27,4 млн руб/га, меньше. Благодаря этому чистый доход в контрольном варианте был в 4,2 раза выше. Также и рентабельность составила 422,2 % на контроле против 17,8 % при выращивании саженцев из адаптированных регенерантов *in vitro*.

Однако существует ряд ключевых ограничений, которые не позволяют решить проблемы в отрасли хмелеводства, опираясь только на данные выводы. Зеленое черенкование позволяет получать с 1 куста до 100–150 шт. посадочного материала [17]. По экспертным оценкам, для импортозамещения в России требуется не менее 20 млн шт. саженцев в ближайшие несколько лет [18]. При норме посадки в среднем 3000 саженцев на 1 га требуется не менее 20–35 га маточных насаждений для решения проблемы за 2–3 года. В настоящее время такие насаждения в стране отсутствуют, и их создание требует как минимум 3–4 года, а также значительных объемов капитальных вложений. Кроме того, даже закладка маточников потребует 60–105 тыс. саженцев высокого качества и требуемого ассортимента. Такие объемы посадочного материала могут быть получены только с помощью клонального микроразмножения, так как эта технология позволяет получать из одного экспланта за год не менее 5000 саженцев с закрытой корневой системой [18]. Также эта технология является единственной эффективной при выведении на рынок новых сортов.

Заключение. В засушливых условиях 2024 г. выращивание в контролируемых условиях теплицы оздоровленных клонированных растений хмеля сорта Флагман позволило получить саженцы с более развитой надземной массой и большим количеством корней. При этом показатели длины корней и их диаметры были выше в открытом грунте. Из испытуемых стимуляторов роста как в открытом, так и в закрытом грунте, и на зеленую массу, и на корневую систему максимальный эффект оказал препарат «Альбит», чуть меньший – Cultimar. Применение всех изучаемых препаратов достоверно увеличило приживаемость саженцев, их выживаемость до конца вегетационного периода, а также выход стандартных саженцев. При этом за счет сокращения затрат на теплицу и уход условно чистый доход с 1 га в открытом грунте вырос от 1,54 млн руб/га («КорнеСил») до 3,92 млн руб/га («Альбит»), а рентабельность – на 8,7–16,8 % соответственно.

В сравнении с адаптированными регенерантами *in vitro* зеленое черенкование имеет значительный недостаток в том, что время и энергия, затраченные на образование корней, значительно снижают развитие корневой системы и

зеленой массы. У клонированных, адаптированных в горшочках растений выше приживаемость, выживаемость к моменту копки и выход стандартных саженцев, однако высокая стоимость оздоровленных саженцев в сравнении с зелеными черенками сильно увеличивает производственные затраты. Поэтому чистый доход с зеленого черенкования значительно выше (24,8 млн против 5,9 млн руб/га), как и рентабельность (422,2 и 17,8 % соответственно). В то же время технология клонального микроразмножения хмеля позволяет получать значительное количество саженцев при ограниченном количестве маточных растений и является единственно возможной при ускоренном выведении на рынок новых селекционных достижений.

Таким образом, при закладке маточников для создания питомника хмеля обыкновенного оптимально будет применение оздоровленного *in vitro* материала, с обработкой саженцев препаратом «Альбит». Это позволит получить здоровые маточные растения, которые в дальнейшем можно использовать для получения саженцев посредством зеленого черенкования.

Список источников

1. Alonso-Esteban J.I., Pinela J., Barros L., et al. Phenolic composition and antioxidant, antimicrobial and cytotoxic properties of hop (*Humulus lupulus* L.) Seeds // *Industrial Crops and Products*. 2019. Vol. 134. P. 154–159. DOI: 10.1016/j.indcrop.2019.04.001.
2. Korpelainen H., Pietiläinen M. Hop (*Humulus lupulus* L.): Traditional and present use, and future potential // *Economic botany*. 2021. Vol. 75, N 3. P. 302–322. DOI: 10.1007/s12231-021-09528-1. EDN: PFVNUB.
3. Гернет М.В., Грибкова И.Н. Современные способы использования хмелепродуктов в пивоварении // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2020. № 4. С. 34–42. DOI: 10.36107/spfp.2020.328.
4. Amoriello T., Fiorentino S., Vecchiarelli V., et al. Evaluation of spent grain biochar impact on hop (*Humulus lupulus* L.) growth by multivariate image analysis // *Applied Sciences*. 2020. Vol. 10, N 2. P. 533. DOI: 10.3390/app10020533.
5. Brendel S., Hofmann T., Granvog M. Characterization of key aroma compounds in pellets of different hop varieties (*Humulus lupulus* L.) by means of the sensomics approach // *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2019. Vol. 67. P. 12044–12053.
6. Иванова А.О., Дементьев Д.А. Состояние хмелеводства в Чувашской Республике // *Международный научный сельскохозяйственный журнал*. 2019. № 2. С. 20–25. EDN: PLWZPN.
7. Егоров Е.А., Шадрин Ж.А., Кочьян Г.А. Оценка состояния и перспективы развития виноградарства и питомниководства в Российской Федерации // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2020. № 61 (1). С. 1–15. DOI: 10.30679/2219-5335-2020-1-61-1-15. EDN: LZHGRE.
8. Lagos F.S., Zuffellato-Ribas K.Ch., Deschamps C. Vegetative propagation of hops (*Humulus lupulus* L.): historical approach and perspectives // *Semina: Ciências Agrárias*. 2022, Vol. 43, N 3. P. 1373–1394. DOI: 10.5433/1679-0359.2022v43n3p1373.

