



Коллекционные сорта хмеля, адаптированные к условиям центральной части Волго-Вятского региона

© 2025. Д. А. Дементьев✉, И. Ю. Иванова, А. А. Фадеев

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация

В Чувашском научно-исследовательском институте сельского хозяйства располагается единственная в России коллекция мировых сортов хмеля, которая является источником генетического материала для селекционной работы. Цель исследований – выявить коллекционные сорта хмеля обыкновенного, наиболее адаптированные к условиям Чувашской Республики (центральная часть Волго-Вятского региона) по урожайности шишек хмеля и содержанию в них альфа-кислот. В статье приведены результаты исследований 2022–2024 гг., адаптивность сортообразцов оценивали по коэффициентам адаптивности (КА) и вариации (CV). Выявлено, что из 240 сортообразцов коллекции хмеля среднюю урожайность в соответствующих группах спелости превысили 70 образцов, по содержанию альфа-кислот – 33 образца. По урожайности среди раннеспелых выделились Югославский красностебельный, Форвард и Галинский (2,22–2,58 т/га; КА – 130,5–149,3 %), среднепоздних – сорт Marynka (2,92 т/га; КА = 155,4 %), позднеспелых – 18 образцов, в т. ч. Frisku, Hallertau Magnum, Atlas, Eurhop, Американский, Petham Goling и OZ-79 (2,61–2,79 т/га; КА > 130 %). По содержанию альфа-кислот в шишках хмеля (5,4–7,5 %) многие сорта характеризовались КА > 150 %. По комплексу признаков выделены 9 образцов хмеля, у которых в течение трёх лет испытаний коэффициент адаптивности превысил 100 % как по урожайности, так и количеству альфа-кислоты в шишках: среднеранние – Карлик 72 и Факир (Россия); среднеспелые – Флагман (Россия), Сполэчны (Украина), Willamette (США), Шпальтский (Германия), Early Bird (Англия); позднеспелые – Northern Brewer и Braustern (Германия). Приведённые сорта могут стать отличным генетическим материалом для селекционной работы.

Ключевые слова: *Humulus lupulus* L., коллекция хмеля, коэффициент адаптивности, коэффициент вариации, группа спелости, генофонд хмеля

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (тема № FNWE-2022-0004).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Дементьев Д. А., Иванова И. Ю., Фадеев А. А. Коллекционные сорта хмеля, адаптированные к условиям центральной части Волго-Вятского региона. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2025;26(6):1272–1284. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.6.1272-1284>

Поступила: 21.03.2025

Принята к публикации: 01.12.2025

Опубликована онлайн: 26.12.2025

Collected hop varieties to the conditions of the central part of the Volga-Vyatka region

© 2025. Dmitriy A. Dementyev✉, Inga Y. Ivanova, Andrey A. Fadeev

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

Chuvash Research Institute of Agriculture has the only collection of world hop cultivars in Russia, which is a source of genetic material for breeding work. The purpose of the research is to identify the collection cultivars of common hop that are most adapted to the conditions of the Chuvash Republic (the central part of the Volga-Vyatka region) according to the yield of hop cones and the content of alpha acids in them. The article presents the results of 2022–2024 research. The adaptability of hop accessions was assessed by the coefficients of adaptivity (KA) and variation (CV). It was revealed that out of 240 accessions of hop collection, 70 samples exceeded the corresponding ripeness groups by the average yield and 33 samples – by the alpha acid content. According to the yield, 'Yugoslavskiy krasnostebelny', 'Forvard' and 'Galinskiy' stood out among the early-ripening cultivars (2.22–2.58 t/ha; KA – 130.5–149.3 %), among the medium-late – 'Marynka' cultivar (2.92 t/ha; KA = 155.4 %), among the late-ripening – 18 samples including 'Frisku', 'Hallertau Magnum', 'Atlas', 'Eurhop', 'Amerikanskiy', 'Petham Goling' and OZ-79 (2.61–2.79 t/ha; KA > 130 %). According to the alpha acid content in hop cones (5.4–7.5 %), many cultivars were characterized by KA > 150 %. According to the complex of traits, 9 adaptive hop samples were identified, in which, during three years of testing, the coefficient of adaptivity exceeded 100 % in terms of both the yield and the amount of alpha acid in cones: mid-early – 'Karlik 72' and 'Fakir' (Russia), mid-ripe – 'Flagman' (Russia), 'Spolechny' (Ukraine), 'Willamette' (USA), 'Shpaltzsky' (Germany), 'Early Bird' (England), late-ripening 'Northern Brewer' and 'Braustern' (Germany). These cultivars can be used as an excellent genetic material for breeding work.

Keywords: *Humulus lupulus* L., hop collection, coefficient of adaptivity, coefficient of variation, ripeness group, hop gene pool

Acknowledgments: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme No. FNWE-2022-0004).

The authors thank the reviewers for their contributions to the peer review of this work.

Conflict of Interest: the authors have declared no conflict of interest.

For citations: Dementyev D. A., Ivanova I. Y., Fadeev A. A. Collected hop varieties to the conditions of the central part of the Volga-Vyatka region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2025;26(6):1272–1284. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2025.26.61272-1284>

Received: 21.03.2025

Accepted for publication: 01.12.2025

Published online: 26.12.2025

С давних времён люди повсеместно начали применять хмель в своих целях. Соплодия хмеля или продукты из них являются неотъемлемым ингредиентом в пивоваренной промышленности, хмель также имеет распространение в фармакологии, медицине, косметологии, консервной промышленности благодаря тому, что его соплодия богаты органическими соединениями, такими как смолы, белки, эфирные масла, различные воски, липиды, полифенолы, аминокислоты. В первую очередь, шишки хмеля ценят за содержание смол и эфирных масел [1, 2] и за способность оказывать консервирующее действие, т. к. производные горечи хмеля влияют на активность грамположительных бактерий. Благодаря антиоксидантным свойствам экстракты хмеля применяют в качестве натуральных консервантов при приготовлении хлеба и многих других продуктов питания [3, 4, 5].

Примерно две трети нынешних площадей и три четверти текущего производства хмеля во всем мире приходится на США и Германию. Отмечается рост производства в Новой Зеландии и США, в меньшей степени в Германии и Польше, в то время как Австралия, Чехия, Словения, особенно Китай и Великобритания сократили производство. Хмелеводство имеет очень важное значение для сельского хозяйства Германии, Чехии и, в частности, Словении [6]. К сожалению, на данный момент в России собственного пивоваренного сырья критически не хватает, и пивовары в основном используют зарубежное сырьё как хмелевое, так и ячменное [7]. С чем же связана такая ситуация в России?

