

Научная статья

УДК 633.791

МИРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО ХМЕЛЯ И ПОДХОДЫ К ПЛАНИРОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ В ХМЕЛЬНИКАХ

Степанова Евгения Вячеславовна¹, Мешков Юрий Иванович², Иваночкин Илья Алексеевич¹, Загоруйко Михаил Васильевич³, Маркова Екатерина Борисовна⁴, Платонова Агафья Захаровна⁵, Сморчкова Валентина Петровна⁶, Муравьева Марина Владимировна⁷, Будынков Николай Иванович², Демин Дмитрий Викторович², Михалева Светлана Николаевна², Муковоз Петр Петрович⁸, Алферов Алексей Анатольевич⁸, Глинушкин Алексей Павлович⁸

¹ Федеральний исследовательский центр "Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН", Москва, Россия

² ФГБНУ «Всероссийский институт фитопатологии», р.п. Большие Вяземы, Российская Федерация

³ Учебно-опытный почвенно-экологический центр МГУ имени М.В. Ломоносова д.Чашниково Московская область

⁴ Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы, Москва, Россия

⁵ Арктический государственный агротехнологический университет 678011, Республика Саха (Якутия), Хангаласский улус, с.Октёмцы, пер.Моисеева, д.16

⁶ Государственный университет просвещения, ул. Радио, д.10, Москва, Россия

⁷ РГАУ-МСХА им.К.А.Тимирязева

⁸ ИОХ РАН

Аннотация: В работе исследуется современное состояние и динамика мирового производства хмеля (*Humululus lupulus L.*). Анализируется эволюция посевных площадей, урожайность и валовой сбор культуры в ключевых странах-производителях (Эфиопия, Германия, США, Чехия) за длительный период. Особое внимание уделено факторам, влияющим на объёмы производства: рыночным трендам, агротехнологическим подходам, климатическим условиям и особенностям селекции. Рассмотрены региональные различия в возделывании хмеля, включая специализацию на ароматических и горьких сортах, а также подходы к планированию технологического производства — в том числе применение пестицидов и агрохимикатов. Показано, как изменения в пивоваренной отрасли (например, рост популярности слабоалкогольных и крафтовых напитков) влияют на структуру спроса и географию выращивания. Проанализированы риски и ограничения, связанные с устойчивостью производства: от климатических колебаний до проблем резистентности вредителей. Подчёркнута необходимость комплексного планирования, включающего биологический контроль, селекцию устойчивых сортов и экологически безопасные агроприёмы. В заключении обозначены перспективные направления развития хмелеводства с учётом мирового опыта и технологических инноваций.

Ключевые слова: хмель обыкновенный (*Humululus lupulus L.*), хмелеводство, мировое производство хмеля, посевные площади, урожайность, валовой сбор, ароматические сорта, горькие сорта, пивоваренная

промышленность, агротехнологии, пестициды, биологический контроль, селекция, рыночные тренды, устойчивое производство.

Для цитирования: Степанова Евгения Вячеславовна., Мешков Юрий Иванович, Иваночкин Илья Алексеевич, Загоруйко Михаил Васильевич, Маркова Екатерина Борисовна, Платонова Агафья Захаровна, Сморчкова Валентина Петровна, Муравьева Марина Владимировна, Будынков Николай Иванович, Демин Дмитрий Викторович, Михалева Светлана Николаевна, Муковоз Петр Петрович, Алферов Алексей Анатольевич, Глинушкин Алексей Павлович **МИРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО ХМЕЛЯ И ПОДХОДЫ К ПЛАНИРОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ В ХМЕЛЬНИКАХ / Степанова Е.В., Мешков Ю.И., Иваночкин И.А., Загоруйко М.В., Маркова Е.Б., Платонова А.З., Сморчкова В.П., Муравьева М.В., Будынков Н.И., Демин Д.В., Михалева С.Н., Муковоз П.П., Алферов А.А., Глинушкин А.П. // Агрофорсайт. 2025. № 3— Саратов: ООО «ЦеСАин», 2025. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Загл. с этикетки диска.**

Финансирование: исследование проводилось за счет собственных средств.

WORLD HOP PRODUCTION AND APPROACHES TO PLANNING PESTICIDE APPLICATION TECHNOLOGIES IN HOP YARDS

Stepanova Evgeniya Vyacheslavovna ¹, Meshkov Yuriy Ivanovich ², Ivanochkin Ilya Alekseevich ¹, Zagoruiko Mikhail Vasilievich ³, Markova Ekaterina Borisovna ⁴, Platonova Agafya Zakharovna ⁵, Smorchkova Valentina Petrovna ⁶, Muravyova Marina Vladimirovna ⁷, Budynkov Nikolay Ivanovich ², Demin Dmitry Viktorovich ², Mikhaleva Svetlana Nikolaevna ², Mukovoz Petr Petrovich ⁸, Alferov Alexey Anatolyevich ⁸, Glinushkin Alexey Pavlovich ⁸

1 Prokhorov General Physics Institute of the RAS, Moscow, Russia

2 All-Russian Institute of Phytopathology, Bolshie Vyazemy, Russian Federation

3 Educational and Experimental Soil and Ecological Center, Lomonosov Moscow State University, Chashnikovo, Moscow Region

4 Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russia

5 Arctic State Agro-Technological University, Oktyomtsy, Khangalassky Uls, Republic of Sakha (Yakutia), Russia

6 State University of Education, Moscow, Russia

7 Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy

8 N.D. Zelinsky Institute of Organic Chemistry of the RAS

Abstract. The paper examines the current state and dynamics of global hop production (*Humulus lupulus* L.). It analyses the evolution of sown areas, yield, and gross output in key producing countries (Ethiopia, Germany, USA, Czech Republic) over a long period. Special attention is given to factors affecting production volumes: market trends, agrotechnological approaches, climatic conditions, and breeding specifics. Regional differences in hop cultivation are reviewed, including specialization in aromatic and bitter varieties, as well as approaches to planning technological production—including the use of pesticides and agrochemicals. The study shows how changes in the brewing industry (e.g., the growing popularity of low-alcohol and craft beers) influence demand patterns and growing geography. Risks and constraints related to production sustainability are analysed, ranging from climatic fluctuations to pest resistance issues. The necessity of integrated planning—encompassing biological control, breeding of resistant varieties, and environmentally safe agronomic practices—is emphasized. Finally, promising directions for the development of hop farming are outlined, taking into account global experience and technological innovations.

Keywords. *Humulus lupulus* L., hop farming, global hop production, sown areas, yield, gross output, aromatic varieties, bitter varieties, brewing industry, agrotechnologies, pesticides, biological control, breeding, market trends, sustainable production.

Введение

Хмель обыкновенный (*Humulus lupulus* L.) — вид травянистых многолетних растений, используемый в промышленном производстве, в частности в пивоварении. *Humulus* —



международное научное название рода хмеля (семейство Коноплёвые). Род Хмель включает два вида: Хмель обыкновенный, или вьющийся (*Humulus lupulus* L.) — встречается в диком виде в умеренном поясе обоих полушарий в сырых зарослях кустарников; Хмель японский, или лазающий (*Humulus japonicus* Siebold et Zuss.) — растение родом из Японии и Китая, в России исходными центрами и естественного распространения могут считаться места Дальнего Востока, Сахалина и острова Кунашир [1, 2]. Однолетнее растение с глубоко 5–7-рассечёнными листьями и без лупулиновых желёзок, не образует шишковидных соцветий, поэтому разводится только в

декоративных целях.

Humulus lupulus — чаще всего имеет следующие формы: стебель — вьющийся по часовой стрелке, четырёхгранный, полый внутри, покрыт острыми шипами, до 7 м в длину; листья — при основании дланевидно трёх-пятилопастные, глубоко сердцевидные, с яйцевидными заострёнными лопастями, по краю крупнопильчатые, супротивные, длинночерешковые, с межчерешковыми прилистниками; верхние листья цельные; цветки — мужские — мелкие, зелёные, с пятилистным околоцветником и пятью тычинками с прямыми нитями, женские — в шишковидных сложных соцветиях; плод — орех со спирально свёрнутым зародышем, созревает в августе — сентябре [1, 2]. Хмель имеет хозяйственное значение разнообразное, самое распространённое: - шишки — сырьё для пивоварения, их добавляют в конце кипячения, что придаёт пиву особый аромат; стебли — пригодны для изготовления низких сортов бумаги, а также грубой пряжи для мешковины и верёвок; в медицине — соцветия и желёзки хмеля обыкновенного используются как лекарственное сырьё; восстанавливает почву - сидерально-рекультивационное растение.

Хмель обыкновенный, как разноспецифичная культура, сохраняется в лидерах выделяемых растений человеком, уже тысячелетия, из-за многолетнего потенциала (видов использования), урожайности и адаптивности к стресс условиям различной природы [17, 18]. Сохраняется в поколениях приемы его возделывания как для целей брожения, обрядового применения в отдельных регионах мира, медицинских, технических возможностей. Вегетативная масса растений обладает существенным

потенциалом для кормопроизводства, причём её применение возможно в различных хозяйственных направлениях. [1, 18].

Цель работы — проанализировать современное состояние и динамику мирового производства хмеля (*Humulus lupulus* L.), выявить ключевые тенденции и факторы, влияющие на объёмы и структуру посевных площадей, урожайность и валовой сбор, а также оценить перспективность дальнейшего развития отрасли, рассмотреть подходы к планированию технологического производства хмеля, включая применение пестицидов и агрохимикатов.

Задачи статьи:

- ✓ Изучить биологические особенности и хозяйственное значение хмеля обыкновенного.
- ✓ Проанализировать динамику мировых посевных площадей под хмель на основе данных ФАОСТАТ за период с 1961 по 2024 г.
- ✓ Выявить основные страны-лидеры по производству хмеля и проследить трансформацию их позиций в мировом рейтинге.
- ✓ Проанализировать подходы к планированию технологического производства хмеля, включая применение пестицидов и агрохимикатов.

Результаты исследования могут быть использованы:

1. для разработки стратегий развития хмелеводства на национальном и региональном уровнях;
2. в целях оптимизации агротехнологий возделывания хмеля с учётом экологических и экономических аспектов;
3. при планировании размещения хмельников и выборе сортов, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям;
4. для совершенствования системы защиты растений от вредителей и болезней с минимизацией негативного воздействия на окружающую среду;
5. в образовательной деятельности при подготовке специалистов в области агрономии, растениеводства и технологии переработки сельскохозяйственной продукции.

Методология и источники

В работе использованы следующие методы исследования:

- аналитический — анализ научной литературы, статистических данных и отчётов отраслевых организаций (ФАОСТАТ, USAHops.org, USDA, Hop Growers of America и др.);
- сравнительно-географический — сопоставление особенностей возделывания хмеля в разных странах и регионах;
- статистический — обработка и интерпретация количественных данных о посевных площадях, урожайности и валовом сборе хмеля;
- историко-генетический — прослеживание динамики развития мирового производства хмеля за длительный период;
- методы графического представления данных (построение диаграмм, графиков, таблиц) для наглядной демонстрации выявленных тенденций.

В исследованиях мирового производства хмеля и подходов к планированию его технологического производства прослеживается комплексный охват вопросов — от историко-агрономических основ до современных биотехнологических и защитных

решений. С. Н. Роднов в фундаментальной работе 1935 года [1] заложил основы понимания хмелеводства в СССР и мировых тенденций, а Д. И. Менделеев ещё в 1867 году обозначил значимость методически выстроенных сельскохозяйственных опытов [30]. Современные фитоценологические исследования, такие как работа М. М. Силантьевой с соавторами о позициях *Humulus lupulus* в Алтае-Саянской горной области [2], уточняют экологические ниши культуры. Е. В. Винокурова анализирует зарубежные методики выращивания и переработки хмеля [3], что актуально для трансферта технологий; при этом статистика USAHops.org (HGA Statistical Packet [5]) и отчёты USDA [6] демонстрируют динамику производства в США — в 2023 году зафиксирован рост урожая на 2 % [4], а обзор Hop Growers of America [7] раскрывает отраслевые тренды. А. И. Zakharov [8] фокусируется на интенсификации технологий возделывания, а А. А. Жученко [9] — на эколого-генетических принципах мобилизации растительных ресурсов, важных для селекции устойчивых сортов. О. Г. Афанасьева с коллегами [10] изучают организацию хмелеводства в Чехии, включая решение современных производственных проблем, а чешские исследования эффективности препаратов против вредителей [11] дополняют картину защиты растений. А. А. Жученкомл [12] рассматривает средоулучшающие технологии, а Ю. Я. Спиридонов с соавторами [14] — адаптивно-интегрированную защиту растений, что перекликается с руководством S. D. O’Neal и др. по комплексному управлению вредителями [23]. Для повышения устойчивости сортов применяются методы *in vitro* [19], а А. А. Фадеев и З. А. Никонова [18] оценивают сортообразцы хмеля по хозяйственно важным признакам и болезнеустойчивости. Ресурсосбережение на хмельниках достигается за счёт оптимизации механических обработок [20, 29] и внедрения аэроионизации [26]; Ю. П. Дмитриев с соавторами [21] исследуют перспективы малых форм производства в Чувашии. Вопросы почвоулучшения освещены в работах М. С. Соколова с коллегами [22], а токсичность пестицидов для полезных клещей изучена А. П. Глинушкиным и соавторами [27, 28]. Новаторские фунгицидные решения представлены в патенте В. А. Виля и др. [24], а монография М. Бьендл с соавторами [25] систематизирует знания о выращивании, составе и использовании хмеля. Таким образом, современное планирование технологического производства хмеля интегрирует исторический опыт, экологическое моделирование, селекцию, защиту растений и ресурсосберегающие инновации.

Мировое производство хмеля

Широкое хозяйственное значение производства *Humulus lupulus L.*, в том числе в пищевой промышленности (пивоваренное и ремесленного хлебопечения) стимулирует увеличение мировых посевных площадей под эту культуру.

Для анализа площадей воспользуемся данными ФАОСТАТ

По данным ФАОСТАТа с 1961 по 2024 годы посевные площади под данную культуру увеличились в 1,7 раза (рис.1).

