

УДК 632.4:633.791

DOI 10.48612/vch/mf1r-ru7r-tv56

СОЗДАНИЕ НОВЫХ СОРТОВ ХМЕЛЯ ОБЫКНОВЕННОГО МЕТОДОМ ГИБРИДИЗАЦИИ ДЛЯ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ВОЛГО-ВЯТСКОЙ ЗОНЫ**А. В. Коротков, З. П. Короткова, Н. Н. Пушкаренко***Чуваши́ский госуда́рственный аграрный университет
428003, Чебоксары, Росси́йская Федера́ция*

Аннотация. В настоящее время в Российской Федерации объемы производства отечественного хмеля столь незначительны, что удовлетворяет потребности пивоваров всего на 4,7%. И ассортимент отечественных сортов не велик. В разрешении этих проблем огромную роль играет наличие количества и качества сортов хмеля, готовых к промышленному производству. Основные требования, предъявляемые к сорту: стабильно высокая продуктивность, технологичность, высокое качество посадочного материала, устойчивость к вредителям и болезням, неблагоприятным погодным условиям. Для создания новых сортов использовали исходный селекционный материал зарубежной селекции. В 2019-2020 годы в УНПЦ «Студенческий» Чувашского ГАУ в питомнике исходных растений проведена их оценка по генотипу: аромату и качеству продукции. Объектом исследования являлись сортообразцы хмеля разного эколого-географического происхождения Российской Федерации, Германии, США, Японии, Чехии и Англии. Стандартом был сорт Подвязный. В результате всестороннего изучения растений хмеля были выделены источники отдельных хозяйственно-ценных признаков для дальнейшей селекционной работы. В 2021 году провели принудительное скрещивание женских форм хмеля с мужскими формами и получили гибридные семена. С питомника, где выращиваются мужские и женские формы отечественных и зарубежных сортов хмеля, получены семена от свободного опыления. Весной 2022 года из них получены сеянцы, а потом – гибридные растения. В 2022-2023 годах проводили исследования в гибридном питомнике по определению пола растений, вегетационного периода, учеты, наблюдения за ростом и развитием (основных фаз развития хмеля), исследования по органолептическим признакам и работы по уходу за растениями.

Ключевые слова: хмель обыкновенный, селекция, сорт, семена, сеянцы, гибриды.

Введение. В настоящее время сельское хозяйство является наиболее активно и успешно развивающейся отраслью. За последние годы в аграрном секторе произошли большие перемены. В то же время производство некоторых видов сельскохозяйственной продукции в последнее время значительно снизилось. С 1990 года в Российской Федерации площади хмельников резко сокращались, т.к. пивоваренные заводы перешли к варке пива из хмеля зарубежных стран. А отечественный хмель оставался невостребованным. Многие хозяйства перестали возделывать хмель как культуру. Остались небольшие площади в Чувашской Республике, незначительные – в Марий Эл и Алтае. Эти площади покрывают не более 4,7% от потребности отечественных пивоваренных компаний.

С введением санкций со стороны недружественных стран отечественный хмель стал востребованным. Поэтому в ближайшую перспективу следует увеличивать площади хмельников и ассортимент сортов хмеля для пивоваров. Для этого необходимо мобилизовать генетические ресурсы растений и создать новые высокопродуктивные и адаптированные к местным условиям сорта хмеля, выделяющихся повышенной устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам, также высоким качеством сырья.

Одним из основных методов селекции хмеля является отбор, а наиболее совершенным методом выведения новых сортов хмеля признана гибридизация. Есть принудительная и естественная гибридизация хмеля (свободное опыление). В своей работе мы использовали оба метода. Преимущество принудительной гибридизации в том, что подбор родительских пар для гибридизации способствует быстрому получению форм с необходимыми хозяйственными признаками, что значительно ускоряет процесс выделения нового сорта.