До недавнего времени хмелеводство в России находилось в состоянии угасания. Так, в 2021 г. в России было около 200 га хмельников, из них в Чувашской Республике – 108 га. Среднее производство хмеля по стране составляло около 1 т/га [8]. И это несмотря на то, что в конце 70-х годов в России насчи-

тывалось более 6,7 тыс. гектар этого растения, из них к 1980 г. в Чувашской Республике хмель возделывался в 40 совхозах на 2,5 тыс. га. Но антиалкогольная компания Горбачёва, кризисная ситуация в стране, переход в 90-е годы основной массы производителей пива на зарубежные производственные линии и сырьё привели почти к полнейшему разрушению отрасли хмелеводства по всей стране. В течение пары десятилетий площади хмельников в стране сократились более чем в 30 раз. Некогда отлаженное прибыльное производство практически перестало существовать [9]. На данный момент производство собственного хмеля покрывает 5-6 % от потребности рынка [10]. Тем не менее, благодаря текущему тренду на импортозамещение, государственной и региональной поддержке хмелеводство страны начало возрождаться.

В течение всего времени, пока в стране происходило практически уничтожение хмелеводческой отрасли, в Цивильском районе Чувашии продолжала произрастать коллекция мировых сортов хмеля, заложенная в 80-х годах XX века на базе Российской республиканской научно-исследовательской хмелеводческой станции. В основе коллекции сортообразцы из Украинского института хмелеводства (г. Житомир) и Российской научно-исследовательской хмелеводческой станции (Московская область, п. Калистово). После серии реорганизаций научных учреждений уникальная коллекция перешла в ведение Чувашского НИИСХ, что позволило не только ее сохранить в критическое для хмелеводства время, но и пополнять на протяжении многих лет сортами российской и зарубежной селекции [11]. Ценность коллекции определяется возможностью использовать растения в качестве генофонда для получения новых сортов хмеля при клоновой селекции или гибридизации – как свободной, так и принудительной [12]. Сортообразцы изучали по принадлежности к группе спелости

в условиях средней полосы России, по биохимическому типу, возможности зимовки и адаптации к неблагоприятным условиям вегетации, устойчивости к болезням и вредителям, продуктивности и качественному составу шишек, фенологическим и морфологическим признакам [13, 14]. Такие исследования проводили исходя из того, что признаки гибридного и клонового поколения сильно зависят от исходных признаков родительских растений. Появление желаемых признаков с большей долей вероятности возможно от родителей, которые обладали подобными качествами [15].

Благодаря наличию такой генетической базы селекционеры института методом принудительного искусственного опыления создали серию из 6 ранних и среднеранних сортов ароматического и горько-ароматического хмеля, которые ввели в Государственный реестр 2007–2011 гг. и включили в коллекцию [16].

Уход за коллекцией ведется по той же технологии, что и за промышленными посадками хмеля, обеспечивая растения всем необходимым для роста и развития [17]. Однако климатические условия региона возделывания подходят не всем коллекционным сортам. Поздние зарубежные сорта не успевают вызревать в условиях ограниченного вегетационного периода центральной части Чувашской Республики, поэтому отдельные экземпляры не в состо-

янии полноценно подготовиться к зимовке и благоприятно её пережить. Таким образом, на данный момент в коллекции сохранилось 240 сортообразцов, среди которых имеются стародавние. Данная коллекция является единственным в России обширным генофондом хмеля и позволяет проводить селекционную работу методами гибридизации и клонового отбора для выведения сортов, востребованных рынком [18].

Цель исследований – выявить коллекционные сорта хмеля обыкновенного (*Humulus lupulus* L.), наиболее адаптированные к условиям центральной части Волго-Вятского региона по урожайности и содержанию альфа-кислот в сухих шишках хмеля.

Научная новизна – получены экспериментальные данные по российским и зарубежным сортообразцам хмеля, произрастающим в агроклиматических условиях Чувашии, выявлены сортообразцы с комплексом хозяйственно ценных признаков.

Материал и методы. В исследовательской работе изучали 240 коллекционных сортов хмеля из России и 17 зарубежных стран (рис.). Сортообразцы большинства стран представлены несколькими группами спелости, практически все из них имеют универсальное назначение и в странах-производителях используются, по большей части, в пивоваренной промышленности.

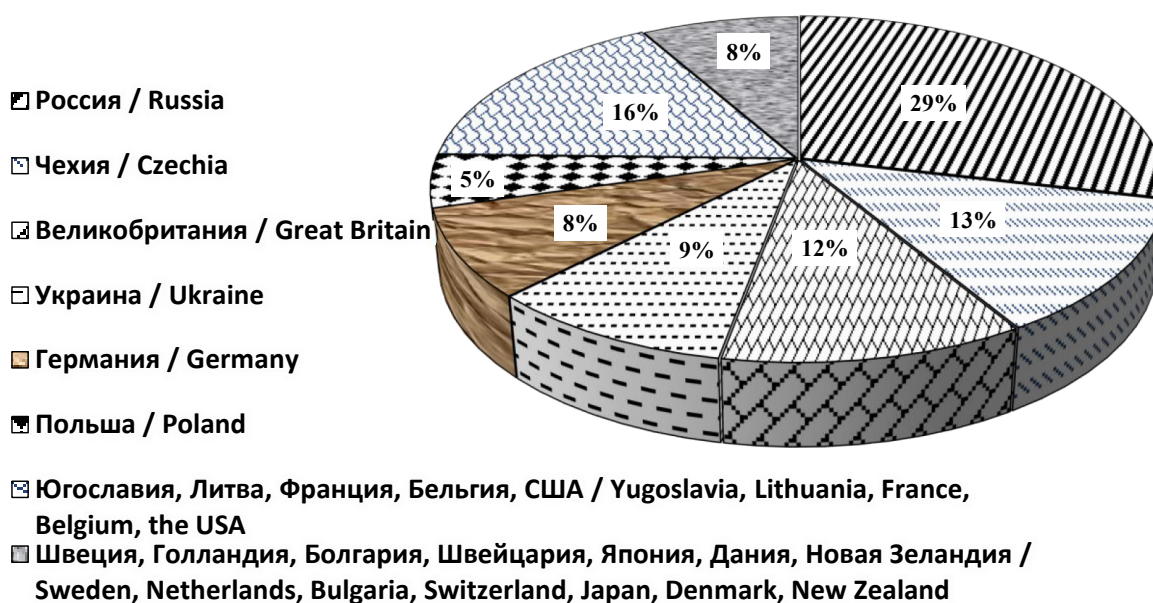


Рис. Доля сортов хмеля в коллекции по принадлежности к различным странам /

Fig. The share of hop cultivars in the collection by belonging to different countries

Коллекция произрастает в Чувашском НИИСХ (филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого») на тёмно-серой лесной тяжелосуглинистой почве (содержание гумуса – 4,16 %, подвижных форм фосфора – 410 мг/кг, калия – 202 мг/кг; $pH_{\text{сол.}}$ – 5,25). Возраст коллекции – 8 лет. Сорта размещали в рядах с учетом продолжительности вегетационного периода: позднеспелых – 3 ряда, среднепоздних – 1 ряд, среднеспелых – 4,5 ряда, среднеранних – 1,5 ряда, раннеспелых – 1 ряд. Каждого сорта выращивается по 5 растений. В каждой группе спелости в качестве контроля посажены по 2 сорта отечественной селекции, внесённые в Госреестр. Для всех групп спелости стандартом 1 выбран сорт Подвязный горькоароматического типа – среднеранний, пластичный, урожайный хорошего качества. Данный сорт высажен в каждой группе спелости, поэтому в таблицах приведены показатели его урожайности и качества во всех группах, при условии превышения 100 % коэффициента адаптивности. В качестве стандарта 2 для каждой группы служил наилучший сорт: для раннеспелой – Феодал, среднеранней – Фараон, среднеспелой – Флагман, среднепоздней и позднеспелой – Крылатский.