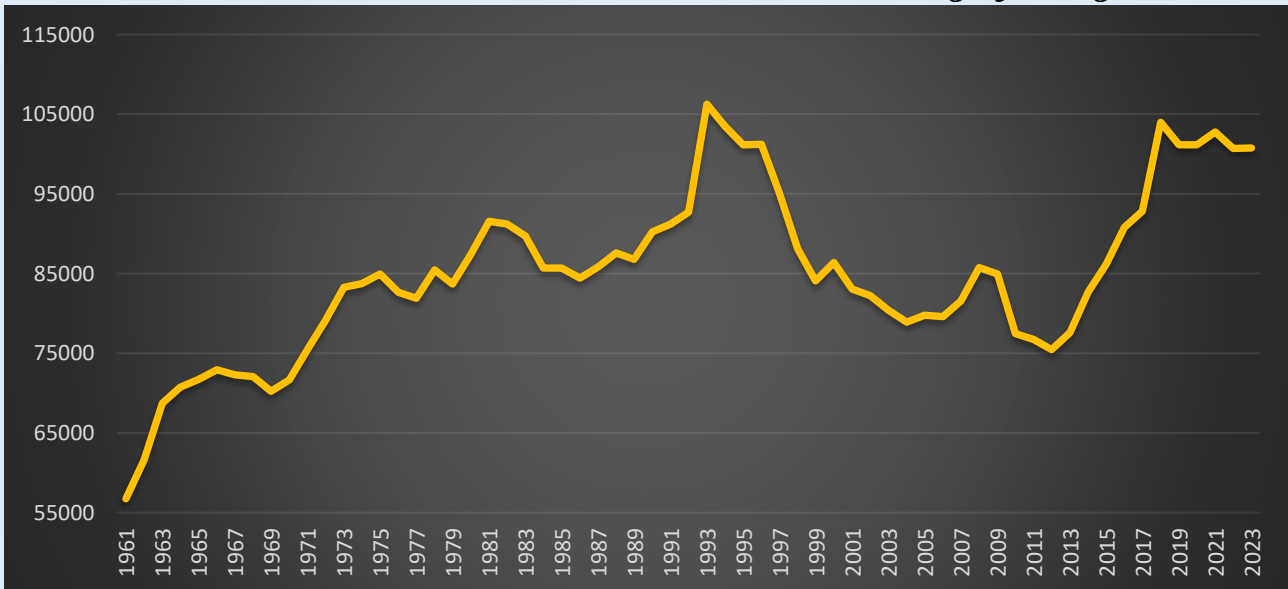


Рисунок 1 – Динамика площадей хмеля в мире с 1961 по 2024 год

Источник: построено авторами по данным ФАОСТАТ

При этом с 1993 по 2013 года наблюдалось сокращение площадей под возделывание хмеля. Причинами такого сокращения было связано с двумя причинами: с одной стороны – изменением внутривнутриполитической перестройки сельского хозяйства экономики стран бывшего советского лагеря, что повлияло на формирование кризиса хмелеводства в этих странах, с другой стороны в странах-лидерах возделывания хмеля фермеры перестроились на интенсификацию и включились в гонку за ежегодными рекордными урожаями, что привело к рыночному дисбалансу – сформировался избыток хмеля и хмелепродуктов на мировом рынке, что привело к падению цен. Потеря прибыли в течении нескольких лет от отрасли хмелеводства в конце 90-х годов вызвало волну сокращения хмельников (к 2006 году общая площадь упала к 1991 году в два раза в мире). Сокращение производства привело к дефициту, а затем и к росту цен, что стало привлекательным к увеличению посевных площадей.

Трансформация площадей хмельников с 1961 года изменило состав 5 ТОП стран-лидеров: если в 60-е годы XX века это были Германия, США, Чехословакия, Британия, СССР., то в 2024 году лидерами стали Эфиопия, Германия, США, Чехия и КНДР.

Таблица 1. Ранжирование стран по площадям хмельников по десятилетиям, га

1961 г.		1971 г.		1981 г.		1991 г.		2001 г.		2011 г.		2024 г.	
Германия	9903	Германия	17511	Германия	21538	Германия	21538	Германия	19039	Эфиопия	22564	Эфиопия	34064
США	9267	США	11695	США	17440	США	17440	Эфиопия	18448	Германия	18588	Германия	20500
Чехословакия	8341	СССР	10400	СССР	16000	СССР	16000	США	14533	США	12054	США	18130
СКВиСИ	8094	Чехословакия	9353	Чехословакия	12102	Чехословакия	12102	Чехия	6075	Чехия	4632	Чехия	4850
СССР	5360	СКВиСИ	7284	СКВиСИ	6000	СКВиСИ	6000	Китай, материк	4998	КНДР	4600	КНДР	4824
Югославский СФР	3820	Югославский СФР	3753	Югославский СФР	3276	Югославский СФР	3276	КНДР	4400	Китай, материк	3156	Китай, материк	2711
Польша	2200	КНДР	3000	КНДР	2600	КНДР	2600	РФ	2200	Албания	2200	Албания	2457
КНДР	2000	Польша	2600	Польша	2445	Польша	2445	СКВиСИ	2195	Польша	1643	Польша	1730
Франция	1140	Япония	1590	Испания	1967	Испания	1967	Польша	1948	Словения	1376	Словения	1660
Япония	1000	Испания	1412	Австралия	1165	Австралия	1165	Словения	1682	Украина	800	СКВиСИ	702
Испания	908	Болгария	1176	Болгария	1136	Болгария	1136	Украина	1656	Франция	749	Испания	650
Венгрия	868	Франция	1058	Япония	1129	Япония	1129	Испания	829	СКВиСИ	690	Франция	580
Австралия	770	Бельгия-Люксембург	1036	Румыния	880	Румыния	880	Франция	800	Испания	533	Южная Африка	413
Болгария	702	Австралия	809	Бельгия-Люксембург	821	Бельгия-Люксембург	821	Австралия	700	Австралия	414	Аргентина	405
Бельгия-Люксембург	663	Румыния	800	Франция	800	Франция	800	Сербия и Черногория	627	Южная Африка	389	Новая Зеландия	376
Румыния	640	Венгрия	412	Венгрия	708	Венгрия	708	Южная Африка	450	Аргентина	370	Япония	311
Канада	361	Канада	399	Республика Корея	400	Республика Корея	400	Новая Зеландия	350	Новая Зеландия	345	Украина	300
Аргентина	257	Аргентина	265	Южная Африка	230	Южная Африка	230	Япония	330	Япония	333	Австрия	280
Новая Зеландия	201	Новая Зеландия	246	Новая Зеландия	185	Новая Зеландия	185	Албания	300	РФ	245	Австралия	265
Австрия	106	Греция	160	Греция	173	Греция	173	Бельгия	300	Австрия	241	Румыния	210
Южная Африка	100	Республика Корея	154	Аргентина	170	Аргентина	170	Болгария	252	Словакия	228	Бельгия	200
Греция	30	Португалия	150	Португалия	150	Португалия	150	Аргентина	250	Бельгия	197	Италия	70
		Южная Африка	130	Австрия	135	Австрия	135	Словакия	246	Румыния	177	РФ	69
		Австрия	87	Ирландия	75	Ирландия	75	Австрия	215	Болгария	51	Сербия	26
		Швейцария	13	Швейцария	12	Швейцария	12	Румыния	140	Сербия	47	Швейцария	21

СКВиСИ – Соединённое королевство Великобритании и Северной Ирландии

Источники: построено авторами по данным ФАОСТАТ

Эфиопский хмель

Эфиопия (если судить по данным ФАОСТАТа) стала лидером по площадям хмельников на основе стимулирования фермеров по возделыванию этой культуры в этой стране с конца 90-х годов XX века, в том числе по программам диверсификации их доходов.

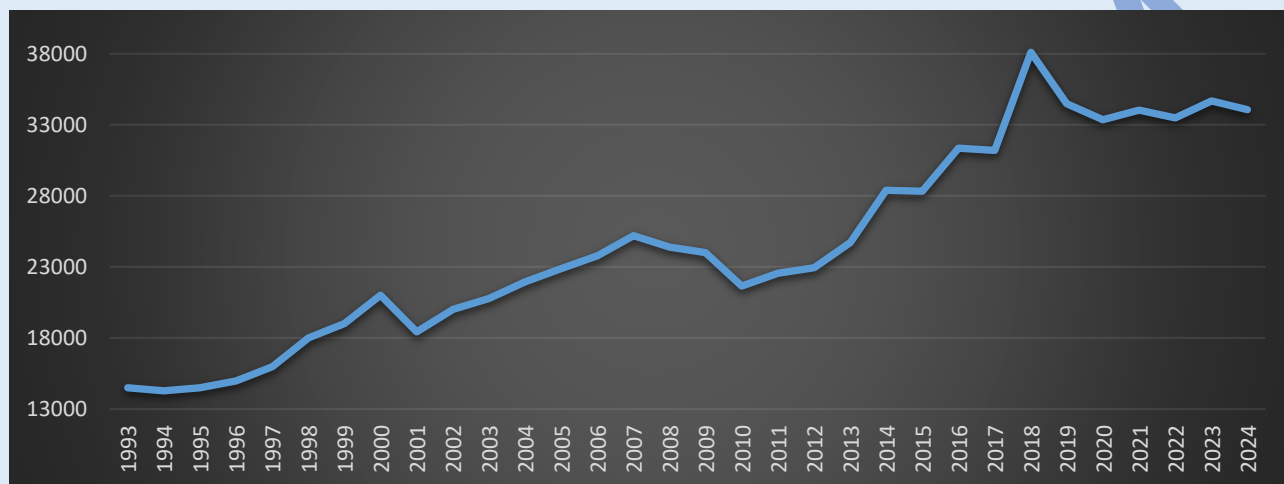


Рисунок 2– Площади хмельников в Эфиопии 1993-2024 гг

Источник: ФАОСТАТ

Такая трансформация и интерес к увеличению хмельников по статистическим данным ФАОСТАТа может быть связан с несколькими ПРЕДПОЛАГАЕМЫМИ причинами.

Во-первых, историческая причина потребления пива. Эфиопия исторический пункт одного из путей попадания в Европу пива. По одной из версий технология пивоварения прошла путь: древний Вавилон → древний Египет → Эфиопия → Кавказ → Европа. Именно там хмель стали добавлять в пиво в монастырях как альтернативу дорогому импортируемому вину с юга (в Европе с VIII-XIII веков). При этом славянский народ был знаком намного раньше европейцев с технологией добавления хмеля в пиво, что может свидетельствовать о другом пути попадания технологии. Хмель не только придает горечь напитку, но выполняет функцию консервации пива (хмель добавляют в зерновой солод или сусло, а получившуюся смесь кипятят перед сбраживанием, происходит стерилизация. Изомеризованные альфа-кислоты подавляют рост грамположительных микроорганизмов, в том числе молочнокислых бактерий, мешающих размножаться дрожжам. С хмелем дрожжи растут хорошо, а сусло не прокисает. Это создает функцию ХРАНИМОСТИ напитка). Про хмель на пути пива из древнего Египта на Кавказ в Эфиопии точно не знали. Но в качестве альтернативы *Humulus lupulus L.* (совершенно не зависимо от европейской идеи) стали добавлять другое растение Гешо (*Rhamnus prinoides*) с созданием эфиопского пива - *т'алла*, который потребляется массово, в огромных количествах и является одним из кулинарных символов Эфиопии². При этом при распространении эфиопской кухни заменяют гешо хмелем.

² *т'алла* (сува, оромо) – эфиопское пиво (не нужно путать с *т'эдж* – медовым вином) на основе ячменя, меда с добавлением гешо. Массово варится в сельской местности как альтернатива дорогому медовому вину. Используется в повседневности, как в религиозных обрядах, так и связана с древними языческими обрядами (отпугиванием духов). Кроме того, используют для принятия косо/инкоддо – лекарственных растений от ленточных червей. При этом исследования внутри Эфиопии ответить на вопрос возникновения напитка не могут: версии о существовании его 10000 лет назад (от геэзского слова *täll*, означающего

Во-вторых, популярность пивного напитка привело к появлению и созданию крупных африканских пивоваренных промышленных конгломератов. Именно развитие пивоваренного сектора стимулирует рост хмельников. Базовым фактором стала урбанизация населения страны, что способствовало к переходу в потреблении от *т'алла* к коммерческому промышленному пиву на основе хмеля. Сегодня пивной рынок страны разделен на сегмент традиционного эфиопского пива *т'алла с ингредиентом Rhamnus prinoides в сельской местности и промышленного пива на основе Humulus lupulus L.* Первой коммерческой пивоварней стала St. George Beer, основанная в 1922 году в Аддис-Абеб, принадлежавшей компанией National Brewery Share Company. Сейчас крупнейшая компания пивоваренного сектора *BGI Ethiopia*, принадлежит Франции. Компания Heineken принадлежит Голландии и т.д. По факту пивоваренный бизнес после приватизации в 1991 году принадлежит крупнейшим европейским и американским пивным конгломератам, которые производят пиво с хмелем, так как одним из факторов является устоявшиеся стандарты и ингредиенты, в которые входят хмель. Внутренний рынок коммерческого пива с хмелем Эфиопии быстро растет (рост потребления пива с 4 л в год в 2008 до 7,2 л в 2021 г). Объем пивоваренной отрасли Эфиопии более 12 млн гектолитров, и он ежегодно растет на 16-20 %.

В-третьих, рост хмельников имеет функции экстенсификации, так как уровень урожайности хмеля в Эфиопии не характеризуется тенденции увеличения под воздействием применения технологий (рис. 3).