Использование генетически разнообразного исходного материала при гибридизации позволяет создавать новые высокопродуктивные сорта хмеля обыкновенного для юго-восточной части Волго-Вятской зоны [1], [2]. Для результативной гибридизации сначала необходимо определить исходные растения, дать оценку для использования в качестве селекционного материала [3]. Для их изучения в питомник осенью 2018 года были высажены женские формы зарубежных сортов хмеля горького, ароматного и крафтового направлений [4]. Проведен первый этап исследований, включающий определение приживаемости в условиях Чувашской Республики. В 2019-2020 гг. были исследованы фенологические, морфологические и органолептические показатели, урожайность и содержание альфа-кислоты исходных растений. По предварительным результатам все сортообразцы рекомендованы для дальнейшего изучения в качестве исходных растений в селекционном процессе (в клоновом отборе и гибридизации).

В 2021 году произвели принудительное скрещивание мужских и женских форм хмеля. Получены семена после гибридизации и от свободного опыления, в 2022 году – гибридные сеянцы, после – гибриды хмеля различного направления. В 2022-2023 гг. провели исследования гибридов по морфологическим и органолептическим признакам.

Цель исследования: получить сорта различного эколого-географического происхождения по органолептическим показателям хмеля (цвету, запаху), хозяйственно-биологическим признакам (вегетационный период, устойчивость к неблагоприятным условиям прорастания и поражению болезнями и вредителями).

Материал и методы. Материалом для получения селекционного материала являлись женские формы зарубежных сортообразцов хмеля из США, Германии, Чехии, Польши и Японии, наиболее подходящие по направлению исследования (с характерным ароматом, определенным качеством продукции) и мужские формы отечественных сортов.

Исследование и работы по получению новых сортов проводились в питомнике исходных растений, гибридном и свободного опыления Центра компетенций «Чувашия – центр производства хмеля» Чувашского ГАУ. В течение 2018-2023 гг. велись работы по определению вегетационного периода, учету урожая и содержания альфа-кислоты, наблюдения за ростом и развитием, наступлением основных фаз развития.

Дана оценка зарубежным сортообразцам по фенологическим и морфологическим признакам по методике проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность [5], [6]. Типичность растений определена по признакам: времени наступления технической зрелости шишек; окраске стебля, ветвей и черешка листа; облиственности куста, окраске, поверхности, характеру, рассеченностью листа, форме (габитус) куста; расположению шишек на стебле и ветвях [7].

Вес сырых шишек с одного куста определяли в фазе технической спелости, содержание альфа-кислот в шишках кондуктометрическим методом [8].

Почва в питомнике исходных растений и свободного опыления серая лесная тяжелосуглинистая со средним уровнем плодородия, слабокислая. В питомнике применена рекомендованная технология возделывания хмеля.

По предварительным результатам все сортообразцы хмеля рекомендованы в качестве исходных растений для гибридизации. В 2021 году была проведена гибридизация и получены гибридные семена. Из семян в 2022 году получены сеянцы, а после полугодового роста и развития – гибридные растения.

Результаты и обсуждение. Весной 2021 года в питомнике исходных растений провели гибридизацию женских (зарубежных сортов) и мужских форм (отечественных сортов) хмеля. Скрещивание провели в период бутонизации хмеля. В начале весны семена извлекли из шишек, провели скарификацию. Гибридные семена высевали в контейнеры и устанавливали в теплицу. Ежедневно поливали. Всхожесть семян была высокой (рис. 1).



Рис. 1. Всходы гибридных семян



Рис. 2. Гибридные сеянцы после пикировки

При достижении всходов высоты 4-5 см их пикировали в отдельные в торфоперегнойные горшочки (рис. 2).

После образования у гибридных сеянцев 5-10 настоящих листочков пересаживали в гибридный питомник в открытый грунт (рис. 3).



Рис. 3. Гибриды в гибридном питомнике

На участок для закладки гибридного питомника до посадки внесли органические удобрения. Провели вспашку и безотвальную обработку. Обработали вдоль и поперек участка дисковыми боронами. Гибридные сеянцы высаживали в открытый грунт только после установления теплой погоды. Посадку провели по схеме 40 см в ряду с междурядьем 2 метра на шпалеру высотой 6 метров. Поливали. В течение вегетационного периода проведены все технологические операции.

В гибридном питомнике изучались до 300 гибридов, которые оценивались по каждому растению отдельно. Определяли пол растений, проводили фенологические наблюдения по фазам развития, устанавливали устойчивость к болезням и вредителям, учет урожая и биохимические показатели шишек хмеля.