Как на промышленных плантациях, так и в коллекции выращиваются только женские растения хмеля. Опыление мужскими растениями существенно портит качество шишек и снижает урожай, поэтому их выкорчёвывают [19]. В связи с тем, что из семян хмеля вырастет гибрид, отличающийся по своим характеристикам от оригинального сорта, сорта хмеля можно сохранить только в вегетирующей форме, поэтому растения в коллекции требуют постоянного ухода. Одним из обязательных приёмов ухода является обрезка главных корневищ. Данная операция на коллекции проводится вручную, если при этом обнаруживаются выпадения, то недостающие растения сорта досаживаются свежесрезанными ризомами того же сорта.

Наблюдения за ростом и развитием растений проводили согласно методике¹.

Поражаемость болезнями и вредителями оценивали по пятибалльной шкале². Учёт урожайности проводили ручной щипкой. Продуктивность куста учитывали по сырой массе соплодий, урожайность – по сухой в пересчёте на гектар. Высушенные соплодия отбирали на анализ содержания альфа-кислот кондуктометрическим методом³. По каждому году рассчитывали статистический показатель – коэффициент адаптивности (КА) по Л. А. Животкову с соавт.⁴. Для расчета КА находили средний уровень изучаемого показателя по отдельной группе сортов, имеющихся в коллекции, который принимался за 100 %. Далее рассчитывали отношение изучаемого параметра для каждого сорта к среднесортному показателю группы и выражали в процентах. Полученный показатель отражает адаптивные свойства исследуемых сортов в конкретных условиях выращивания. Если КА превышает 100 %, это свидетельствует о высокоурожайном сорте, устойчивом или толерантном к биотическим и абиотическим стрессовым факторам региона.

Также определяли коэффициент вариации (CV) – статистический показатель, который используется для оценки относительной изменчивости данных. Он позволяет сравнить степень разброса значений в разных наборах данных и находится как соотношение стандартного отклонения и средней величины, измеряется в процентах. Если CV выше 10 %, то степень рассеивания данных считается незначительной, от 10 до 20 % – средней, от 20 до 33 % – значительной. Если значение CV не превышает 33 %, то совокупность считается однородной, если больше 33 % – неоднородной⁵.

Агроклиматические условия в годы проведения исследований. Чувашия относится к зоне рискованного земледелия. Благоприятные условия вегетационного периода бывают нечасто, особенно в последние годы. Так, в 2022 г. несмотря на то что гидротермический коэффициент (ГТК)⁶ за май – сентябрь составил 1,3, и первые этапы развития хмеля сопровождалась благоприятными условиями, август

¹Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып.3. Масличные, эфиромасличные, лекарственные и технические культуры, шелковица, тутовый шелкопряд. М.: Колос, 1983. С. 79–83.

²Либакский Е. П. Хмелеводство. М.: Колос, 1984. С. 46–56.

³ГОСТ 21948-76. Хмель-сырец и хмель прессованный. Методы испытаний. М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. 17 с. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294831/4294831809.pdf>

⁴Животков Л. А., Морозова З. А., Секатуева Л. И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов озимой пшеницы по показателю урожайность. Селекция и семеноводство. 1994;(2):3–7.

⁵Статистика: учебник и практикум для вузов. Под ред. И. И. Елисевой. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2024. 380 с.

⁶Селянинов Г. Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата. М.: Гидрометеиздат, 1977. 220 с.

оказался критическим. За весь месяц выпало 3 мм осадков, а среднемесячное превышение температур составило 4,2 °С, при этом последняя декада превысила многолетние показатели на 7,2 °С. Август – это месяц налива соплодий (шишек) хмеля у ранних и среднеранних сортов и период «цветение – образование шишек» – у среднеспелых и поздних. Такая критическая температура на фоне отсутствия осадков существенно замедлила развитие растений и накопление урожая. В сентябре стресс усилился резким падением температуры – на 3,3 °С ниже многолетних. Таким образом, созревание сортов среднеспелых и более поздних проходило при недостатке температур, что привело к невызреванию большинства поздних сортов.

В 2023 г. зима была тёплая и малоснежная, перезимовка сортообразцов произошла достаточно успешно. Июнь был холодный и засушливый, а июль и август – тёплыми с недостатком влаги (ГТК = 0,6 – засушливые условия). Ранние и среднеранние сорта успели созреть. Сентябрь отличился существенными превышениями осадков при оптимальной температуре. ГТК за период «май – сентябрь» составил 1,3 за счёт ливневых дождей последнего месяца.

В 2024 г. зима была холодная и снежная. Затяжные жаркие погодные условия затормозили развитие хмеля в летний период, из-за чего ранние сорта достигли технической спелости раньше, чем набрали урожай, но позволили отдельным поздним сортам достичь технической спелости. ГТК за май – конец I декады августа составил 0,6 и только благодаря 125 мм осадков, выпавшим за 6 дней второй декады августа, ГТК стал равен 1,26. Сентябрь был аномально тёплым и сухим. Температура превысила многолетний показатель на 9,9 °С. Такие условия способствовали вызреванию поздних сортов, но в целом засушливый вегетационный период значительно сократил урожайность хмельников.

Результаты и их обсуждение. В 2022–2024 гг. в питомнике изучали 240 сортов хмеля российской и зарубежной селекции, а также экспедиционные и стародавние сортообразцы. Продолжительность вегетационного периода составила: ранние сорта – до 100 дней; среднеранние – 101–110 дней; среднеспелые – 111–120 дней; среднепоздние – 121–130 дней; поздние – более 130 дней. Вероятность вызревания последней группы в условиях северной

части Чувашской Республики крайне низкая. Исключением являлся 2024 г., когда большая часть поздних сортов успела сформировать соплодия, а отдельные даже достигли технической спелости.

В качестве основных признаков хозяйственной ценности сортообразцов приняты – урожайность и общее содержание альфа-кислот в соплодиях (шишках) хмеля. Из 240 изученных сортообразцов в таблицах 1 и 2 по каждой группе спелости приведены только те сорта, коэффициент адаптивности которых превысил 100 % за все 3 года исследований.

По признаку высокой урожайности (табл. 1) было выделено 6 образцов и среднеранний сорт-стандарт Подвязный. Из них наибольшая величина КА отмечена у сортов Югославский красностебельный (149,3 %), Форвард (132,9 %) и Галинский (130,5 %). У сортообразца Югославский красностебельный CV составил 37,3 %, что говорит о неоднородности и сильном разбросе значений урожайности по годам. Стабильность урожайности данного сорта сильно зависит от агроклиматических условий года. Наибольшая устойчивость к абиотическим и биотическим факторам у сорта Форвард (CV = 2,9 %).

В группе среднеранних выделено 8 сортов, среди которых второй контрольный сорт Фараон (КА = 122,4 %). Наибольшая адаптивность отмечена у сортов Фаворит (131,3 %) и Nordgaard 1478 (127,0 %). По коэффициентам вариации совокупность значений урожайности сортов данной группы характеризуется как однородная.