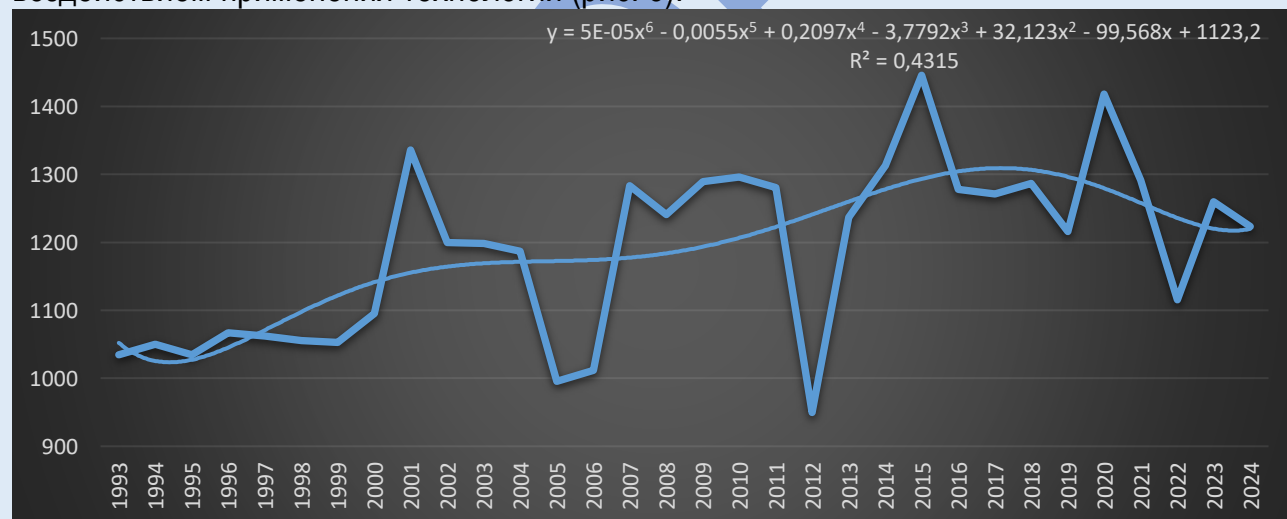
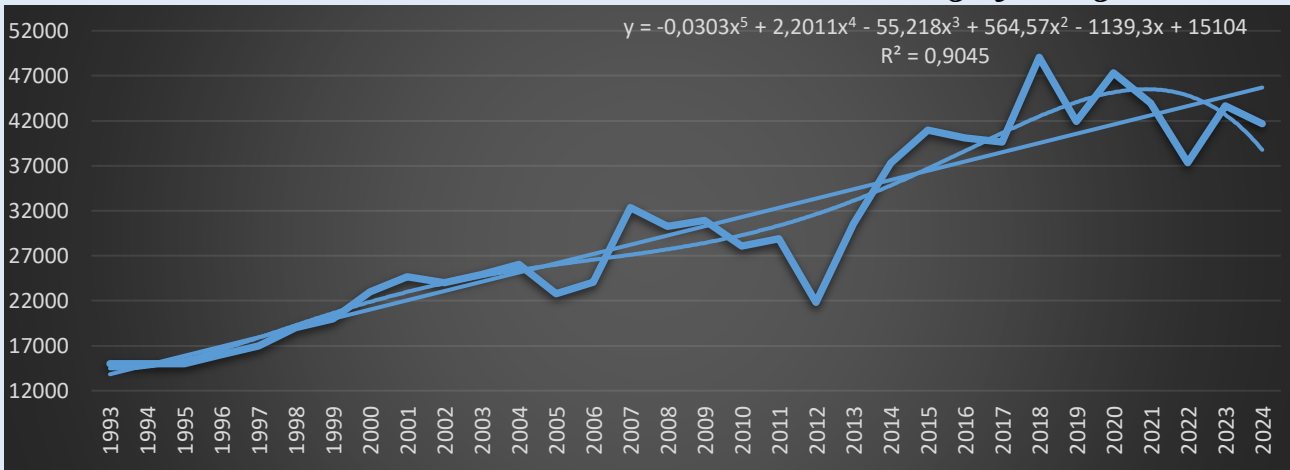


Рисунок 3. – Динамика урожайности хмеля в Эфиопии 1993-2024 гг, кг/га

Источник: построено до данным ФАОСТАТ

Динамика урожайности хмеля полиномиальная с низким уровнем R^2 , что свидетельствует значительной зависимости от природно-климатических условий.

Поэтому основным путем увеличения валового сбора (рис. 4) хмеля становится увеличение посевов.



100

Рисунок 4. – Объемы производства хмеля в Эфиопии с 1993 по 2024 год, тонн
Источник: построено по ФАОСТАТ

При этом стратегия экстенсификации хмелеводства в Эфиопии с 2019 года не дает результата в приросте продукции. Как итог по объему производства хмеля Эфиопия уступает Германии.

Германия

Второй по площадям хмельников является **Германия** (рис. 5).

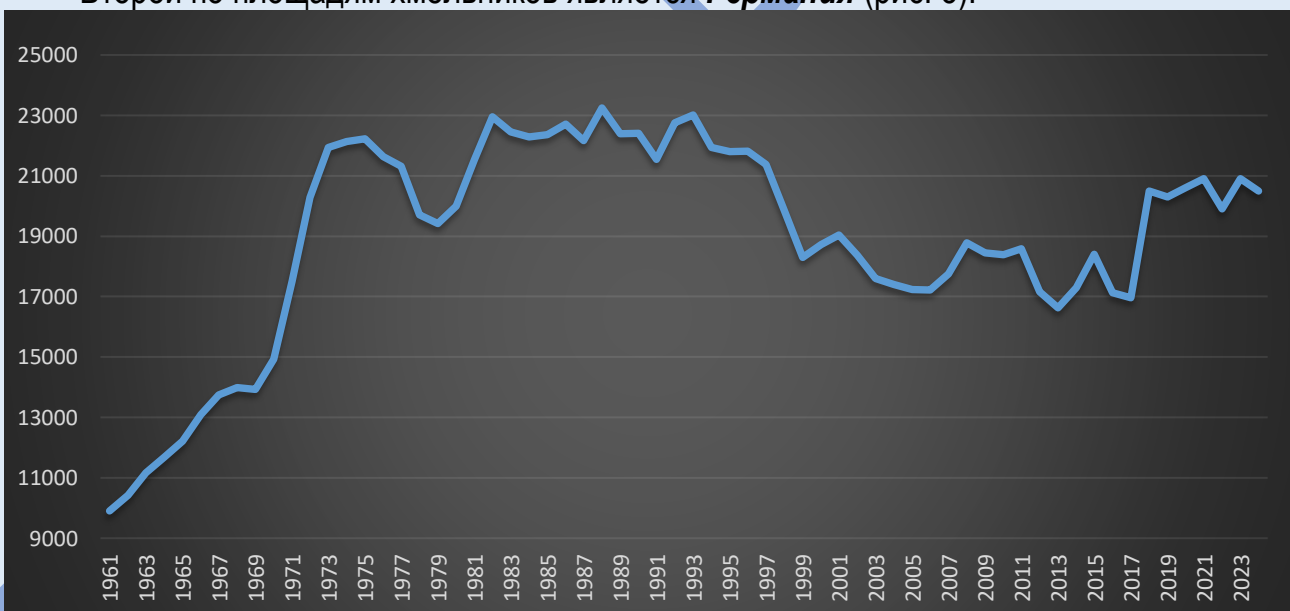


Рисунок 5– Площади хмельников в Германии 1961-2024 гг, га
Источник: ФАОСТАТ

На начало 2025 года в Германии хмель выращивают 965 ферм. Крупнейшим регионом является *Халлертау* в Баварии (777 хозяйств с площадью посевов 15650 га), *Эльба-Заале* в Саксонии (30 ферм на площади 1380 га), *Теттнанге* в Баден-Вюртемберге (120 ферм на площади 530 га).

При этом за 50 лет произошло сокращение хмелеводческих предприятий на фоне укрупнения площади хмельников на одно предприятие (рис. 6).



Рисунок 6. – Динамика хмелеводческих предприятий Германии с 1975 по 2024 году и площади хмельников на 1 предприятие

Источник: построено авторами по <https://www.lfl.bayern.de>

При этом в динамике последних трех лет площадь хмельников в Германии сокращается по всем регионам производства (табл.2)

Таблица 2. – Посевные площади хмеля по регионам Германии, га

Регион	2023 г	2024 г	2025 г
Халлертау (Hallertau)	17 129	16 815	15 680
Шпальт (Spalt)	403	396	360
Эльба-Заале (Elbe-Saale)	1 563	1 532	1 379
Теттнанг (Tettngang)	1 517	1 528	1 526
Прочие (Übrige)	18	17	17
Германия (общая площадь)	20 629	20 289	18 962

Основным регионом возделывания хмеля является Халлертау на него приходится 82-85 % всех посевных площадей хмеля в Германии.

Специфика Германии в распределении по регионом особых сортов хмеля, классифицированных по назначению.

Здесь нужно внести уточнения по группировки сортов хмеля по назначению на 3 крупные группы: ароматическое, горькие и двойного назначения (горько-ароматические):

Ароматические — используются для создания аромата. Содержание альфа-кислот обычно невысокое (2–6%).

Когда добавляют: в конце варки, в процессе сухого охмеления или на поздних стадиях брожения, чтобы сохранить летучие ароматические масла. Аромат: цветочный, фруктовый, цитрусовый, травяной, хвойный.

Горькие — добавляются ради горечи. Содержание альфа-кислот высокое (10–18% и более).

Когда добавляют: в начале варки, чтобы альфа-кислоты успели изомеризоваться и дать

максимальную горечь. Аромат менее выражен, поскольку в процессе длительного кипячения большая часть ароматических масел улетучивается.

Сорта двойного назначения — подходят и для горечи, и для аромата. Некоторые сорта хмеля сочетают в себе высокое содержание альфа-кислот и яркий аромат, поэтому их можно использовать как для горечи, так и для аромата.

В Германии исторически по площадям больше возделывали ароматические сорта хмеля, но с 2024 года впервые в истории немецкого хмелеводства площадь посевов ароматных сортов стала меньше, чем площадь посевов горького хмеля. На ароматические сорта стало приходиться 47,1 % всех хмельников. Всего насчитывается 37 различных ароматных сортов, занимающих площадь 9 559 га. Площадь горького хмеля увеличилась на 475 га и составила 10 730 га (52,9 % от общей площади). Происходит тенденция к возделыванию сортов с повышенным содержанием альфа-кислот, под них площади увеличиваются (сорта *Herkules*, *Titan*, *Polaris*). В результате сорт *Herkules* стал безоговорочным лидером среди сортов хмеля в Германии, заняв 39 % площадей (7 917 га). По регионам соотношение площадей хмельников по группам сортов по назначению представлено на рисунке 7.

102



Рисунок 7.– Соотношение посевных площадей сортов хмеля по назначению по регионам Германии в 2024 году

Источник: построено авторами по <https://www.lfl.bayern.de/>

В Германии проводят учет содержания альфа-кислот хмеля как в целом по всему собранному урожаю (табл. 3), так и по хмелю, собранному по разным регионам и сортам, что имеет коммерческое значение.

Таблица 3. – Среднее содержание альфа-кислот хмеля и объем их производства в 2019-2024 г

Показатель	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Среднее содержание альфа-кислот (в %)	10,9	11,6	13	10,8	10,1	11,6
Произведённое количество альфа-кислот (в тоннах)	5 260	5 460	6 240	3 720	4 170	5 391

Источник: построено авторами по <https://www.lfl.bayern.de/>

Урожайность хмеля в Германии имеет более высокие показатели (рис. 8) чем в Эфиопии, но имеет также сильные колебания в зависимости от природно-климатических условий.

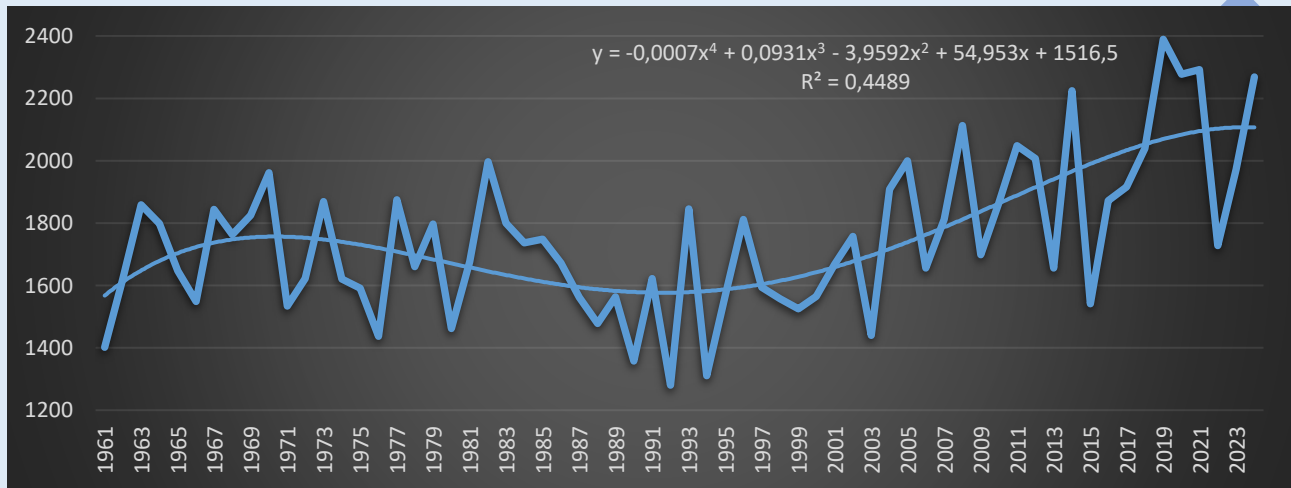


Рисунок 8. – Динамика урожайности хмеля в Германии в 1961-2024 г, кг/га

Источник: построено ФАОСТАТ

Урожайность с 1961 года представлена одним циклом: понижением 1967 по 1991 год и ростом с 1992 по 2022 годы. Рост дальнейшей урожайности будет определяться тенденциями вложения в исследования и дальнейшей интенсификации.

Наиболее урожайным регионом являются Халлertaу (рис. 9), что и определяет выбор наибольшей доли под площади хмельников.