При гибридизации получены гибриды разными сроками вегетации: раннеспелые – менее 100 дней, среднеранние – 101-110, среднеспелые – 111-120, среднепоздние – 121-130 и позднеспелые – более 130 дней. При использовании для скрещивания позднеспелых сортов среднеспелыми проявились гибридные растения с раннеспелыми, среднеспелыми и позднеспелыми формами. Сортам, относящимся к группе позднеспелых растений с вегетационным периодом до 130 дней и более, необходимо значительное количество эффективных температур и солнечной радиации. А в наших условиях можно возделывать только сорта сроком вегетации до 120 дней [12], поэтому позднеспелые гибридные растения были выбракованы.

Установлено, что форма шишек гибридов была различная – эллиптическая, узкоэллиптическая, широкоэллиптическая, шаровидная, аромат – нежно хмелевой, хмелевой, слабо хмелевой, резко хмелевой, цветочный и цитрусовый. Окраска шишек зеленая, светло-зеленая, темно-зеленая. Отмечены смешанные цвета – светло-зеленые с темно-зеленым и зеленые со светло-зеленым. Имелись гибридные растения цилиндрической и булавовидной формы и окраской стебля красным, слабо красным, смешанными цветами – зеленой и слабо-красной.

Хмель в основном используется в пивоваренной промышленности и поэтому в первую очередь для нее важны пивоваренные качества, т.е. органолептические показатели. Хмелевой аромат и горечь пива решающей степени зависит от альфа- и бета-кислот в шишках, содержащихся в сортах хмеля в определенном количестве и зависит от района возделывания [10], [11]. Содержание альфа-кислоты зависит от типа исходных растений и эколого-географического происхождения (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание альфа-кислоты отдельных гибридных номеров

№/№	Наименование гибридов	Альфа-кислота
1	ГКС 1.20	3,1
2	ГХМП 1.20	2,8
3	ГКИ 20	3,1
4	ГХМП 5.20	3,1
5	ГХМП 2.20	3,1
6	ГХМП 4.20	2,5
7	ГХМП 3.20	3,4
8	ГКС 2.20	3,4
9	ГХМП 7.20	2,9
10	ГМП 3.20	3,8
11	ГМП 4.20	3,3
12	ГКС 5.20	3,0
13	ГХМП 6.20	2,2
14	ГКС 6.20	3,3
15	ГМП 4.20	4,9
16	ГКИ 1.20	5,2
17	ГМП 2.20	5,3
18	ГМП 5.20	3,0

По результатам исследования из этой группы гибридов выявлены два типа растения – ароматические и горько ароматические. У гибридов ароматического типа содержание альфа-кислот было меньше, чем у растений горько-ароматического типа. Из этой группы для дальнейшего изучения выделены гибриды ГХМП 3.20, ГКС 2.20, ГМП 3.20, ГМП 4.20, ГКИ 1.20, ГМП 2.20, содержание альфа-кислоты которых варьировалось от 3,4 до 5,3% (табл. 1).

В гибридном питомнике соблюдены все агротехнические операции, проведены поливы гибридных растений. К осени получены хорошо развитые гибриды, в каждой группе скрещиваний получены мужские формы растений. В течение вегетации проведены необходимые фенологические наблюдения по фазам развития на устойчивость растений к вредителям и болезням хмеля.

В дальнейшем из групп гибридов будут отобраны селекционные номера, которые будут высаживаться в селекционный питомник, а мужские формы растений – в питомник свободного опыления, большая часть выкорчевываться. Для дальнейшего исследования в качестве стандарта будет использован сорт Подвязный. В

селекционном питомнике номера будут изучаться в течение 3-5 лет с проведением наблюдений, учетом урожая и биохимических показателей (горьких веществ и эфирных масел) в шишках хмеля.

Выводы и рекомендации. Получены гибридные семена из исходных растений хмеля, затем сеянцы, а из них хорошо развитые гибриды хмеля путем принудительного скрещивания и самоопыления. На основании фенологических, морфологических, органолептических признаков и продуктивности, содержанию альфа-кислоты отобраны лучшие гибриды для дальнейшей селекционной работы. Получены мужские формы хмеля для гибридизации.