В группу среднеспелых за исследуемые года вошли 33 сорта с высокой адаптивностью и стандарт 1 Подвязный, отличившийся самым высоким коэффициентом адаптивности (129,8 %). Чуть ниже КА у сортообразца Каунасский ранний (128,5 %) и стандарта 2 – Флагман (127,7 %). Оба контрольных сорта имели высокую урожайность в течение 3 лет в сравнении с прочими сортами данной группы. Хорошими показателями адаптивности характеризовались сорта Cascade, Серебрянка, Густак и Шпальтский – 122,0–123,9 %. Все сорта данной группы показали однородную вариативность – от незначительной до средней, то есть в приведённых условиях произрастания урожайность по годам менялась незначительно.

Таблица 1 – Показатели адаптивности и стабильности сортообразцов хмеля по признаку «урожайность» /
 Table 1 – Indicators of adaptability and stability of hop samples according to the «yield» trait

Сорт / Cultivar*	Урожайность сухих шишек хмеля, ц/га / Yield of dry hops cones, c/ha			Коэффициент адаптивности, % / Coefficient of adaptability, %				Коэффициент вариации, % Coefficient of variation, %
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	в среднем за 3 года / average for 3 years	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Раннеспелые / Early-maturing								
Подвязный, ст. 1 / 'Podvyazny', st.1	18,8	22,5	19,0	117,3	119,1	117,5	117,9	10,4
Галинский / 'Galinskiy'	18,8	24,8	23,1	117,3	131,3	142,8	130,5	13,9
Изящный / 'Izyashchny'	18,8	20,3	23,9	117,3	107,5	147,8	124,2	12,5
Югославский красностебельный / 'Yugoslavskiy krasnostebel'ny'	17,3	36,3	23,9	107,9	192,2	147,8	149,3	37,3
'Golden Star'	18,0	24,0	18,2	112,3	127,1	112,5	117,3	17,0
Форвард / 'Forvard'	22,5	21,8	23,1	140,3	115,4	142,8	132,9	2,9
Э-88/15	18,0	21,0	18,2	112,3	111,2	112,5	112,0	8,8
Среднесортная урожайность / Average yield over the cultivars**	16,0	18,9	16,2	100	100	100	-	-
Среднеранние / Medium-early								
Фараон, ст. 2 / 'Faraon', st. 2	22,5	18,8	23,9	131,3	110,2	125,8	122,4	12,1
Фаворит / 'Favorit'	24,0	20,3	25,6	140,1	119,0	134,8	131,3	11,7
Карлик 72 / 'Karlik' 72	18,8	18,8	19,8	109,7	110,2	104,2	108,1	3,0
Э-88/07	18,8	18,8	19,8	109,7	110,2	104,2	108,1	3,0
Цивильский / 'Civil'skiy'	21,0	18,0	22,3	122,6	105,5	117,4	115,2	10,8
Чувашский местный / 'Chuvashskiy mestny'	21,8	18,8	22,3	127,3	110,2	117,4	118,3	9,0
Факир / Fakir	22,5	18,8	23,1	131,3	110,2	121,6	121,0	10,8
'Nordgaard 1478'	24,8	17,3	25,6	144,8	101,4	134,8	127,0	20,3
Среднесортная урожайность / Average yield over the cultivars	17,1	17,1	19,0	100	100	100	-	-
Среднеспелые / Medium-ripened								
Подвязный, ст. 1 / 'Podvyazny', st.1	30,0	26,3	31,4	131,0	127,2	131,2	129,8	9,0
Флагман, ст. 2 / 'Flagman', st. 2	28,5	27,8	29,7	124,5	134,4	124,1	127,7	3,4
Серебрянка / 'Serebryanka'	27,0	26,3	29,7	117,9	127,2	124,1	123,1	6,5
'Cascade'	28,5	25,5	29,7	124,5	123,3	124,1	123,9	7,8
'Saladin'	28,5	24,8	28,1	124,5	119,9	117,4	120,6	7,5
Алтай / 'Altay'	27,0	24,8	25,6	117,9	119,9	106,9	114,9	4,3
Даубарский / 'Daubarskiy'	27,0	22,5	27,2	117,9	108,8	113,6	113,4	10,4
Клон 15-24 / 'Klon 15-24'	25,5	24,0	28,1	111,4	116,1	117,4	114,9	8,0
Югославский зеленостебельный / 'Yugoslavskiy zelenostebel'ny'	24,8	24,0	25,6	108,3	116,1	106,9	110,4	3,2
Каунасский ранний / 'Kaunasskiy ranniy'	30,0	25,5	31,4	131,0	123,3	131,2	128,5	10,6
'Saaz'	24,0	24,0	24,8	104,8	116,1	103,6	108,2	1,9
Сполэчны / 'Spolechny'	27,8	24,0	28,9	121,4	116,1	120,7	119,4	9,6
Д. Польско / 'D. Pol'sko'	27,0	25,5	28,1	117,9	123,3	117,4	119,5	4,9
'Kono'	24,0	23,3	24,8	104,8	112,7	103,6	107,0	3,1
'Wye Eastwell Golding'	26,3	25,5	27,2	114,8	123,3	113,6	117,3	3,2
'Semsuv'	24,8	24,8	25,6	108,3	119,9	106,9	111,7	1,8
Густяк / 'Gustyak'	27,0	27,0	28,1	117,9	130,6	117,4	122,0	2,3
Украинский 38 / 'Ukrainskiy 38'	24,8	24,0	25,6	108,3	116,1	106,9	110,4	3,2
Ротер Аушер / 'Roter Ausher'	26,3	23,3	27,2	114,8	112,7	113,6	113,7	8,0
Osv. 'Klone 31'	25,5	23,3	26,4	111,4	112,7	110,3	111,4	6,4