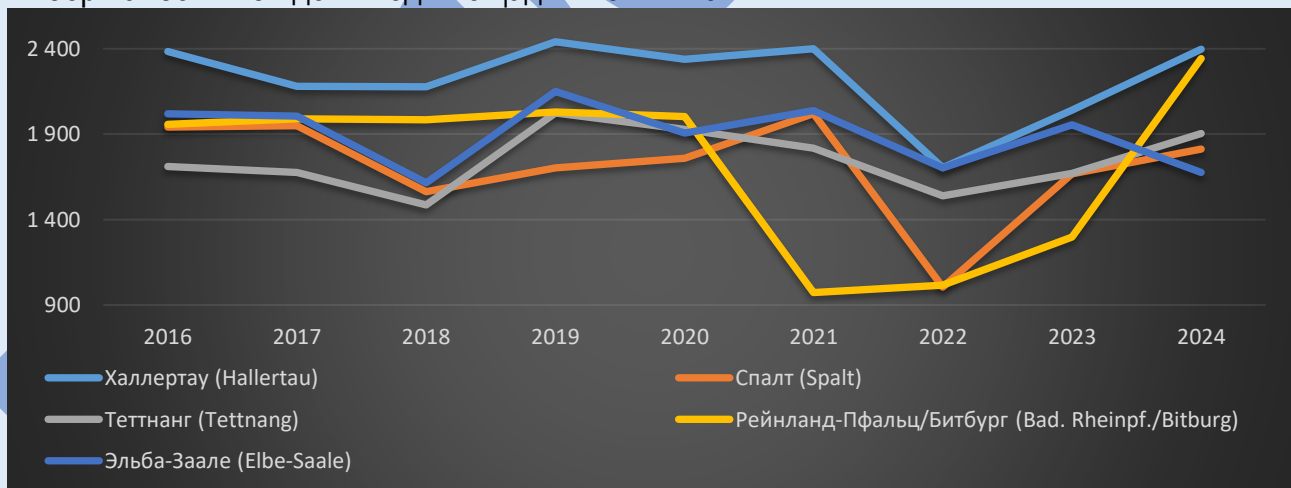


Рисунок 9. – Динамика урожайности хмеля в отдельных регионах Германии в 2016-2024 г, кг/га

Источник: построено ФАОСТАТ

Динамика рисунков 8 и 9 показывает, что 2022 году был неурожайный год, что было связано с неблагоприятными условиями: засухой, вызванной жарой. Произошло не только падение урожая, но и снижение альфа-кислот в хмеле, что повлияло на прибыльности предприятий хмелеводства, так как большинство из них были завязаны с потребителями

предварительными контрактами на поставку. В 2024-2025 годах урожайность стабилизировалась, что повлияло на валовый сбор хмеля (рис. 10), который стремиться к историческому максимуму за все время статистического наблюдения ФАОСТАТ.

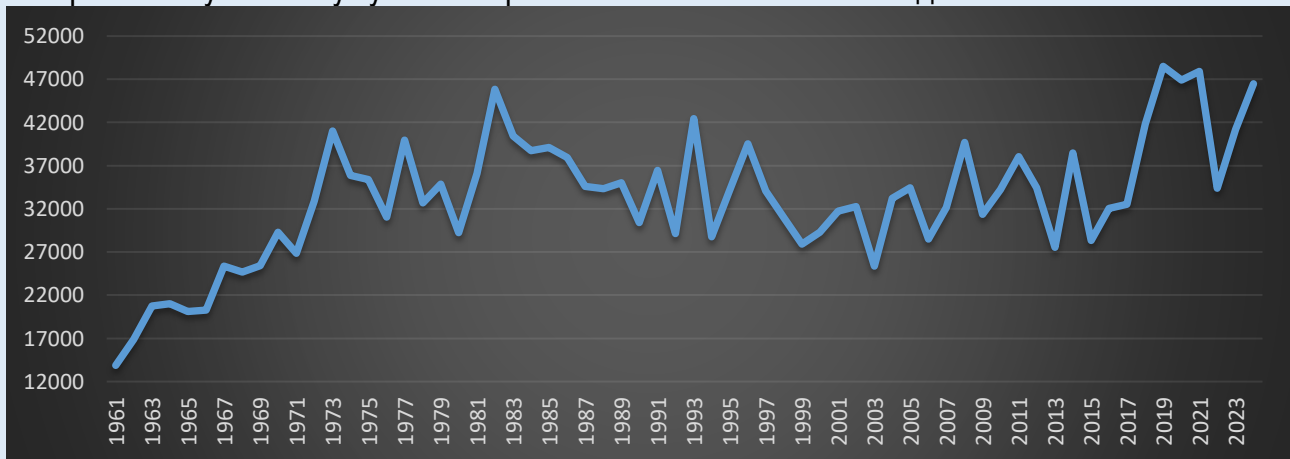


Рисунок 10. – Динамика валового сбора хмеля в Германии в 1961-2024 г, кг/га

Источник: построено ФАОСТАТ

Восстановление валового сбора в 2024 году возвращает Германии лидерство в объеме производства хмеля.

США

В США рост площадей хмельников наблюдался до 2021 года, а затем в 2024 году произошло резкое снижение (рис. 11), что связано с уравниванием спроса и предложения на рынке.

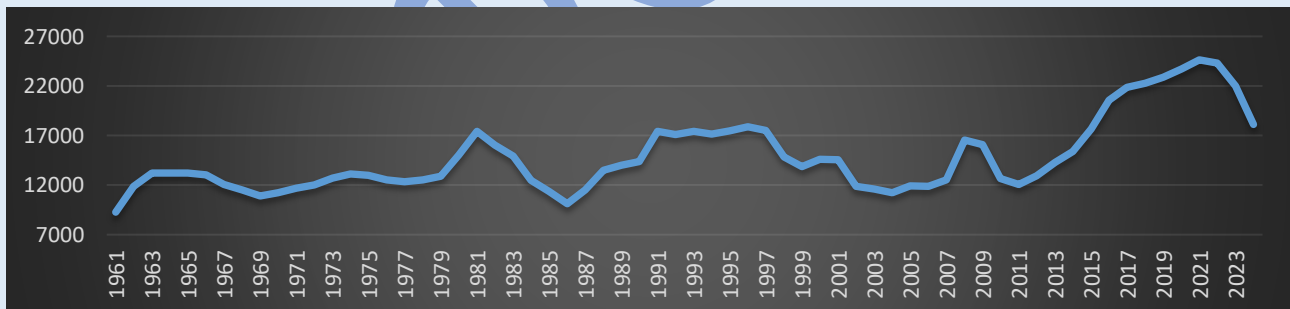


Рисунок 11 – Площади хмельников в США 1961-2024 гг

Источник: ФАОСТАТ

Сокращение площадей связана с конъюнктурой рынка и с перенасыщенностью рынка и избытком предложения. Большая часть хмеля, который был заранее законтрактован, не использована. Кроме того, исходя из условий производства наблюдается дальнейшее сокращение, что связано с факторами: рост популярности слабоалкогольного и безалкогольного пива (даже в крафтовом сегменте уменьшается дозировка хмеля из-за эффективных продуктов и сдвига в сторону лагеров); старение населения и изменение потребительских предпочтений; экономическая нестабильность и инфляция; геополитические риски и торговые ограничения.

Основными регионами хмельников являются *Долина Якима* (шт. Вашингтон), *Долина Уилламетт* (Орегон) и Айдахо, штатов, расположенных хмелевым кластером на

Тихоокеанском побережье Северо-Запада США. Динамика хмельников представлена в таблице 4.

Таблица 4. – Площадь хмельников по регионам США с 2012-2023 гг, га

Годы	Вашингтон (WASHINGTON)	Орегон (OREGON)	Айдахо (IDAHO)	Итого (TOTAL)
2012	9185	1777	1051	12012
2013	10966	1957	1358	14281
2014	11678	2189	1515	15383
2015	13014	2676	1968	17658
2016	15153	3142	2286	20581
2017	15640	3325	2883	21849
2018	15852	3126	3294	22272
2019	16544	2957	3382	22883
2020	17106	2875	3751	23731
2021	17718	2993	3923	24634
2022	17305	3139	3750	24194
2023	15722	2761	3499	21982
2024	13501	2280	2346	18127
2025	12625	2167	2065	16857

Источники:

Примечание: в первоисточнике данные представлены в акрах. Акры переведены в гектары (1 акр=0,404686 га)

При этом наибольшую долю занимают площади шт. Вашингтон – более 70 %. Но динамика имеет тенденцию к снижению доли в пользу шт. Айдахо до 2023 г включительно (рис. 12), но затем из резкого сокращения с 2024 года площадей Айдахо (к 2025 году происходит падение в этом штате на 23 %).

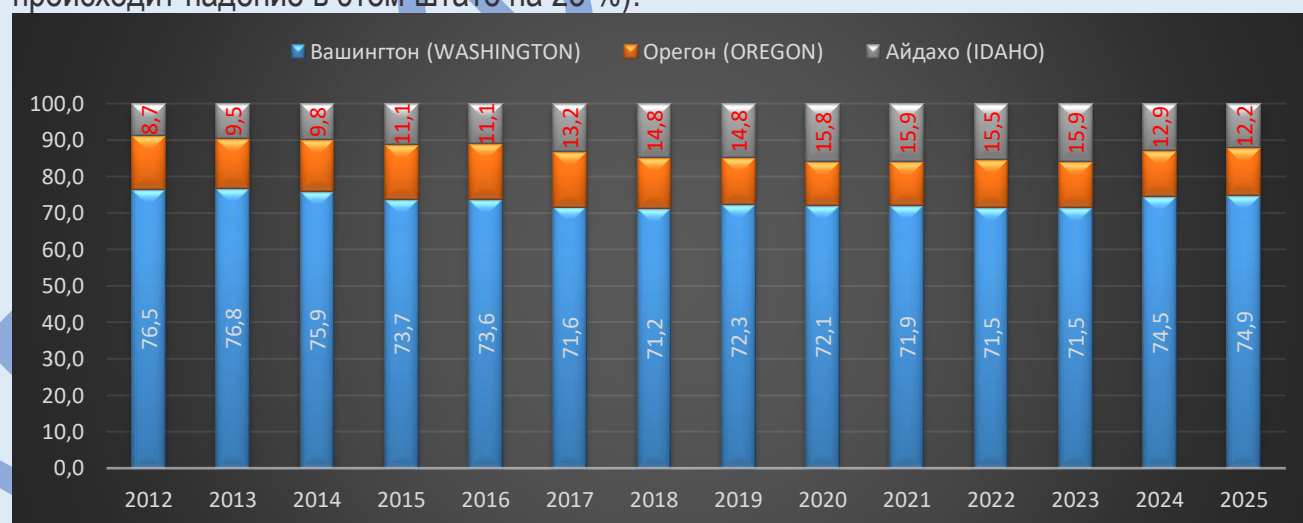


Рисунок 12. – Соотношение площадей хмельников по штатам США с 2012 г

Источник: рассчитано авторами

Урожайность можно разделить по циклам: стадию повышения 1964-1975; 1993-2010; стадии понижения: 1976-1992; 2011-2021 (рис. 13).

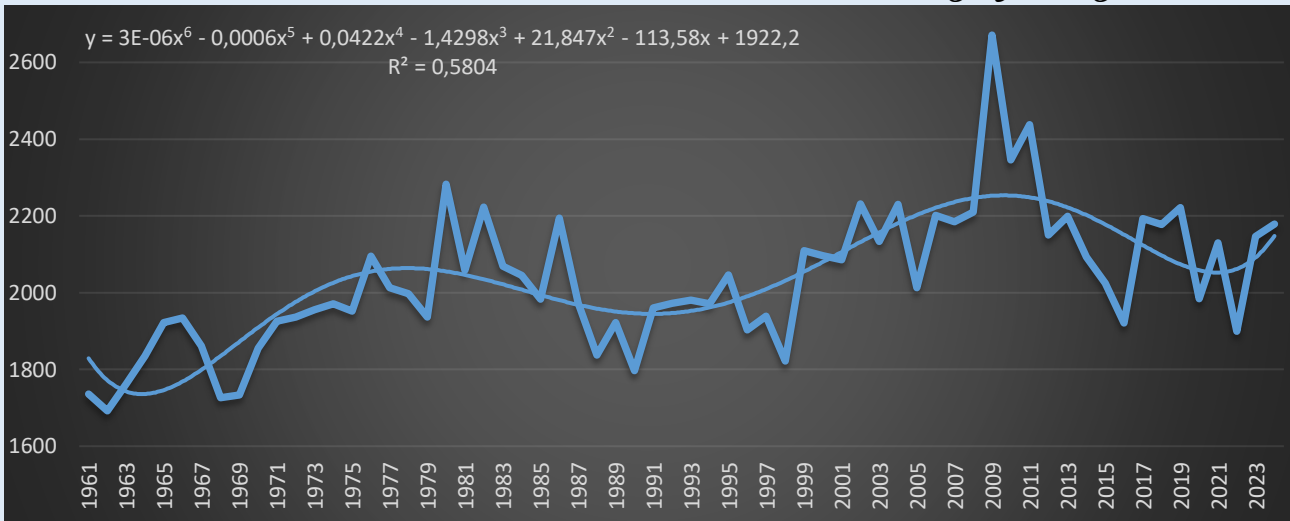


Рисунок 13. – Урожайность хмеля в США с 1961 г по 2024 г, кг/га

Источник: построено по ФАОСТАТ

Наиболее благоприятным в истории для урожая годом был 2009, когда урожайность достигла максимума. С 2022 года происходит восстановления урожайности до средних значений и формирование волны цикла повышения урожайности.

Если рассматривать урожайность в разрезе штатов, то изменения площадей определяется высадкой более высокоурожайных сортов. Наибольшую урожайность показывают хмельники с 2022 года в Айдахо, где урожайность выше средней на 17 % (рис. 14).