9. Liberatore C. M., Rodolfi M., Beghè D., et al. Adventitious shoot organogenesis and encapsulation technology in hop (*Humulus lupulus* L.) // *Scientia Horticulturae*. 2020. Vol. 270. P. 109416. DOI: 10.1016/j.scienta.2020.109416.
10. Keyworth W.G. Hop propagation in Great Britain // *Wallerstein Laboratories Communications*. 1950. Vol. 13. P. 253–266.
11. Сус Н.П., Бойко О.А., Проценко Л.В., и др. Розподіл карлавірусного навантаження в рослинах хмелю (*Humulus lupulus* L.) // *Агроекологічний журнал*. 2020. № 2. С. 40–44. DOI: 10.33730/2077-4893.2.2020.207679.
12. Dementiev D., Ivanova I., Fadeev A. Comparison of the effect of various drugs on the survival rate of hop cuttings. In: *IOP Conference Series «Earth and Environmental Science»*. IOP Publishing, 2020. Vol. 548, N 7. Art. 072020. DOI: 10.1088/1755-1315/548/7/072020.
13. Осипова Ю.С., Леонтьева В.В., Деметьев Д.А. Оценка сортов коллекции хмеля обыкновенного (*Humulus lupulus* L.) по хозяйственно важным признакам. // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022. Т. 23, № 2. С. 194–202. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.2.194-202.
14. Mironenko O.N., Bychkova O.V., Myakisheva E.P., et al. Protocol of clonal micropropagation of *Humulus lupulus* (*Cannabaceae*) // *Turczaninowia*. 2024. Vol. 27, N 4. P. 130–140. DOI: 10.14258/turczaninowia.27.4.15.
15. Бычкова О.В., Мироненко О.Н., Небылица А.В., и др. Адаптации регенерантов *Humulus lupulus* L. к условиям *ex vitro* // *Вестник КрасГАУ*. 2024. № 5. С. 27–33. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-5-27-33.
16. Хлебова Л.П., Бровко Е.С., Мироненко О.Н., и др. Оптимизация технологии клонального микро-размножения сортового и дикорастущего хмеля. // *Достижения науки и техники АПК*. 2025. Т. 39, № 2. С. 38–43. DOI: 10.53859/02352451_2025_39_2_38.
17. Dementiev D., Leonteva V., Ivanova I., et al. Technology of cultivation of Civil hops in Chuvashia. In: *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2021. Vol. 839. Art. 022033. DOI: 10.1088/1755-1315/839/2/022033.
18. Мироненко О.Н., Бычкова О.В., Хлебова Л.П., и др. О перспективах использования клонального микро-размножения при производстве посадочного материала хмеля. В сб.: XII Международная научно-практическая конференция «Методы и технологии в селекции и растениеводстве». Киров, 2025. С. 205–210.

References

1. Alonso-Esteban JI, Pinela J, Barros L, et al. Phenolic composition and antioxidant, antimicrobial and cytotoxic properties of hop (*Humulus lupulus* L.). *Seeds, Industrial Crops and Products*. 2019;134:154-159. DOI: 10.1016/j.indcrop.2019.04.001.
2. Korpelainen H, Pietiläinen M. Hop (*Humulus lupulus* L.): Traditional and present use, and future potential. *Economic botany*. 2021;75(3):302-322.
3. Gernet MV, Gribkova IN. Modern methods of using hop products in brewing. *Storage and processing of agricultural raw materials*. 2020;4:34-42. (In Russ.). DOI: 10.36107/spfp.2020.328.
4. Amoriello T, Fiorentino S, Vecchiarelli V, et al. Evaluation of spent grain biochar impact on hop (*Humulus lupulus* L.) growth by multivariate image analysis. *Applied Sciences*. 2020;10(2):533. DOI: 10.3390/app10020533.
5. Brendel S, Hofmann T, Granvog M. Characterization of key aroma compounds in pellets of different hop varieties (*Humulus lupulus* L.) by means of the sensomics approach. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2019;67:12044-12053.
6. Ivanova AO, Dementyev DA. The state of hop growing in the Chuvash Republic. *International Scientific Agricultural Journal*. 2019;2:20-25. (In Russ.).
7. Egorov EA, Shadrina ZhA, Kochyan GA. Assessment of condition and development prospects of viticulture and nursery in the Russian Federation. *Fruit growing and viticulture in the South of Russia*. 2020;61:1-15. (In Russ.). DOI: 10.30679/2219-5335-2020-1-61-1-15.