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Среднеспелые / Medium-ripened								
Заграничный А / 'Zagranichny A'	26,3	21,0	27,2	114,8	101,5	113,6	110,0	13,5
Заграничный Б / 'Zagranichny B'	26,3	24,8	27,2	114,8	119,9	113,6	116,1	4,6
Вологда / 'Vologda'	25,5	22,5	26,4	111,4	108,8	110,3	110,1	8,2
Osv. 'Klone 72'	26,3	26,3	27,2	114,8	127,2	113,6	118,6	2,0
'Grows'	25,5	24,8	26,4	111,4	119,9	110,3	113,9	3,1
St. sp. of 'Promansi'	25,5	24,0	26,4	111,4	116,1	110,3	112,6	4,8
'Willamette'	24,0	22,5	24,8	104,8	108,8	103,6	105,7	4,9
Сумер / 'Sumer'	27,0	21,0	28,1	117,9	101,5	117,4	112,3	15,1
Урожайный / 'Urozhajny'	25,5	21,8	26,4	111,4	105,4	110,3	109,0	9,9
Шпальтский / 'Shpal'tskiy'	28,5	24,8	29,7	124,5	119,9	124,1	122,8	9,2
'Early Bird'	27,0	22,5	28,1	117,9	108,8	117,4	114,7	11,5
Osv. 'Klone 114'	25,5	21,8	26,4	111,4	105,4	110,3	109,0	9,9
'Lubelski'	25,5	21,0	26,4	111,4	101,5	110,3	107,7	11,9
Житомирский 8 / 'Zhitomirskiy 8'	26,3	22,5	27,2	114,8	108,8	113,6	112,4	9,8
Среднесортная урожайность / Average yield over the cultivars	22,9	20,7	23,9	100	100	100	-	-
Среднепоздние / Mid-late								
Подвязный, ст. 1 / 'Podvyazny', st.1	27,0	22,5	28,1	171,9	119,3	121,6	137,6	11,5
'Marynka'	30,0	26,3	31,4	191,0	139,4	135,8	155,4	9,0
'Klon PCU-280'	27,8	25,5	28,9	177,0	135,2	125,0	145,7	6,3
'Klon P/K1'	24,8	26,3	25,6	157,9	139,4	110,7	136,0	2,9
Тетнанг ранний / 'Tetnang rannity'	22,5	23,3	23,1	143,3	123,5	99,9	122,2	1,8
'Brewers Gold'	25,5	25,5	26,4	162,4	135,2	114,2	137,3	2,0
Среднесортная урожайность / Average yield over the cultivars	15,7	18,9	23,1	100	100	100		
Позднеспелые / Late-ripening								
Подвязный, ст. 1 / 'Podvyazny', st.1	27,0	22,5	28,1	138,6	110,2	140,8	129,9	11,5
OR-55	26,3	23,3	27,2	135,0	114,1	136,3	128,5	8,0
'Frisku'	25,5	26,3	26,4	130,9	128,8	132,3	130,7	1,9
Sz P56	25,5	25,5	26,4	130,9	124,9	132,3	129,4	2,0
Кумир / 'Kumir'	25,5	22,5	26,4	130,9	110,2	132,3	124,5	8,2
'Northern Brewer' (Германия)	20,3	24,8	20,6	104,2	121,4	103,2	109,6	11,5
'Northern Brewer' (Англия)	20,3	22,5	20,6	104,2	110,2	103,2	105,9	5,6
'Braustern'	25,5	23,3	26,4	130,9	114,1	132,3	125,8	6,4
Аванс / 'Avans'	24,8	25,5	25,6	127,3	124,9	128,3	126,8	1,7
'Au Holedava'	22,5	21,0	23,1	115,5	102,8	115,7	111,4	4,9
Преко де Дьелокард / 'Prekos de D'elokard'	24,8	24,0	25,6	127,3	117,5	128,3	124,4	3,2
'Hallertau'	21,0	22,5	21,5	107,8	110,2	107,7	108,6	3,5
'Hallertau Magnum'	26,3	26,3	27,2	135,0	128,8	136,3	133,4	2,0
'Atlas'	27,0	27,0	28,1	138,6	132,2	140,8	137,2	2,3
'Eurhop'	27,0	26,3	28,1	138,6	128,8	140,8	136,1	3,3
Американский / 'Amerikanskiy'	27,8	27,0	28,9	142,7	132,2	144,8	139,9	3,4
'Petham Goling'	26,3	24,8	27,2	135,0	121,4	136,3	130,9	4,6
Краснобелый Истринский / 'Krasnostebel'ny Istrinskiy'	21,0	24,0	21,5	107,8	117,5	107,7	111,0	7,3
OZ-79	26,3	26,3	27,2	135,0	128,8	136,3	133,4	2,0
Среднесортная урожайность / Average yield over the cultivars	19,5	20,4	20,0	100	100	100	-	-

*Сорта с коэффициентом адаптивности > 100 %; **Среднесортная урожайность по всем коллекционным образцам определенной группы спелости /

*Cultivars with an adaptability coefficient > 100 %; **Average yield across all collection samples of a specific maturity group

Среди среднепоздних сортов высокой урожайностью выделились сортообразцы Marynka, Klon PCU-280, Klon P/K1, Тетнанг ранний и Brewers Gold и стандарт 1 Подвязный. Все сорта имели один из самых высоких КА в сравнении с предыдущими группами спелости – от 122,2 % (Тетнанг ранний) до 155,4 % (Marynka). Коэффициент вариации также был незначительным – от 1,8 до 9,0 %.

В позднеспелой группе высокой адаптивностью обладали 18 образцов, 7 из них отличались КА > 130: Frisku, Hallertau Magnum, Atlas, Eurhop, Американский, Petham Goling и OZ-79. Все сорта представленной

группы, кроме Northern Brewer (Германия) (11,5 %), также имели незначительный CV – до 10 %. То есть выделенные сорта отлично чувствовали себя в условиях последних 3 лет испытаний и обеспечивали высокую урожайность в сравнении со средней урожайностью группы. Сорт Подвязный и в этой группе показал отличный результат (КА = 129,9 %), что говорит о его безусловно высоком потенциале.

В таблице 2 приведены показатели адаптивности и стабильности сортообразцов, выделившихся по признаку «общее содержание альфа-кислот» в соплодиях (шишках) хмеля.

Таблица 2 – Показатели адаптивности и стабильности сортообразцов хмеля по признаку «содержание альфа-кислот», % /

Table 2 – Indicators of adaptability and stability of hop samples by the «alpha acid content» trait, %

Сорта / Cultivar*	Содержание альфа-кислот в шишках хмеля / The content of alpha acids in hop cones			Коэффициент адаптивности / Coefficient of adaptability				Коэффициент вариации / Coefficient of variation
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	в среднем за 3 года / average for 3 years	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Раннеспелые / Early-maturing								
Подвязный, ст. 1 / 'Podvyazny', st.1	6,2	6,1	5,9	159,0	174,7	196,8	177,4	7,3
Феодал, ст. 2 / 'Feodal', st. 2	5,0	5,0	3,8	128,2	143,2	131,4	134,3	15,1
'Svalef'	7,7	3,7	4,7	197,4	106,0	162,6	155,3	38,8
Тувсинский / 'Tuvsinskiy'	4,8	3,5	3,2	123,1	100,2	110,7	111,3	22,2
Среднесортный показатель / The average indicator**	3,9	3,5	2,9	100	100	100	-	-
Среднеранние / Medium-early								
Подвязный, ст. 1 / 'Podvyazny', st.1	9,1	6,2	7,3	237,8	228,9	188,1	218,3	19,4
Карлик 72 / 'Karlik 72'	4,8	6,7	4,6	125,4	247,4	118,6	163,8	21,6
Карлик 78 / 'Karlik 78'	6,5	4,7	4,0	169,8	173,5	103,1	148,8	25,5
Клон 15-25 / 'Klon 15-25'	4,1	3,4	4,6	107,1	125,5	118,6	117,1	14,9
Факир / 'Fakir St2'	5,8	3,0	4,3	151,5	110,8	110,8	124,4	32,1
Истринский 15 / 'Istrinskiy 15'	5,9	4,9	8,1	154,2	180,9	208,8	181,3	26,0
Среднесортный показатель / The average indicator	3,8	2,7	3,9	100	100	100	-	-
Среднепоздние / Medium-ripened								
Подвязный, ст. 1 / 'Podvyazny', st.1	6,4	6,3	7,0	164,1	125,7	151,5	147,1	13,5
Флагман, ст. 2 / 'Flagman', st. 2	9,6	2,8	8,8	246,1	117,3	190,4	184,6	52,6
Образец № 2 из Чехии / Sample No. 2 from the Czech Republic	8,3	4,6	8,2	212,8	192,7	177,5	194,3	30,0
Роуденцаль / 'Roudencal'	6,0	4,1	4,9	153,8	171,7	103,9	143,1	19,1
'Saxon'	7,3	8,1	7	187,1	339,3	151,5	226,0	7,6
Сполэчны / 'Spolechny'	6,3	4,6	5,8	161,5	192,7	125,5	159,9	15,7
'Nordgaard 1978'	5,7	3,6	5,9	146,1	150,8	127,7	141,5	25,1