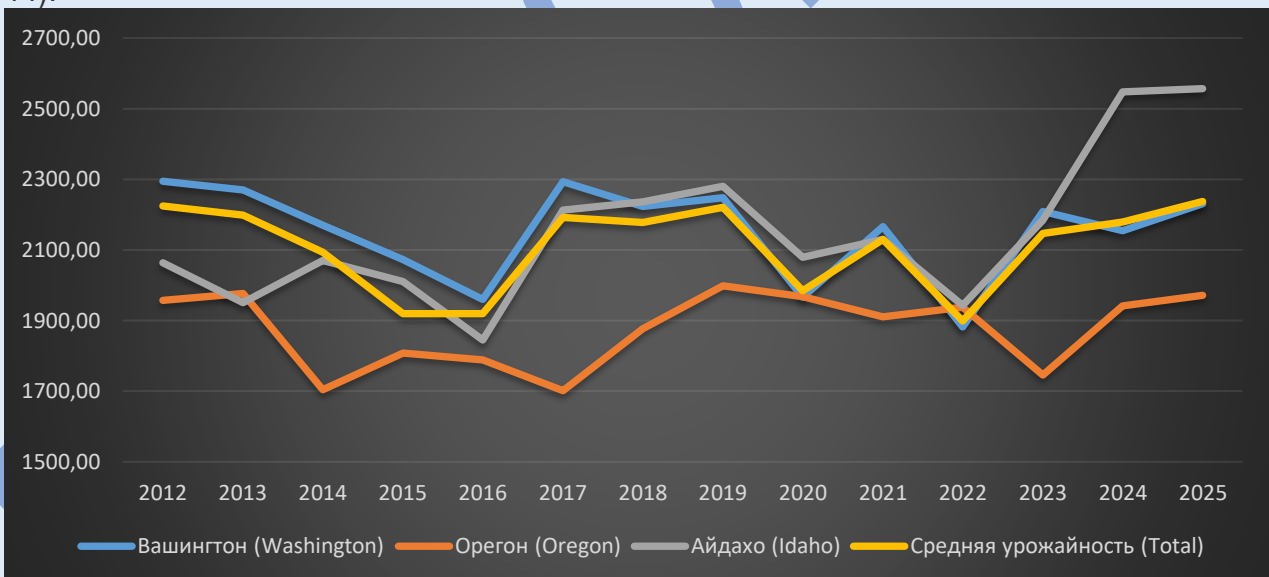


Рисунок 14. – Динамика урожайности хмеля в разрезе штатов США с 2012 г

Источник: построено авторами по данным [5]

При этом предпочтения отдаются горьким сортам (с повышенной альфа-кислотностью), чем ароматическим, так как урожайность такого хмеля значительно выше (см. рис. 15)

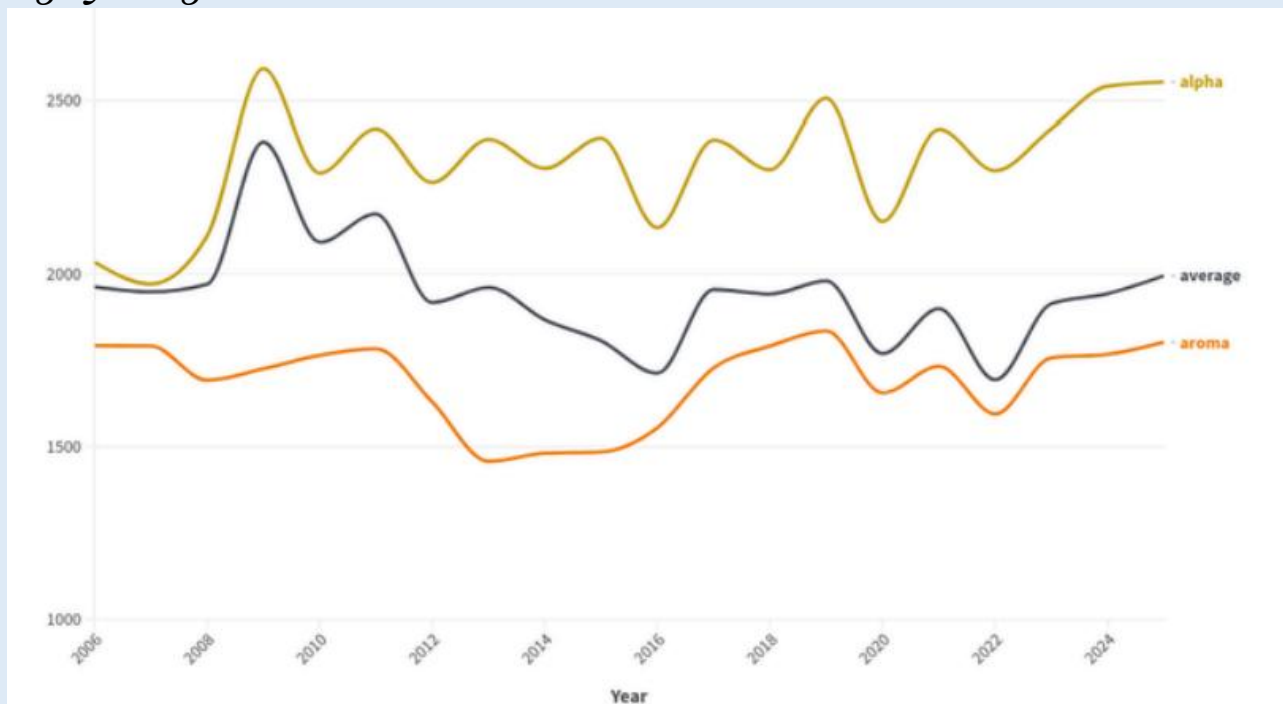


Рисунок 15. -Динамика урожайности хмеля в США по сортам по назначению

Источник: Hop Growers of America. 2025 Statistical Report RELEASED JANUARY 2026.
PRESENTED BY HOP GROWERS OF AMERICA

При этом рост урожайности не увеличивает валовой сбор (рис. 16).

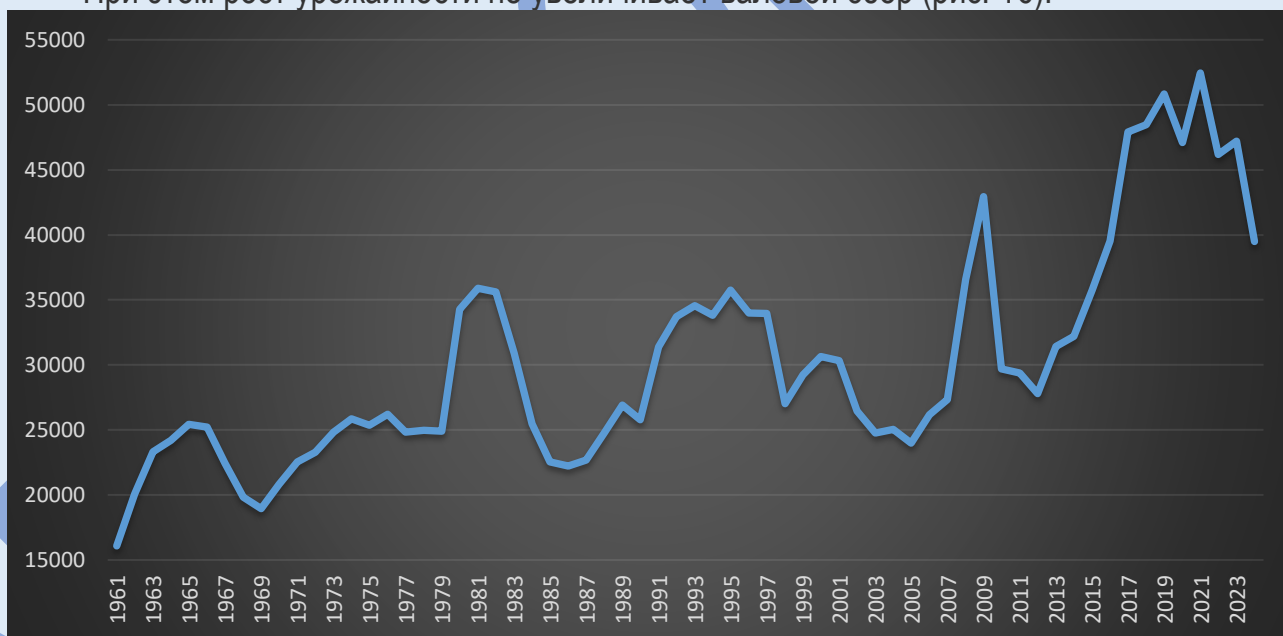


Рисунок 16. – Валовой сбор хмеля в США с 1991 г по 2024 г, т

Источник: построено авторами по ФАОСТАТ

Максимальный валовой сбор пришелся на 2019 год, но указанные ранее причины (изменение технологий и рецептов слабоалкогольных напитков), конъюнктурные факторы изменили мирового объема рынка.

Ниже представлены данные по определению лидерства среди ТОП-3 стран по объемам производства хмеля с 2001 по 2024 годы (табл. 5)

Таблица 5. – Ранжирование ТОП-3 стран по валовому сбору хмеля с 2001г по 2024 г

Страны	Годы																								Повторяемость
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
Германия	31742	32273	25355	33202	34456	28510	32140	39675	31346	34249	38068	34434	27533	38487	28350	32053,02	32504,18	41800	48500	46900	47900	34400	41200	46500	12
Эфиопия	24651	24000	24920	26050	22780	24053	32361	30281	30938	28086	28901	21792	30588	37273,14	40964,34	40074	39648	49052	41935	47323	43944,86	37361,15	43672,85	41659,62	5
США	30315	26461	24750	25040	24002	26159	27330	36573	42945	29707	29384	27780	31410	32203	35764	39526	47910	48490	50820	47090	52450	46200	47190	39500	7

Источник: построено авторами по ФАОСТАТ

Как видно, в 2024 году произошел возврат традиционного лидерства Германии на мировой арене по объему производства хмеля.

Чехия

Четвертое место по посевным площадям занимает Чехия. Динамика посевных площадей представлена на рисунке 17.

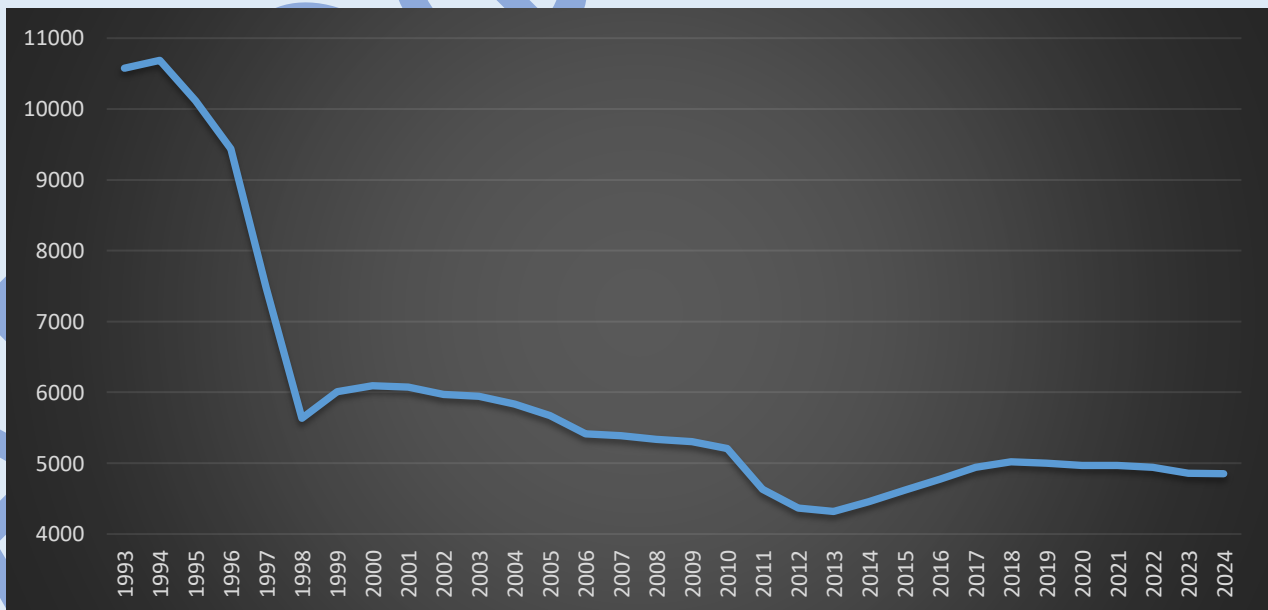


Рисунок 17. – Динамика посевных площадей хмеля в Чехии с 1993 по 2024 г.

Источник: построено по ФАОСТАТ

Посевные площади в Чехии резко сократились в 1998 году, затем медленное падение площадей до 2013 года. С 2014 года произошло выравнивание площадей хмельников на уровне ок 5000 га.

Таблица 6. – Площадь хмельников по регионам хмелеводства Чехии с 2012-2023 гг, га

Годы	Жатец (Saaz)	Ауша (Auscha)	Тиршиц (Tirschitz)	Всего
2012	3400	466	500	4366
2013	3358	457	504	4319
2014	3451	474	535	4460
2015	3576	497	549	4622
2016	3692	513	570	4775
2017	3815	530	600	4945
2018	3856	535	629	5020
2019	3869	513	621	5003
2020	3836	504	626	4966
2021	3834	517	621	4971
2022	3801	520	621	4943
2023	3744	500	616	4860

В целом структура площадей хмельников не изменяется с 2012 года (рис. 18)

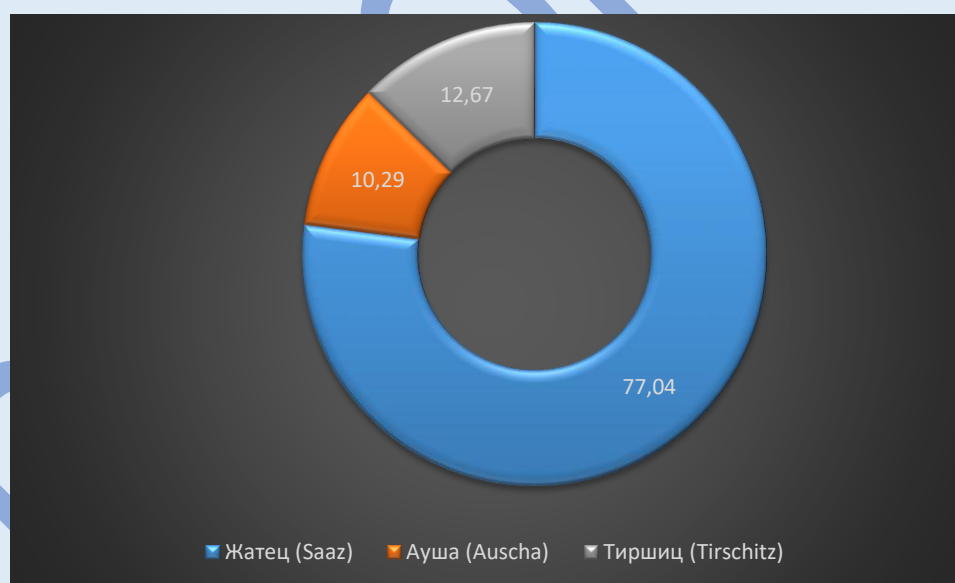


Рисунок 18. – Структура площадей хмельников по регионам Чехии в 2012-2024 г

Источник: составлено авторами по <http://www.cz hops.cz/>

Основным регионом производства является Сац или Жатец, хмелевые насаждения с 2023 года относятся к списку ЮНЕСКО как мировое культурное наследие. Жатецкий хмель возделывает в Устецком крае (чеш. Ústecký kraj), именно он занимает 77 % всех посевов.