Литература

1. Александров, Ю. А. Итоги изучения отечественных и зарубежных сортообразцов хмеля / Ю. А. Александров, С. С. Данилов, З. А. Никонова // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2007. – № 4. – С. 43-47.
2. Данилова, Е. С. Мониторинг хозяйственно ценных признаков коллекции отечественных и зарубежных сортов хмеля обыкновенного (*Humulus lupulus* L.) / Е. С. Данилова, Ю. С. Данилова, З. А. Никонова // Аграрная наука Евро-Севера Востока. – 2001. – №6 (25). – С. 18-22.
3. Коротков, А. В. Актуальные меры по улучшению селекции хмеля обыкновенного в Российской Федерации / А. В. Коротков, З. П. Короткова, Н. Н. Пушкаренко // Вестник Чувашского аграрного университета. – 2022. – №2 (21) – С. 10-19.
4. Коротков, А. В. Интродукция зарубежных сортов хмеля в условиях юго-восточной части Волго-Вятской зоны / З. А. Никонова, З. П. Короткова, Н. Н. Пушкаренко // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. – 2023. – №1(24). – С. 9-14.
5. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – Москва : Колос, 1983. – Вып. 3. – С. 79–82.
6. Методика Государственного сортоиспытания. – Москва : Колос, 1972. – Вып. 3 – С. 185-200.
7. Никонова, З. А. Создание и сохранение коллекции хмеля обыкновенного в качестве генофонда для селекции / З. А. Никонова, З. П. Короткова // Нива Поволжья. – 2017. – №4(45). – С104-108.
8. Определение содержания альфа-кислот в сырье хмеля обыкновенного методом кондуктометрии / Латыпова Г. М. [др] // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2013. – №1. – С. 004-008.
9. Hampton, R Small, E., and Haunold, A. 2001. Среда обитания и изменчивость *Humulus lupulus* var. *lupuloides* in upper Midwestern North America: a critical source of American hop germplasm. *Soc.* 128(1): 35-46. doi: 10.2307/3088658.
10. Henning, J. A., Steiner, J. J., and Hummer, K. E. 2004. Генетическое разнообразие среди мировых образцов хмеля, выращенных в США. *Растениеводство Sci.* 44: 411-417.
11. The effectiveness of the introduction of promising varieties and new technology in the cultivation of common hops / Korotkov A. V. [et al.] // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental science.-Cheboksary, Chuvash State .Agricultural Academy. 2019. - P. 012019.

Сведения об авторах

1. **Коротков Анатолий Васильевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий Центром компетенций «Чувашия – центр производства хмеля», Чувашский государственный аграрный университет, 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29, Чувашская Республика, Россия; e-mail: tolya.korotkov.62@mail.ru, тел. +7-927-997-63-53.

2. **Короткова Зоя Поликарповна**, младший научный сотрудник Центра компетенций «Чувашия – центр производства хмеля», Чувашский государственный аграрный университет, 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29, Чувашская Республика, Россия; e-mail: zivilahm@mail.ru, тел. +7-917-679-04-84.

3. **Пушкаренко Николай Николаевич**, кандидат технических наук, доцент, декан инженерного факультета, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29Э, Чувашская Республика, Россия; e-mail: stl_mstu@mail.ru, тел. +7-906-385-41-91.

CREATION OF NEW VARIETIES OF ORDINARY HOPS BY HYBRIDIZATION FOR THE SOUTHEASTERN PART OF THE VOLGA-VYATKA ZONE

A. V. Korotkov, Z. P. Korotkova, N. N. Pushkarenko

*Chuvash State Agrarian University
428003, Cheboksary, Russian Federation*

Abstract. *Currently, the volume of domestic hop production in the Russian Federation is so insignificant that it meets the needs of brewers by only 4.7%. And the range of domestic varieties is not great. The availability of quantity and quality of hop varieties ready for industrial production plays a huge role in solving these problems. The main requirements for the variety are consistently high productivity, manufacturability, high quality of planting material, resistance to pests and diseases, adverse weather conditions. To create new varieties, the original breeding material of*

foreign breeding was used. In 2019-2020 in the ERPC «Studentskiy» of the Chuvash State Agrarian University in the nursery of source plants, their assessment was carried out by genotype: aroma and product quality. The object of the study was hop varieties of different ecological and geographical origin of the Russian Federation, Germany, the USA, Japan, the Czech Republic and England. The standard was the Podvyaznyj variety. As a result of a comprehensive study of hop plants, the sources of individual economically valuable traits for further breeding work were identified. In 2021 forced crossing of female hop forms with male forms was carried out and hybrid seeds were obtained. Seeds from free pollination were obtained from a nursery where male and female forms of domestic and foreign hop varieties are grown. In the spring of 2022, seedlings were obtained from them, and then hybrid plants. In 2022-2023 research was conducted in a hybrid nursery to determine the sex of plants, the growing season, records, observations of growth and development (the main phases of hop development), studies on organoleptic characteristics and plant care work.