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
‘Keignorts midseason’	4,3	3,1	6,2	110,2	129,9	134,2	124,8	34,5
Брянский / ‘Bryanskiy’	4,4	2,6	4,9	112,8	108,9	106,0	109,2	30,5
Ротер Кушер / ‘Roter Kusher’	5,2	2,8	5,6	133,3	117,3	121,2	123,9	33,4
Клон 18 / ‘Klon 18’	4,4	3,3	5,7	112,8	138,2	123,3	124,8	26,9
Аушерский / ‘Ausherskiy’	4,9	3,2	5,2	125,6	134,0	112,5	124,1	24,3
‘Willamette’	5,5	4,9	5,9	141,0	205,3	127,7	158,0	9,3
R-1/9	4,4	2,4	5,9	112,8	100,5	127,7	113,7	41,5
Шпальтский / ‘Shpal'tskiy’	4,4	2,5	5,6	112,8	104,7	119,0	112,2	37,5
‘Early Bird’	6,2	2,8	8,5	158,9	117,3	285,7	187,3	49,2
‘Sirem’	5,0	4,1	6,1	128,2	171,7	121,2	140,4	19,8
Савинский гольдинг / ‘Savinskiy gol'ding’	4,4	4,1	5,6	112,8	171,7	147,2	143,9	16,9
Клон 11-15 / ‘Klon 11-15’	4,7	2,7	4,6	120,5	113,1	100,0	111,2	28,2
Среднесортной показатель / The average indicator	3,9	2,4	4,6	100	100	100	-	-
Среднепоздние / Mid-late								
Подвязный, ст. 1 / ‘Podvyazny’, st.1	8,6	7,4	8,6	176,4	233,7	157,3	189,1	8,4
Лупулиновый / ‘Lupulinovy’	5,4	4,0	6,9	110,8	126,3	126,2	121,1	26,7
‘Tetnanger’	9,1	3,8	9,4	186,7	120,0	172,0	159,5	42,4
Среднесортной показатель / The average indicator	4,9	3,2	5,5	100	100	100	-	-
Позднеспелые / Late-ripening								
Подвязный, ст. 1 / ‘Podvyazny’, st.1	8,6	7,4	8,6	150,4	229,2	137,9	172,5	8,4
‘Northern Brewer’ (Германия)	5,5	4,9	8,9	96,2	151,8	142,7	130,2	33,5
‘Braustern’	9,5	4,2	10,2	166,2	130,1	163,5	153,3	41,2
Среднесортной показатель / The average indicator	5,7	3,2	6,2	100	100	100	-	-

*Сорта с коэффициентом адаптивности > 100 %. **Среднесортная урожайность по всем коллекционным образцам определенной группы спелости /

*Cultivars with an adaptability coefficient > 100 %. **Average yield for all cultivars of a given maturity group

Необходимо учитывать, что ранние сорта априори содержат в шишках меньше альфа-кислот, чем более поздние, при условии достижения последними технической спелости. Поэтому группа раннеспелых заведомо будет иметь меньший показатель, чем сорта, созревающие позже при оптимальных условиях развития. При этом могут сложиться такие обстоятельства, при которых сортообразцы ранних групп спелости будут развиваться в более благоприятных агроклиматических условиях, чем поздние. Это может привести к обратному результату.

Анализ данных таблицы 2 показал, что по содержанию альфа-кислот в соплодиях хмеля выделено значительно меньше сортообразцов, имеющих КА выше 100 %, чем по признаку «урожайность». Так, в группе раннеспелых повышенное содержание альфа-кислот

имели только 3 сорта, включая Феодал (ст. 2). Стандартный сорт Подвязный относится к среднеранним, поэтому заведомо с большей долей вероятности будет иметь более высокое содержание альфа-кислот. Сорта Феодал и Svalef отличились высоким среднегодовым коэффициентом адаптивности, но у последнего коэффициент вариации показал высокую изменчивость качества соплодий хмеля по годам.

В среднеранней группе выявлено 6 образцов с высокими значениями КА, из них лишь Клон 15-25 имел КА < 120 %. Самая высокая адаптивность у сорта Подвязный – 218,3 %, несколько ниже у сорта Истринский 15 – 181,3 %. Вариативность всех сортов этой группы была ниже 33 % (от 14,9 до 32,1 %) – от средней до значительной, но всё же считается однородной.

Самая многочисленная группа – это среднеспелые сорта – 18 образцов. Из них 4 достигают показателей КА > 180 %: стандартный сорт Флагман – 184,6 %; Early Bird – 187,3 %; Образец № 2 из Чехии – 194,3 %; Saxop – 226 %, при этом первые два сорта отличились высокой рассеянностью данных (CV – 52,6 и 49,2 %). Самая низкая адаптивность отмечена у образцов Брянский – 109,2 %, Клон 11-15 – 111,2 %, Шпальтский – 112,2 % и R-1/9 – 113,7 %, у прочих выше 120 %.

Среди среднепоздних и поздних выделено только по 2 сорта и сорт-стандарт Подвязный, который в обеих группах имел самый высокий

среднегодовой КА и самый низкий CV. Это говорит о том, что сортообразцы данной группы, в отличие от стандартного сорта, плохо приспособлены к условиям региона и не успевают достичь полной технической спелости, при которой альфа-кислоты накапливаются в максимальном количестве. Этим сортам требуется ещё 3-4 недели тёплого вегетационного периода для реализации своего потенциала.

В таблице 3 приведены сводные показатели по коллекционным сортам хмеля, которые в течение трёх лет исследований отмечены КА выше 100 % как по урожайности, так и содержанию альфа-кислот в соплодиях.