Стабильность в производстве хмеля ниже при мелкохозяйственных формах производства, поэтому 90 % производства хмеля в Чехии сосредоточено в кооперативной форме «Хмелеводство».

Урожайность хмеля в Чехии является невысокой (рис.19), что связано с преобладанием ароматических сортов.

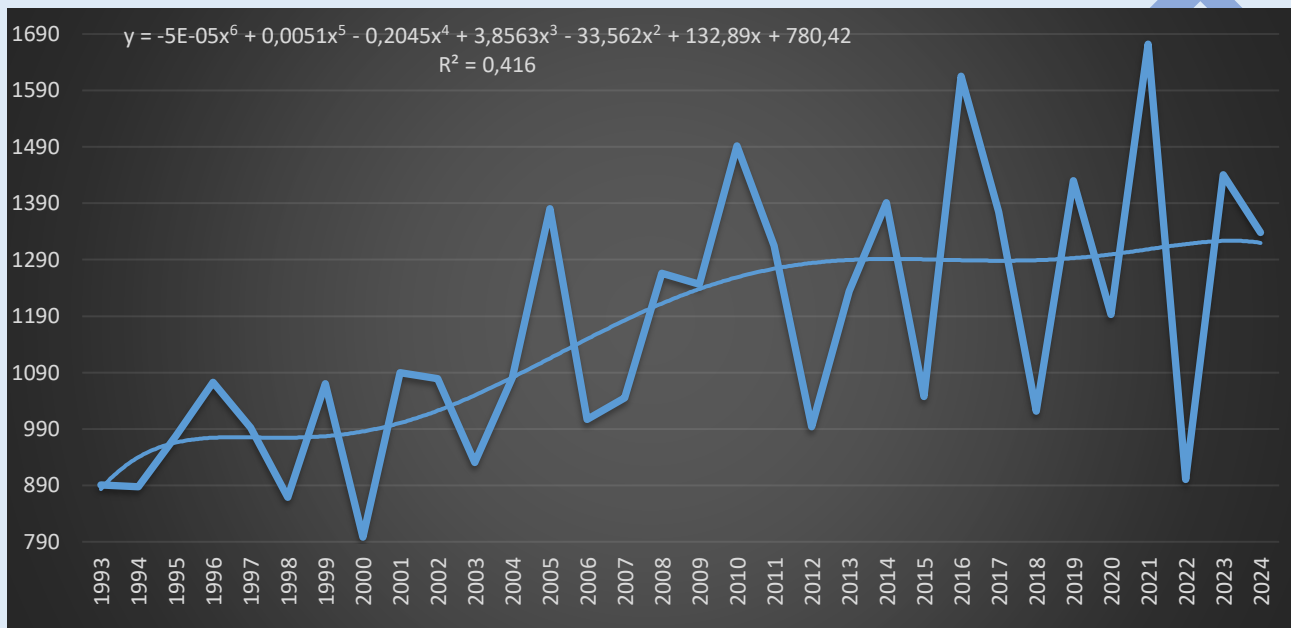


Рисунок 19. – Урожайность хмеля в Чехии с 1993 года

Источник: построено авторами по данным ФАОСТАТ

Многолетняя урожайность имеет колебания, но тренд характеризуется как восходящий. Стабильность посевных площадей определяет и тенденцию валового сбора (рис.20)

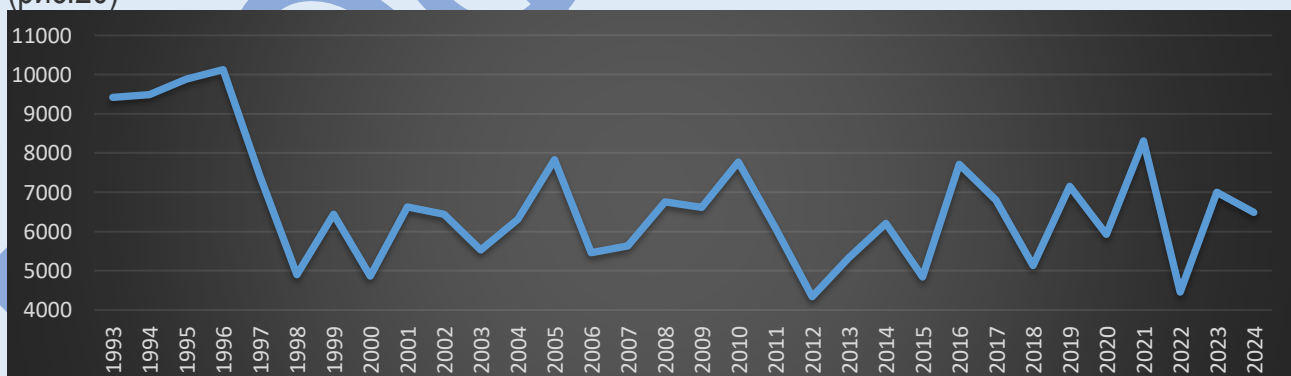


Рисунок 20. – Валовой сбор хмеля в Чехии 1993-2024 годы

Источник: построено авторами по данным ФАОСТАТ

Рассматривая лидеров производства хмеля в мире, отметим несколько особенностей.

1. Лидеры по объему производства не совпадают по лидерству урожайности (табл. 7)

Таблица 7. – Тепловая таблица ранжирования стран по урожайности, кг/га

Страны	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Китай	2928,5	2935,2	2931,8	2931,9	2933	2932,2
Новая Зеландия	2386,4	2458,3	2480,1	2468,4	2495,7	2481,4
Австралия	2347,2	2346,7	2346,8	2346,9	2346,8	2346,8
Германия	2389,2	2276,7	2291,9	1728,6	1971,3	2268,3
Соединенные Штаты Америки	2221,2	1984,4	2129,5	1898,9	2147	2178,7
Япония	2119,9	2033,4	2089,4	2080,6	2067,7	2079,3
Италия	1666,7	1750	1750	3400	1833,3	1714,3
Испания	1644,1	1677,4	1636,4	1777,8	1548,4	1707,7
Польша	2142	2022,2	1767	1976,9	1971,9	1705,2
Российская Федерация	1507,4	1687,8	1471,4	1592,3	1569,1	1603,4
СКВиСИ	1348,2	1366,7	1379,4	1400,5	1466,6	1559,8
Швейцария	1761,9	2000	2142,9	1476,2	1760	1500
Словения	1586,4	1825,5	1422,1	1407,4	1650,6	1367,5
Чехия	1430	1193,2	1672	900,8	1440,3	1338,1
Украина	1275	1275	1325	1250	1533,3	1333,3
Сербия	1235,1	1284	1278,7	1266,2	1276,3	1273,8
Аргентина	1224,4	1224,8	1225,7	1225,5	1226,2	1226,9
Эфиопия	1215,9	1418,1	1291,3	1115,5	1259,7	1223
Франция	1540	1527,3	1696,4	2075,5	1309,1	1155,2
Австрия	2080	1851,9	1407,4	1607,1	1357,1	1142,9
Южная Африка	1196,3	1157,1	1145,1	1155	1145,7	1142,7
Албания	760,3	761,8	764	763,2	765,2	754,5
Румыния	880	840	1235,3	1117,6	818,2	714,3
Корейская Народно-Демократическая Республика	422,5	420,8	421,5	422	420,6	419,2

Источник: составлено авторами по ФАОСТАТ

Как видно из таблицы 7 наибольшая урожайность наблюдается в хмельниках материкового Китая, хотя страна с 1998 году сократила площади хмельников в 3 раза.

2. Самая низкая урожайность хмеля наблюдается в КНДР, причем по площадь хмельников здесь возрастает.

3. До 1992 года, до периода развала одним из мировых лидеров хмелепроизводства был СССР, с 1992 года правопреемниками отрасли СССР стали Россия, Украина и Грузия. К 2024 году в России при среднемировой урожайности хмеля посевные площади упали меньше, чем 200 га при потребности в 5000 га.

4. Мировое производство хмеля сильно зависит от трендов пивоваренной промышленности, что связано с отсутствием тенденций диверсификации продукции хмелеводства. Крафтовое пивоварение определило повышения спроса на горькие сорта и определяет географическую специализацию.

В производстве горького хмеля лидерами были Германия, США и Китай, которые занимали 15,9 тыс. га мировых площадей, или 83% (см. рис 21 -22, [3]).

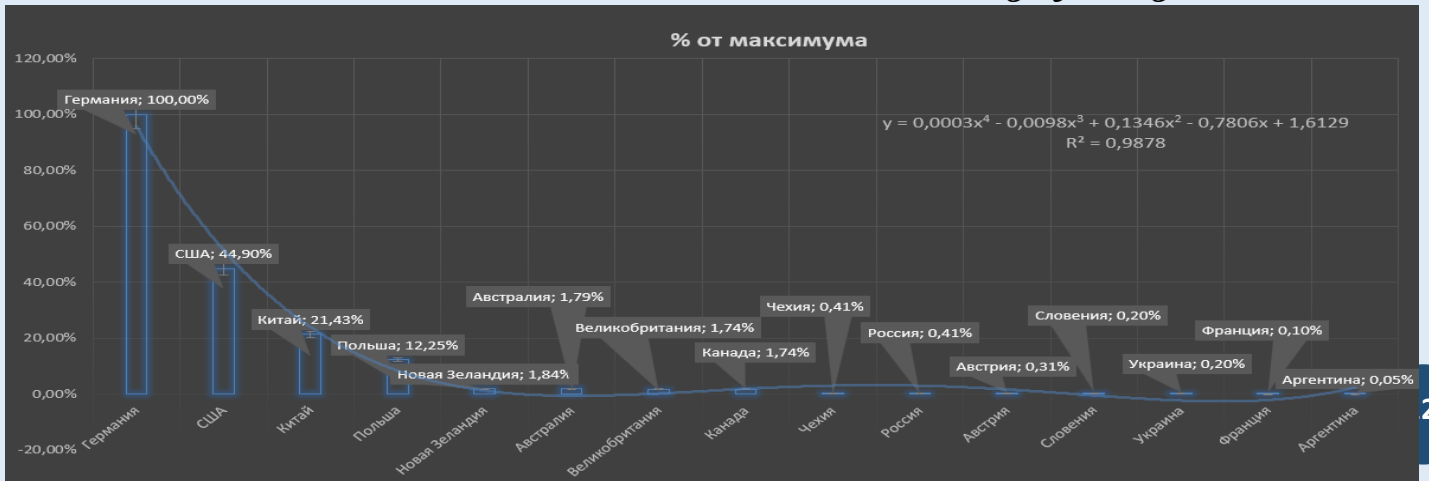


Рисунок 21. – Распределение площадей выращивания горьких сортов хмеля в разрезе стран, 2022 г., % (от максимальной площади, взятой за 9800 га - Германия)

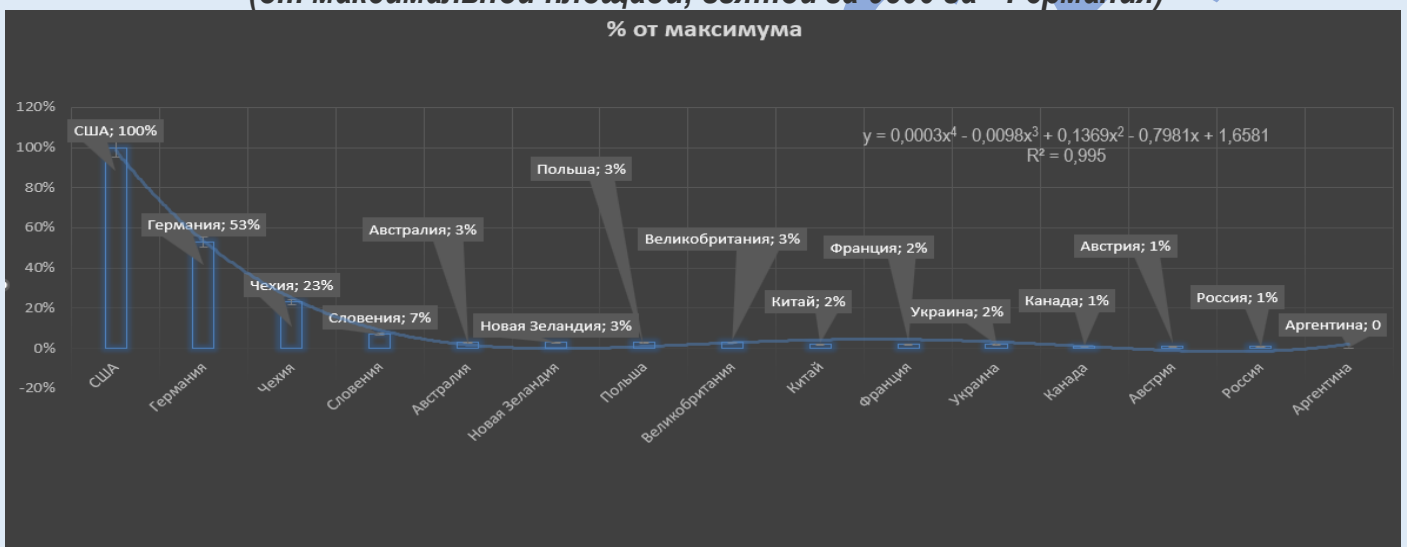


Рисунок 22. – Распределение площадей выращивания ароматических сортов хмеля в разрезе стран, 2022 г., % (от максимальной площади, взятой за 20000 га - США)

5. Мировое производство хмеля сильно зависит от конъюнктурных факторов рынка и тенденций в технологиях пивоваренного сектора.

6. На объемы производства, урожайность хмеля влияют ПОДХОДЫ К ПЛАНИРОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА, что требует отдельного рассмотрения. В современных условиях особое место занимает вопросы применения агрохимикатов и пестицидов в хмельниках как неотъемлемой части регулирования валового объема хмеля на мировом рынке.

Подходы к планированию технологии производства хмеля: применения пестицидов в хмельниках (мировой опыт)

При планировании технологии производства результаты научно обоснованных исследований в сфере севооборотов и перспективных направлений агрономии и агрохимии, осуществляемые одним поколением агрономов, как правило, получают практическое применение в деятельности двух последующих поколений специалистов, что также прослеживается в практике экстенсивного садоводства, в том числе и

хмелеводстве. Упущения и ошибки, допущенные на стадии планирования, а затем введении в оборот новых площадей хмельников негативно сказываются на последующей рентабельности производства хмеля не только в краткосрочном, но и долгосрочном периодах (20 и более лет). За это время падает не только экономическая эффективность, производства (недополучение прибыли и падение рентабельности), но и при неправильных технологических приемах ухудшаются общеэкологические характеристики окружающей среды [13, 14].