8. Lagos FS, Zuffellato-Ribas KCh, Deschamps C. Vegetative propagation of hops (*Humulus lupulus* L.): historical approach and perspectives. *Semina: Ciências Agrárias*. 2022;43(3):1373-1394. DOI: 10.5433/1679-0359.2022v43n3p1373.
9. Liberatore CM., Rodolfi M, Beghè D, et al. Adventitious shoot organogenesis and encapsulation technology in hop (*Humulus lupulus* L.). *Scientia Horticulturae*. 2020;270:109416. DOI: 10.1016/j.scienta.2020.109416.
10. Keyworth WG. Hop propagation in Great Britain. *Wallerstein Laboratories Communications*. 1950;13:253-266.
11. Sus NP, Boyko OA, Protsenko LV, et al. Rospodil karlavirusnogo navantazhennya in rosliny hop (*Humulus lupulus* L.). *Agroecological journal*. 2020;2:40-44. (In Russ.). DOI: 10.33730/2077-4893.2.2020.207679.
12. Dementiev D, Ivanova I, Fadeev A. Comparison of the effect of various drugs on the survival rate of hop cuttings. In: *IOP Conference Series «Earth and Environmental Science»*. IOP Publishing. 2020. Vol. 548, N 7. Art. 072020. DOI: 10.1088/1755-1315/548/7/072020.
13. Osipova YuS, Leontieva VV, Demytyev DA. Evaluation of the varieties of the hop collection (*Humulus lupulus* L.) according to economically important characteristics. *Agricultural science of the Euro-North-East*. 2022;23:2:194-202. (In Russ.). DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.2.194-202.
14. Mironenko ON, Bychkova OV, Myakisheva EP, et al. Protocol of clonal micropropagation of *Humulus lupulus* (*Cannabaceae*). *Turczaninowia*. 2024;27(4):130-140. DOI: 10.14258/turczaninowia.27.4.15.
15. Bychkova OV, Mironenko ON, Nebylica AV. Adaptation of *Humulus lupulus* L. regenerants to *ex vitro* conditions. *Bulletin of KSAU*. 2024;5:27-33. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-5-27-33.
16. Khlebova LP, Brovko ES, Mironenko ON, et al. Optimisation of technology of clonal micropropagation of varietal and wild hops. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2025;39(2):38-43. (In Russ.). DOI: 10.53859/02352451_2025_39_2_38.
17. Dementiev D, Leonteva V, Ivanova I, et al. Technology of cultivation of Civil hops in Chuvashia. In: *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing; 2021. Vol. 839. P. 022033. DOI: 10.1088/1755-1315/839/2/022033.
18. Mironenko ON, Bychkova OV, Khlebova LP, et al. On the prospects of clonal micropropagation in the production of hop seedlings. In: *XII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Metody i tekhnologii v selekcii i rastenievodstve»*. Kirov; 2025. P. 205–210. (In Russ.).

Статья принята к публикации 20.10.2025 / The article accepted for publication 20.10.2025.

Информация об авторах:

Дмитрий Алексеевич Деметьев, старший научный сотрудник группы агротехники хмеля, кандидат сельскохозяйственных наук

Инга Юрьевна Иванова, старший научный сотрудник группы селекции и семеноводства, кандидат сельскохозяйственных наук

Ольга Николаевна МIRONENKO, директор Алтайского центра прикладной биотехнологии, кандидат биологических наук

Information about the authors:

Dmitry Alekseevich Demytyev, Senior Researcher, Hops Agrotechnics Group, Candidate of Agricultural Sciences

Inga Yuryevna Ivanova, Senior Researcher, Breeding and Seed Production Group, Candidate of Agricultural Sciences

Olga Nikolaevna Mironenko, Director of the Altai Center for Applied Biotechnology, Candidate of Biological Sciences