Таблица 3 – Адаптивные сортообразцы хмеля по признакам «урожайность» и «содержание альфа-кислот» (в среднем за 2022–2024 гг.) /

Table 3 – Adaptive hop samples by the «yield» and «alpha acid content» traits (average for 2022–2024)

<i>Copm / Cultivar*</i>	<i>Урожайность сухих шишек хмеля, ц/га / Yield of dry hop cones, c/ha</i>	<i>Коэффициент адаптивности по урожайности, % / Coefficient of adaptability by the yield, %</i>	<i>Содержание альфа-кислот в шишках хмеля, % / The content of alpha acids in hop cones, %</i>	<i>Коэффициент адаптивности по содержанию альфа-кислот, % / Coefficient of adaptability by the alpha acid content, %</i>
Среднеранние / Medium-early				
Карлик 72 / 'Karlik 72'	19,1	108,1	5,4	163,8
Факир, ст. 2 / 'Fakir', st. 2	22,5	121,1	4,4	124,4
Среднеспелые / Medium-ripened				
Флагман, ст. 2 / 'Flagman', st. 2	28,7	127,7	7,1	184,6
Сполэчны / 'Spolechny'	26,9	119,4	5,6	159,9
'Willamette'	23,8	105,7	5,4	158,0
Шпальтский / 'Shpal'tskiy'	27,7	122,8	4,2	112,2
'Early Bird'	25,9	114,7	5,8	187,3
Позднеспелые / Late-ripening				
'Northern Brewer' (Германия)	21,9	109,6	6,4	130,2
'Braustern'	25,1	125,8	8	153,3

* Сорта с коэффициентом адаптивности >100 % по двум признакам /

* Cultivars with an adaptability coefficient >100 % by two traits

Среди раннеспелых и среднепоздних не выявлено сортов, которые соответствовали по критерию адаптивности сразу двум исследуемым параметрам. Среди среднеранних выделили только 2 сорта – Карлик 72 и стандартный Факир, из среднеспелых – 5 образцов – Флагман (ст. 2), Сполэчны, Willamette, Шпальтский и Early Bird, в группе позднеспелых – 2 сорта – Northern Brewer (Германия) и Braustern. При этом коэффициент адаптивности по урожайности у приведённых сортов всех групп не превышал 127,7 %, самая низкая адаптивность по качественному показателю

у сортов Шпальтский и Факир – 112,2 и 124,4 % соответственно. У остальных сортов этот показатель составил от 130,2 до 187,3 %, то есть у выделенных сортов урожайность лишь незначительно превышала среднюю урожайность по своей группе спелости, но зато они отличились высоким содержанием альфа-кислот в шишках.

Заключение. По результатам трехлетнего испытания (2022–2024 гг.) 240 коллекционных сортообразцов хмеля в условиях Чувашской Республики выделено 70 образцов, которые превысили среднесортную урожайность по

соответствующей группе спелости. Самые многочисленные группы – среднеспелые (33 образца) и позднеспелые (18 образцов). Среди среднепоздних и позднеспелых отмечены образцы с высоким отклонением от средней урожайности по группе (КА > 130 %). Особенно стоит выделить высокоурожайный польский сорт Marynka – 2,92 т/га; КА = 155,4 %.

По содержанию альфа-кислот в соплодиях хмеля выделено только 33 сорта, у которых её количество превышало среднесортový показатель по группе спелости. В среднеспелой группе этому критерию отвечало 19 сортообразцов, в прочих – от 2 до 6. По содержанию

альфа-кислот (5,4–7,5 %) многие сорта характеризовались КА > 150 %.

По комплексу изучаемых признаков выделены 9 образцов хмеля, у которых в течение трёх лет испытаний КА превысил 100 % как по урожайности, так и количеству альфа-кислоты в шишках: среднеранние – Карлик 72 и Факир (Россия); среднеспелые – Флагман (Россия), Сполэчны (Украина), Willamette (США), Шпальтский (Германия), Early Bird (Великобритания); позднеспелые – Northern Brewer и Braustern (Германия). Выделенные коллекционные образцы являются ценным исходным материалом для селекционной работы.

Список литературы

1. Korpelainen H., Pietiläinen M. Hop (*Humulus lupulus* L.): Traditional and present use, and future potential. *Economic Botany*. 2021;75:302–322. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12231-021-09528-1>
2. Rossini F., Virga G., Loreti P., Iacuzzi N., Ruggeri R., Ruggeri M. E. Hops (*Humulus lupulus* L.) as a novel multipurpose crop for the Mediterranean region of Europe: Challenges and opportunities of their cultivation. *Agriculture*. 2021;11(6):484. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture11060484>
3. Sun S., Wang X., Yuan A., Liu J. Chemical constituents and bioactivities of hops (*Humulus lupulus* L.) and their effects on beer related microorganisms. *Food and Energy Security*. 2022;11(2):e367. DOI: <https://doi.org/10.1002/fes3.367>
4. Kordialik-Bogacka E. Biopreservation of beer: Potential and constraints. *Biotechnology Advances*. 2022;58:107910. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2022.107910>
5. Arruda T. R., Pinheiro P. F., Silva P. I., Bernardes P. C. A new perspective of a well-recognized raw material: Phenolic content, antioxidant and antimicrobial activities and α - and β -acids profile of Brazilian hop (*Humulus lupulus* L.) extracts. *LWT*. 2021;141:110905. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.110905>
6. Kubeš J. Geography of world hop production 1990–2019. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*. 2022;80(1):84–91. DOI: <https://doi.org/10.1080/03610470.2021.1880754>
7. Юсова О. А., Николаев П. Н., Кузьмич М. А., Кузьмич Л. С. Оценка исходного материала для селекции ячменя пивоваренного направления. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2023;184(1):79–89. DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2023-1-79-89> EDN: ULCDCC
8. Афанасьева О. Г., Иванов Е. А., Макушев А. Е. Исследование мировой торговли хмелем и определение места России в товарообороте продукции. *Аграрный вестник Урала*. 2022;(S13):2–17. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-228-13-2-17> EDN: QVUWCU
9. Иванова А. О., Дементьев Д. А. Состояние хмелеводства в Чувашской республике. *Международный научный сельскохозяйственный журнал*. 2019;(2):20–25. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=plwzpn> EDN: PLWZPN
10. Чеха О. В. Анализ рынка производства и переработки хмеля в системе обеспечения продовольственной безопасности России. *Вопросы региональной экономики*. 2021;(3):95–101. DOI: <https://doi.org/10.21499/2078-4023-48-3-95-101> EDN: RHLCGG
11. Осипова Ю. С., Леонтьева В. В., Дементьев Д. А. Оценка сортов коллекции хмеля обыкновенного (*Humulus lupulus* L.) по хозяйственно важным признакам. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022;23(2):194–202. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.2.194-202> EDN: CWDAZQ
12. Осипова Ю. С., Иванова И. Ю., Леонтьева В. В. Оценка экологической устойчивости сортообразцов хмеля обыкновенного. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2020;50(1):32–39. DOI: <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-1-4> EDN: UWCHAB
13. Фадеев А. А., Никонова З. А. Результаты изучения сортообразцов хмеля разных групп спелости по хозяйственно важным признакам и устойчивости к основным болезням. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2015;(5):29–33. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24113600> EDN: UHRQBN
14. Фадеев А. А., Никонова З. А. Оценка сортообразцов коллекции хмеля обыкновенного по фенологическим и морфологическим признакам. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2018;(2):40–42. DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2018/2/40-42> EDN: XRZFHN
15. Волкова Л. В., Амунова О. С. Наследование основных элементов продуктивности и параметров адаптивности у диаллельных гибридов яровой мягкой пшеницы. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2024;25(3):340–354. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.3.340-354> EDN: KPQJKN