В связи с этим актуальна задача изучения экологической и адаптивной способности образцов Хмеля обыкновенного в конкретных условиях выращивания [20] для получения высокой урожайности и устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам. Для этого нужны фундаментальные изыскания, учитывающие зарубежный опыт [21]. Это важно поскольку, например, гербициды России на *Хмеле обыкновенном* не разрешены для применения, а в странах интенсивного производства *Хмеля обыкновенного* их применяют уже несколькими десятками [11, 22].

Необходимо учитывать положительный и отрицательный опыт, здесь можно отнести к необходимым (по теоретическим расчётам возможность мелко контурного производства *Хмеля обыкновенного* отдельными фермерами [21], важно рассматривать горизонт планирования окупаемости и безопасности для окружающей среды с точки зрения экологического баланса.[22]

В значительной степени производством хмеля занимаются предприятия малых форм хозяйствования практически во всех странах (при учете формирования кооперативных форм и ассоциаций) и распространение знаний о планировании производства *Хмеля обыкновенного* как высокорентабельной культуры важно в интересах малого/малоконтурного производства, в том числе в фермерских хозяйствах.

Успех устойчивого роста урожайности с защитой растений от вредителей и болезней с необходимыми для потребителя свойствами зависит в современных условиях от селекционной работы по выведению районированных сортов хмеля. В селекции ключевое значение имеет создание сортов, адаптированных к экологическим факторам, включая воздействие вредных организмов. При этом учитываются адаптационные возможности растений для различных эколого-географических зон производства; стационарные исследования позволяют стабилизировать влияние почвенно-климатических факторов. [14, 15, 16]. Но одной селекции для многолетней культуры такой как хмель недостаточно [12]: важно правильно подбирать и использовать средства защиты растений на многолетниках.

Рассмотрим пример на хмелепроизводстве Чехии:

В 2022 году в этой стране произошло обвальное с 1993 года падение урожайности по сравнению с предыдущим 2021 годом (урожай упал в 1,86 раза при практически неизменной площади хмельников). Кроме природно-климатических условий предполагаемым фактором может выступать качество посадок хмеля. В 2023 году урожайность восстановилась, что может быть связано с усиленной защитой от рисков воздействия вредных патогенов, вредителей и болезней. По информации на май 2024 года, есть основание полагать, в Чехии для обработки плантаций хмеля

используют **неселективные пиретроиды**³ вместо инсектицидных протравителей или селективных инсектицидов. Это связано с тем, что большинство действующих веществ недоступно фермерам по административным причинам, а также с запретом на ряд пестицидов, введённым по решению институтов ЕС. То есть запрещая одни пестициды, на обработке появляются другие, но с дополнительным негативным эффектом.

Как следствие, это повышает риск гибели полезных насекомых, водных организмов и возможности формирования устойчивости (резистентности) у вредителей хмеля.

Aktual.: 4.05.2024 08:15 Vydáno: 4.05.2024, 08:15



Ilustrační foto - V Zemědělském družstvu Liběšice na Litoměřicku pokračovala sklizeň chmele, 15. srpna 2022. Ochranný postřik na chmelnici. ČTK/Zavoral Libor

[Koupit foto](#)

Рисунок 23. Пестицидные обработки плантации хмеля в чешском сельхоз кооперативе Либешиче
Источник: ceskenoviny.cz

В подтверждении этой версии внутри информационного пространства Чехии ученый кафедры защиты растений Чешского сельскохозяйственного университета в Праге Ян Казда объясняет изданию ceskenoviny.cz, «почему в Чехии растет популяция устойчивых вредителей и патогенов, а фермерам приходится повторять защитные обработки» (рис. 23).

114

Такой негативный эффект может быть связан как раз с отсутствием многолетнего планирования применения средств защиты растений в хмельниках.

При планировании важно наличие национальной системы безопасности применяемых биологических активных веществ.

Рассмотрим такую систему на примере США.

Пестициды применяются в компьютерных программах технологического планирования на хмелевом производстве, когда численность вредителей или частота и серьезность засорения превышают установленные или предполагаемые пороговые значения. США как один из лидеров по производству Хмеля имеет наибольшее количество активных ингредиентов пестицидов (по разным данным от 250 до 300), которые прошли национальную регистрацию, разрешающую их применение на хмеле в Соединенных Штатах. Однако, в США есть фактор регуляции второго порядка: разрешение ведущего государственного агентства применение конкретного пестицида на

³ Неселективные пиретроиды — это синтетические инсектициды (аналоги природных пиретринов), которые не обладают избирательностью действия: они поражают широкий спектр насекомых, включая как вредителей, так и полезных организмов (пчёл, хищных клопов, наездников и др.).

хмеле на уровне штата, что связано с оценкой конкретных рисков. В будущем планируется алгоритмизация новых подходов к синтезу биологически активных соединений на основе системы «человек и ИИ» с появлением безопасных пестицидов на основе пероксидов [24].

В таблице 8 перечислены выбранные пестициды с указанием их относительной опасности (данные МОББ, [23]) для здоровья человека и относительного воздействия на нецелевых полезных членистоногих при обработке хмеля в США.

Таблица 8. – Классификация и относительное воздействие на репрезентативную нецелевую группу «Полезные членистоногие» гербицидов, зарегистрированных для применения на хмеле

активный ингредиент	Коммерческое название / формулировка	Класс опасности (Warning/Caution/Danger)	Рейтинг воздействия на полезных членистоногих (IOBC Ranking*)		
			хищные клещи	божьи коровки	личинки златоглазок
2,4-D	Weedar 64, другие формулировки	Danger (Опасно)	НД	НД	НД
Carfentrazone	Aim EC	Caution (Осторожно)	1	НД	НД
Clethodim	Select Max	Warning (Предупреждение)	1	НД	НД
Clopyralid	Stinger	Caution (Осторожно)	1	НД	НД
Flumioxazin	Chateau	Caution (Осторожно)	1	1	НД
Glyphosate	Roundup, другие формулировки	Caution (Осторожно)	1	НД	НД
Norflurazon	Solicam	Caution (Осторожно)	НД	НД	НД
Paraquat	Gramoxone, другие формулировки	Danger (Опасно)	1	НД	НД
Pelargonic acid	Scythe	Warning (Предупреждение)	НД	НД	НД
Pendamethalin	Prowl H2O	Caution (Осторожно)	НД	НД	НД
Trifluralin	Treflan, другие формулировки	Caution (Осторожно)	2	НД	НД

* Рейтинги Международной организации по биологическому контролю отражают относительную токсичность, основанную на данных исследований, проведенных с плодами деревьев, хмеля, мяты и винограда.

1 = "безвредный", смертность менее 30% в результате прямого воздействия пестицида;

2 = "слегка вредный", смертность от 30 до 79%;

3 = "умеренно вредный", смертность от 79 до 99%;

4 = "вредный", смертность более 99%; и

НД = нет данных / не определено.

ПОЯСНЕНИЕ к таблице

В столбце 1 перечислены активные ингредиенты зарегистрированных гербицидов и инсектицидов, для использования в основных штатах-производителях хмеля (по США).

В колонке 2 «**Коммерческое название**» приводится общее торговое название продуктов, содержащих активный ингредиент, указанный в колонке 1. Торговые наименования различаются в зависимости от региона, особенно между Востоком и Западом, река Миссисипи является общим водоразделом. Безусловно, как и во всех подобных информационно-руководящих материалах, перечисление любых торговых наименований не означает одобрения данной конкретной продукции (есть официальные системы разрешения к применению), в таблице сведены относительные показатели.

В колонке 3 «**Класс опасности**» / "Сигнальное слово" указывает на степень опасности, присвоенную каждому из этих активных ингредиентов Агентством по охране окружающей среды США в отношении потенциального воздействия на человека (т. е. на миксер или аппликатором) воздействие:

Danger (Опасно) идентифицирует как пестицид категории I с ограниченным применением, имеют токсикологический профиль, который может вызвать травму или раздражение у людей, подвергшихся воздействию низких концентраций, и часто требуется, чтобы проводились медицинские и образовательные системы подготовки и разрешения, включая получения лицензий на применение продуктов подобного типа. **Warning (Предупреждение)** идентифицирует продукт как пестицид категории II и включает такие продукты, как клетодим, цимоксанил и бета-цифлутрин. Эти материалы обычно требуют использования довольно обширных средств индивидуальной защиты, знаний и разрешений [25].

Агротехники в целом требуют контроля со стороны государственных служб, прежде чем планировать их применение. Потому, актуальными выступают методы биоконтроля вредных объектов, физической защиты *Хмеля обыкновенного*, и других разновидностей защиты растений (как правило специалисты такого плана готовятся заблаговременно).

Только в тех случаях, когда типы контроля вредных организмов (механический, биологический, физический, селекционно-семеноводческий и т.п. [26].) не справляются рассматривается и химический. Риски малой эффективности профилактических мер, неэффективности экологически безопасных приемов и методов, показывают прогноз высокого риска или невозможности ограничения вредных организмов, а мониторинг подтверждает (показывает), что популяция вредителя достигла или превысила пороговое значение, требуется вмешательство для снижения численности вредителя до приемлемого уровня. Для любой конкретной ситуации с вредителями агрономам по защите растений (борьбе с вредителями, сорняками, болезнями) необходимо будет выбрать несколько подходящих и совместимых тактик борьбы. Полагаться только на химический метод из-за резистентности в современных условиях неэффективно при производстве *Хмеля обыкновенного* [25].

Механическое управление включает в себя простую сборку вручную, установку барьеров, использование ловушек, пылесос и обработку почвы, чтобы помешать росту и размножению вредителей. Обработка почвы обычно используется для борьбы с сорняками в хмеле и может быть важным средством борьбы с членистоногими вредителями, такими как *Scutigerella immaculata*.

Агенты биологической борьбы - это полезные организмы, которые охотятся на вредителей или паразитируют на них, или организмы, которые не повреждают сельскохозяйственные культуры, но конкурируют с вредителями за среду обитания и вытесняют вредителей (например, *Bacillus pumilus* для борьбы с мучнистой росой). Некоторые средства биологической борьбы имеются в продаже для применения в системах возделывания сельскохозяйственных культур (например, на полях, в теплицах) в количествах, которые могут подавлять вредителей или дополнять их существующие популяции естественных врагов. Добавление агентов биологического контроля в экосистему называется дополняющим биоконтролем; примером может служить покупка и выпуск хищных клещей рода *Galendromus* или например *Neoseiulus* для защиты от паутинных клещей [27, 28]. Популяцию естественных врагов также можно увеличить с помощью коммерчески доступных химических аттрактантов, таких как метилсалицилат [23]. Биологический контроль может быть осуществлен путем управления сельскохозяйственными культурами с целью сохранения существующих естественных врагов (консервационный биологический контроль) путем сохранения среды обитания (включая альтернативных хозяев и добычу), необходимой для нормального роста и размножения естественных врагов или путем использования тактики управления (например, избирательного применения пестицидов), оказывающей минимальное негативное воздействие на естественных врагов. В хмелеводстве биологический контроль наиболее широко практикуется в форме консервационного биологического контроля посредством использования селективных пестицидов и модифицированных культурных практик.

Химический контроль включает синтетические и натуральные пестициды, используемые для снижения популяции вредителей. Многие новые синтетические пестициды гораздо менее разрушительны для нецелевых организмов, чем старые химические препараты широкого спектра действия (например, фосфорорганические, карбаматные и пиретроидные инсектициды).

Инсектициды, полученные из природных микроорганизмов, таких как *Bacillus thuringiensis*, энтомопатогенные грибы и энтомопатогенные нематоды, и природные инсектициды, такие как пиретрины, являются важными инструментами во многих хозяйствах, ведущих органическое земледелие и играют большую роль в производстве «беспестицидных» культур. Важно, конечно, выбирать селективные пестициды, однако на практике чаще всего отдают предпочтение неселективным пестицидам, часто в последствии такие предприятия меняют собственников [23, 25].

Биометод важен, чтобы сохранить естественных врагов и позволить биологическому контролю играть большую роль в подавлении вспышек вредителей. Однако, пестициды широкого спектра действия остаются полезными и необходимыми компонентами программ защиты растений, когда другие тактики борьбы с вредителями не позволяют поддерживать их уровень на приемлемом уровне.

Результаты и их обсуждение. Условия проверки пластичности сортообразцов могут быть различными, наиболее важными чаще всего выступают ранние периоды роста и развития. По существенным отличиям Хмель обыкновенный существенно может вырасти в объемах потребления на цели брожения, медицины, возможно технической направленности. Так как даже по Чехии существенные падения урожайности на 50% процентов ведут к убыточности производства.

Размеры надземной части, как правило могут определять возможность фотосинтетического прироста *Хмеля обыкновенного*, для успешного формирования растений в стрессовом состоянии и формировании продуктивных показателей растений. Оценка технологических рекомендаций рядом авторов [29], показывает, что в России требуется множество усилий для исследования опыта зарубежных стран с целью исключения ошибок интенсивных технологий и рисков органического производства. Так в России из гербицидов и десикантов рассматривалось частично не более 5 соединений (Стомп, Суховей, и др.), агротехнические приемы производства нужно внимательно сопоставить с рисками в тех территориях, где планируется производство *Хмеля обыкновенного*. Так в отдельных публикациях рекомендуется уничтожение природных *Хмельников*, что противоречит ряду государственных направлений по биоресурсам, природному наследию и экологических принципам Российской Федерации. Низкая эффективность производства и высокий риск по экологическим параметрам может выступить отдельным фундаментально-прикладным аспектом перед проектированием любого рода хозяйств по производству хмеля. Безусловно важны технологии развивающие системы защиты *Хмеля* от стрессов, рисков производств на период 25-40 лет, учитывающие земельный оборот, научное-обоснование которого еще предстоит просчитать и обосновать.