Keywords: common hop, selection, variety, seeds, seedlings, hybrid.

References

1. Aleksandrov, Yu. A. Itogi izucheniya otechestvennyh i zarubezhnyh sortobrazcov hmelya / Yu. A. Aleksandrov, S. S. Danilov, Z. A. Nikonova // Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk. – 2007. – № 4. – S. 43-47.
2. Danilova, E. S Monitoring hozyajstvenno cennyh priznakov kollekcii otechestvennyh i zarubezhnyh sortov hmelya obyknovennogo (*Humulus lupulus* L.) / E. S. Danilova, Yu. S. Danilova, Z. A. Nikonova // Agrarnaya nauka Evro-Severa Vostoka. – 2001. – №6 (25). – S. 18-22.
3. Korotkov, A. V. Aktual'nye mery po uluchsheniyu selekcii hmelya obyknovennogo v Rossijskoj Federacii / A. V. Korotkov, Z. P. Korotkova, N. N. Pushkarenko // Vestnik Chuvashskogo agrarnogo universiteta. – 2022. – №2 (21) – S. 10-19.
4. Korotkov, A. V. Introdukciya zarubezhnyh sortov hmelya v usloviyah yugo-vostochnoj chasti Volgo-Vyatskoj zony / A. V. Korotkov, Z. P. Korotkova, N. N. Pushkarenko // Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2023. – №1(24). – S. 9-14.
5. Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur. – Moskva : Kolos, 1983. – Vyp. 3. – S. 79–82.
6. Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya. – Moskva : Kolos, 1972. – Vyp. 3 – S. 185-200.
7. Nikonova, Z. A. Sozdanie i sohranenie kollekcii hmelya obyknovennogo v kachestve genofonda dlya selekcii / Z. A. Nikonova, Z. P. Korotkova // Niva Povolzh'ya. – 2017. – №4(45). – S104-108.
8. Opredelenie soderzhaniya al'fa-kislot v syr'e hmelya obyknovennogo metodom konduktometrii / Latypova G. M. [dr] // Voprosy biologicheskoy, medicinskoj i farmacevticheskoy himii. – 2013. – №1. – S. 004-008.
9. Hampton, R Small, E., and Haunold, A. 2001. Habitat and variability of *Humulus lupulus* var. *lupuloides* in upper Midwestern North America: a critical source of American hop germplasm. *Soc.* 128(1): 35-46. doi: 10.2307/3088658.
10. Henning, J. A., Steiner, J. J., and Hummer, K. E. 2004. Genetic diversity among global hop accessions grown in the United States. *Plant Science Sci.* 44: 411-417.
11. The effectiveness of the introduction of promising varieties and new technology in the cultivation of common hops / Korotkov A.V. [et al.] // In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental science. - Cheboksary, Chuvash State .Agricultural Academy. 2019. - P. 012019.

Information about authors

1. **Korotkov Anatoly Vasilievich**, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Competence Center «Chuvashia – Hop Production Center», Chuvash State Agrarian University, 428003, Cheboksary, K. Marx str., 29, Chuvash Republic, Russia; e-mail: tolya.korotkov.62@mail.ru, tel. +7-927-997-63-53.
2. **Korotkova Zoya Polikarpovna**, Junior researcher employee of the Competence Center «Chuvashia – Hop Production Center», Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, 428003, K. Marx str., 29, Chuvash Republic, Russia; e-mail: zivilahm@mail.ru, tel. +7-917-679-04-84.
3. **Pushkarenko Nikolay Nikolaevich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Engineering, Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, 428003, K. Marx str., 29, Chuvash Republic, Russia; e-mail: stl_mstu@mail.ru, tel. +7-906-385-41-91.