16. Леонтьева В. В. Сортотипы хмеля обыкновенного. Международный научный сельскохозяйственный журнал. 2019;(3):25–27. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41806549> EDN: GVFOVS
17. Dementiev D., Leonteva V., Ivanova I., Fadeev A. Technology of cultivation of civil hops in Chuvashia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021;839:22033. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/839/2/022033>
18. Осипова Ю. С. Развитие коллекции хмеля обыкновенного в неблагоприятных условиях 2023 года. Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 18–19 апреля 2024 г.). Благовещенск: Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 146–150. Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_68516088_27168557.pdf
19. Jastrombek J. M., Faguerazzi M. M., Pierezan H. C., Rufato L., Sato A. J., Marques V. V. et al. Hop: An emerging crop in subtropical areas in Brazil. Horticulturae. 2022;8(5):393. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae8050393>

References

1. Korpelainen H., Pietiläinen M. Hop (*Humulus lupulus* L.): Traditional and present use, and future potential. Economic Botany. 2021;75:302–322. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12231-021-09528-1>
2. Rossini F., Virga G., Loreti P., Iacuzzi N., Ruggeri R., Ruggeri M. E. Hops (*Humulus lupulus* L.) as a novel multipurpose crop for the Mediterranean region of Europe: Challenges and opportunities of their cultivation. Agriculture. 2021;11(6):484. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture11060484>
3. Sun S., Wang X., Yuan A., Liu J. Chemical constituents and bioactivities of hops (*Humulus lupulus* L.) and their effects on beer related microorganisms. Food and Energy Security. 2022;11(2):e367. DOI: <https://doi.org/10.1002/fes3.367>
4. Kordialik-Bogacka E. Biopreservation of beer: Potential and constraints. Biotechnology Advances. 2022;58:107910. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2022.107910>
5. Arruda T. R., Pinheiro P. F., Silva P. I., Bernardes P. C. A new perspective of a well-recognized raw material: Phenolic content, antioxidant and antimicrobial activities and α - and β -acids profile of Brazilian hop (*Humulus lupulus* L.) extracts. LWT. 2021;141:110905. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.110905>
6. Kubeš J. Geography of world hop production 1990–2019. Journal of the American Society of Brewing Chemists. 2022;80(1):84–91. DOI: <https://doi.org/10.1080/03610470.2021.1880754>
7. Yusova O. A., Nikolaev P. N., Kuzmich M. A., Kuzmich L. S. Assessment of source material for malting barley breeding. *Trudi po prikladnoy botanike, genetike i seleksii* = Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2023;184(1):79–89. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2023-1-79-89>
8. Afanaseva O. G., Ivanov E. A., Makushev A. E. Study of global hops trade and determination of Russia's role in the product turnover. *Agrarny vestnik Urala* = Agrarian Bulletin of the Urals. 2022;(S13):2–17. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-228-13-2-17>
9. Ivanova A. O., Dementiev D. A. The state of hop growing in the Chuvash Republic. *Mezhdunarodny nauchny selskokhozyaystvenny zhurnal* = International Agricultural Journal. 2019;(2):20–25. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=plwzpn>
10. Chekha O. V. Analysis of the hop production and processing market in the Russian food security system. *Voprosi regionalnoy ekonomiki*. 2021;(3):95–101. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21499/2078-4023-48-3-95-101>
11. Osipova Yu. S., Leontieva V. V., Dementiev D. A. Evaluation of varieties of common hop (*Humulus lupulus* L.) collection according to agronomic traits. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2022;23(2):194–202. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.2.194-202>
12. Osipova Yu. S., Ivanova I. Yu., Leontieva V. V. Evaluation of ecological stability of common hop varieties. *Sibirsky vestnik selskokhozyaystvennoy nauki* = Siberian Herald of Agricultural Science. 2020;50(1):32–39. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-1-4>
13. Fadeev A. A., Nikonova Z. A. The results of study of hop varieties of different ripeness groups for important economic traits and resistance to major diseases. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2015;(5):29–33. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24113600>
14. Fadeev A. A., Nikonova Z. A. Evaluation of the common hop variety samples according to the phenological and morphological features. *Vestnik rossiyskoy selskokhozyaystvennoy nauki* = Vestnik of the Russian agricultural science. 2018;(2):40–42. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2018/2/40-42>
15. Volkova L. V., Amunova O. S. Inheritance of the main elements of productivity and adaptability parameters in diallelic hybrids of spring soft wheat. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2024;25(3):340–354. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.3.340-354>
16. Leonteva V. V. The types of hops ordinary. *Mezhdunarodny nauchny selskokhozyaystvenny zhurnal* = International Agricultural Journal. 2019;(3):25–27. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41806549>
17. Dementiev D., Leonteva V., Ivanova I., Fadeev A. Technology of cultivation of civil hops in Chuvashia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021;839:22033. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/839/2/022033>

18. Osipova Yu. S. The development of the collection of ordinary hops in adverse conditions in 2023. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 18–19 aprelya 2024 g.)*. Blagoveshchensk: Dalnevostochny GAU, 2024. pp. 146–150. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_68516088_27168557.pdf

19. Jastrombek J. M., Faguerazzi M. M., Pierezan H. C., Rufato L., Sato A. J., Marques V. V. et al. Hop: An emerging crop in subtropical areas in Brazil. *Horticulturae*. 2022;8(5):393. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae8050393>

Сведения об авторах

✉ **Дементьев Дмитрий Алексеевич**, кандидат с.-х. наук, научный сотрудник, Чувашский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Центральная, д. 2, Цивильский район, п. Опытный, Чувашская Республика, Российская Федерация, 429911, e-mail: chniish@mail.ru,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8571-8059>, e-mail: tymondem@mail.ru

Иванова Инга Юрьевна, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, Чувашский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Центральная, д. 2, Цивильский район, п. Опытный, Чувашская Республика, Российская Федерация, 429911, e-mail: chniish@mail.ru,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0792-1721>

Фадеев Андрей Анатольевич, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, Чувашский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Центральная, д. 2, Цивильский район, п. Опытный, Чувашская Республика, Российская Федерация, 429911, e-mail: chniish@mail.ru,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0834-1681>

Information about the authors

✉ **Dmitriy A. Dementyev**, PhD in Agricultural Science, researcher, Chuvash Research Institute of Agriculture – Branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Tsentralnaya str., 2, Tsvilsky district, Opytny settlement, Chuvash Republic, Russian Federation, 429911, e-mail: chniish@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8571-8059>, e-mail: tymondem@mail.ru

Inga Yu. Ivanova, PhD in Agricultural Science, senior researcher, Chuvash Research Institute of Agriculture – Branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Tsentralnaya str., 2, Tsvilsky district, Opytny settlement, Chuvash Republic, Russian Federation, 429911, e-mail: chniish@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0792-1721>

Andrey A. Fadeev, PhD in Agricultural Science, senior researcher, Chuvash Research Institute of Agriculture – Branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Tsentralnaya str., 2, Tsvilsky district, Opytny settlement, Chuvash Republic, Russian Federation, 429911, e-mail: chniish@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0834-1681>

✉ – Для контактов / Corresponding author