Обосновать стратегическое использование территории под многолетнее до 50 лет ведение бизнеса по производству *Хмеля* обыкновенно весьма сложное дело. Такой уровень планирования безусловно требует учета опыта производства

сельскохозяйственных культур по подходу Д.И.Менделеева [30]. Планируя продовольственную стабильность Д.И. Менделеев проработал и рассчитал промышленно-пригодные технологии сразу для 4-х почвенно-климатических условий России. Востребованность подобного производства потребует изменить систему подготовки агроинженерного состава по пути специализации с элементами долгосрочного планирования экологически безопасного технологического сопровождения. Корреляционное исследование показателей продуктивности по странам между горьким и обыкновенным хмелем составляет 0,9 подчеркивает высокую технологическую наполненность основных производителей видов Хмеля. Однако, в совокупности показателями снижения по годам, например, в Чехии в продуктивности до 50% год от года (2021-2022 гг.), подчеркивает возросшие риски продуктивности уже работающих технологий (даже к коммерческой тайне), гарантировать рентабельность и окупаемость затрат при планировании и формировании производственных мощностей Хмелеводства.

Выводы.

По результатам исследования имеющихся технологий предполагается хмелеводства требуется усиления профильной подготовки кадров по трем направлениям, агрономы по защите растений, агроинженеры, агрономы-агрохимического и земледельческого направлений. Вероятно, будет нужно предусмотреть и правильное территориальное планирование при промышленном производстве видов Хмеля, полагаясь на опыт мирового производства и прогнозируя на перспективу технологического развития алгоритмирования и беспилотного сопровождения.

Важным является и интегральная характеристика для климатических условий, имеющих резко континентальный климат (например, как Республика Чувашия, Марий Эл или другие территории Российской Федерации (сочетающие холодные периоды включая промерзание корневых систем), резкую смену климатических направленностей от жары-засухи к возврату холодов на примере показателя корневых рожков (по оценке роста и развития), побегов возобновления (возможно формирования нового экотипа растений по габитусу).

Необходимо разрабатывать антистрессовую, технологически (включая различные методы и приемы защиты и агрохимии) долгосрочную систему производства хмеля для производственных мощностей учитывая публичный Мировой опыт хмелеводства, с учетом беспилотных возможностей точного земледелия.

Список литературы

1. Роднов, С. Н. Хмель. Хмелеводство СССР. Мировое хмелеводство. Возделывание хмеля / С. Н. Роднов ; под ред. Н. Н. Никитина. — Чебоксары : Чувашское государственное издательство, 1935. — 336 с.
2. Силантьева, М. М. Фитоценоотические позиции *Humulus lupulus* в растительности низкогорий западной части Алтае-Саянской горной области / М. М. Силантьева, Н. Б. Ермаков, Н. В. Овчарова, О. Н. Мироненко // Turczaninowia. — 2025. — № 1. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fitotsenoticheskie-pozitsii-humulus-lupulus-v-rastitelnosti-nizkogoriy-zapadnoy-chasti-altae-sayanskoy-gornoy-oblasti> (дата обращения: 17.02.2025).
3. Винокурова, Е. В. Анализ опыта и методик зарубежных стран по выращиванию и переработке хмеля. — URL: https://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=1242176.
4. Урожай хмеля в США в 2023 году вырос на 2% / Profibeer. — URL: <https://profibeer.ru/beer/urozhaj-xmelya-v-ssha-v-2023-godu-vyros-na-2/>.
5. HGA Statistical Packet / USAHops.org. — 2019,2021,2023,2025. — URL: www.usahops.org.
6. National Hop Report / National Agricultural Statistics Service (NASS), Agricultural Statistics Board, United States Department of Agriculture (USDA). — 2023. — 20 дек. — URL: https://www.usahops.org/img/blog_pdf/473.pdf.
7. Overview of the Hop Industry — Hop Growers of America / USAHops.org. — 2020. — URL: www.usahops.org.

8. Zakharov, A. I. The intensification of technologies of cultivation of hops / A. I. Zakharov // Advances in current natural sciences. — 2016. — № 1. — P. 76–80.
9. Жученко, А. А. Эколого-генетические принципы мобилизации мировых генетических ресурсов высших растений / А. А. Жученко // Образование, наука и производство. — 2014. — № 2 (7). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologo-geneticheskie-printsipy-mobilizatsii-mirovyh-geneticheskikh-resursov-vyshshih-rasteniy> (дата обращения: 17.02.2025).
10. Афанасьева, О. Г. Хмелеводство Чехии: пути организации производства и решения современных проблем / О. Г. Афанасьева, Е. А. Иванов, А. Е. Макушев // Аграрный вестник Урала. — 2023. — Т. 23, № 10. — С. 114–123. — DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2023-23-10-114-123>.
11. Účinnost přípravku proti škůdcům klesa uvedl výzkumník / České noviny. — URL: <https://www.ceskenoviny.cz/zpravy/ucinnost-pripravku-proti-skudcum-klesa-uvedl-vyzkumnik/2514260>.
12. Жученкомл, А. А. Средоулучшающие технологии / А. А. Жученкомл // Плодоводство и ягодоводство России. — 2016. — Т. 47. — С. 138–147. — EDN: XCRKHF.
13. Жуйкова, О. А. Оценка генотипов овса на устойчивость к шведской мухе в условиях Кировской области / О. А. Жуйкова, Г. А. Баталова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. — 2024. — Т. 23, № 5. — С. 706–713. — DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.23.5.706-713>. — EDN: LVHDXW.
14. Адаптивно-интегрированная защита растений / Ю. Я. Спиридонов, М. С. Соколов, А. П. Глинушкин [и др.]. — Москва : Печатный город, 2019. — 628 с. — EDN: UUZCTF.
15. Макаров, О. А. Руководители УО ПЭЦ МГУ «Чашниково». Александр Максимович Головкин / О. А. Макаров, М. В. Загоруйко, И. А. Перова. — Москва : ООО «МАКС Пресс», 2024. — 72 с. — ISBN 978-5-317-07247-6. — DOI: 10.29003/m4178.978-5-317-07247-6. — EDN: VVAFPX.
16. Селянинов, Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата / Г. Т. Селянинов // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. — 1928. — № 20. — С. 165–177.
17. Неклюдов, С. Ю. Сказочный сюжет как продукт литературно-фольклорного синтеза: казус AaTh 485A / С. Ю. Неклюдов // Шаги/Steps. — 2023. — № 3. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/skazochnyy-syuzhet-kak-produkt-literaturno-folklorogo-sinteza-kazus-aath-485a> (дата обращения: 18.02.2025).
18. Фадеев, А. А. Результаты изучения сортообразцов хмеля разных групп спелости по хозяйственно важным признакам и устойчивости к основным болезням / А. А. Фадеев, З. А. Никонова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. — 2015. — № 5 (48). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-izucheniya-sortoobraztsov-hmelya-raznyh-grupp-spelosti-po-hozyaystvenno-vazhnym-priznakam-i-ustoychivosti-k-osnovnym-boleznyam> (дата обращения: 18.02.2025).
19. Кастрицкая, М. С. Адаптация сортов хмеля после культивирования *in vitro* / М. С. Кастрицкая, Н. В. Кухарчик, О. А. Гашенко // Почвоведение и агрохимия. — 2014. — № 1. — С. 370–379.
20. Коротков, А. В. Установление оптимального количества механических обработок на хмельниках в целях снижения трудо- и ресурсозатрат / А. В. Коротков // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. — 2007. — № 9. — С. 73–74.
21. Дмитриев, Ю. П. Перспективы возделывания хмеля в личных подсобных хозяйствах Чувашской Республики / Ю. П. Дмитриев, А. В. Коротков, О. Ю. Дмитриева, В. Г. Григорьев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 4. — С. 92–96.
22. Соколов, М. С. Перспективы исследований по улучшению качества и оздоровления почв России / М. С. Соколов, А. П. Глинушкин, Ю. Я. Спиридонов // Достижения науки и техники АПК. — 2016. — № 7. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-issledovaniy-po-uluchsheniyu-kachestva-i-ozdorovleniya-pochv-rossii> (дата обращения: 15.02.2025).
23. O'Neal, S. D. Field guide for integrated pest management in hops / S. D. O'Neal, D. B. Walsh, D. H. Gent [и др.]. — US Hop Industry Plant Protection Committee, Pullman, WA, 2015.
24. Патент РФ № 2784323. Электрохимический способ получения производных тетрагидрохинолина, применение их в качестве фунгицидных средств и фунгицидные композиции на их основе / Виль В. А., Гришин С. С., Баберкина Е. П. [и др.]; заявка № 2022103403, заявлена 10.02.2022; опубликована 21.11.2022, Бюл. № 33.
25. Бьендл, М. Хмель: его выращивание, состав и использование / М. Бьендл, Б. Энгельхард, А. Форстер [и др.]. — Fachverlag Ганс Карл, 2015.
26. Мешков, Ю. И. Варианты применения аэроионизатора Чижевского в защите растений / Ю. И. Мешков, О. Д. Гуцалюк // Агрофорсайт. — 2023. — № 3. — Саратов: ООО «ЦеСАин», 2023.
27. Глинушкин, А. П. Влияние пестицидов, применяемых в защищённом грунте, на хищного клеща *Neoseiulus californicus* / А. П. Глинушкин, И. Н. Яковлева, Ю. И. Мешков // Российская сельскохозяйственная наука. — 2019. — № 3. — С. 32–34.
28. Глинушкин, А. П. Токсичность используемых в теплицах и перспективных пестицидов для хищного клеща *Neoseiulus barkeri* / А. П. Глинушкин, И. Н. Яковлева, Ю. И. Мешков // Достижения науки и техники АПК. — 2021. — Т. 35, № 1. — С. 36–42.
29. Коротков, А. В. Совершенствование ресурсосберегающих технологий возделывания хмеля на основе активизации биологических факторов / А. В. Коротков, П. А. Смирнов, М. Л. Толстова. — Чебоксары, 2019.
30. Менделеев, Д. И. Программа сельскохозяйственных опытов, предпринимаемых при содействии Императорского Вольного Экономического Общества, на 1867 г. / Д. И. Менделеев // Сочинения. — Т. 16. — Л.–М.: Изд-во АН СССР, 1951а. — С. 37–57.

References

1. Rodnov, S. N. (1935). *Khmel'. Khmelevodstvo SSSR. Mirovoe khmelevodstvo. Vozdelyvanie khmelya* [Hops. Hop farming in the USSR. World hop farming. Cultivation of hops] (N. N. Nikitin, Ed.). Chuvash State Publishing House.
2. Silantyeva, M. M., Ermakov, N. B., Ovcharova, N. V., & Mironenko, O. N. (2025). Fitotsenoticheskie pozitsii *Humulus lupulus* v rastitel'nosti nizkogoriy zapadnoy chasti Altae-Sayanskoy gornoy oblasti [Phytocenotic positions of *Humulus lupulus* in the vegetation of low mountains in the western part of the Altai-Sayan mountain region]. *Turczaninowia*, 1. <https://cyberleninka.ru/article/n/fitotsenoticheskie-pozitsii-humulus-lupulus-v-rastitelnosti-nizkogoriy-zapadnoy-chasti-altae-sayanskoy-gornoy-oblasti>. Retrieved February 17, 2025.
3. Vinokurova, E. V. (n.d.). *Analiz opyta i metodik zarubezhnykh stran po vyrashchivaniyu i pererabotke khmelya* [Analysis of foreign countries' practices and methods for growing and processing hops]. https://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=1242176
4. Profibeer. (2023). *Urozhay khmelya v SSHA v 2023 godu vyros na 2%* [US hop harvest increased by 2% in 2023]. <https://profibeer.ru/beer/urozhaj-xmelya-v-ssha-v-2023-godu-vyros-na-2/>
5. USAHops.org. (2019, 2021, 2023, 2025). *HGA Statistical Packet*. www.usahops.org
6. National Agricultural Statistics Service (NASS), Agricultural Statistics Board, United States Department of Agriculture (USDA). (2023, December 20). *National Hop Report*. https://www.usahops.org/img/blog_pdf/473.pdf
7. Hop Growers of America. (2020). *Overview of the Hop Industry*. USAHops.org. www.usahops.org
8. Zakharov, A. I. (2016). The intensification of technologies of cultivation of hops. *Advances in Current Natural Sciences*, 1, 76–80.
9. Zhuchenko, A. A. (2014). Ekologo-geneticheskie printsipy mobilizatsii mirovykh geneticheskikh resursov vysshikh rasteniy [Ecological and genetic principles of mobilizing global genetic resources of higher plants]. *Obrazovanie, nauka i proizvodstvo* [Education, Science and Production], 2(7). <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologo-geneticheskie-printsipy-mobilizatsii-mirovykh-geneticheskikh-resursov-vysshih-rasteniy>. Retrieved February 17, 2025.
10. Afanasyeva, O. G., Ivanov, E. A., & Makushev, A. E. (2023). Khmelevodstvo Chekhii: puti organizatsii proizvodstva i resheniya sovremennykh problem [Hop farming in the Czech Republic: Ways of organizing production and solving modern problems]. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 23(10), 114–123. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2023-23-10-114-123>
11. České noviny. (n.d.). *Učinnost přípravku proti skudcům klesu uvedl výzkumník* [Researcher reported the efficacy of a preparation against hop aphids]. <https://www.ceskenoviny.cz/zpravy/ucinnost-pripravku-proti-skudcum-klesa-uvvedl-vyzkumnik/2514260>
12. Zhuchenkova, A. A. (2016). Sredouluchshayushchie tekhnologii [Environment-improving technologies]. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii* [Fruit and Berry Growing in Russia], 47, 138–147. EDN: XCRKHF
13. Zhuykova, O. A., & Batalova, G. A. (2024). Otsenka genotipov ovsy na ustoychivost' k shvedskoy mukhe v usloviyakh Kirovskoy oblasti [Evaluation of oat genotypes for resistance to the Swedish fly in the Kirov region]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural Science of the Euro-North-East], 23(5), 706–713. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.23.5.706-713>. EDN: LVHDWX
14. Spiridonov, Yu. Ya., Sokolov, M. S., Glinushkin, A. P., et al. (2019). *Adaptivno-integrirovannaya zashchita rasteniy* [Adaptive-integrated plant protection]. Pechatnyy gorod. EDN: UUZCTF
15. Makarov, O. A., Zagoruyko, M. V., & Perova, I. A. (2024). *Rukovoditeli UO PEC MGU «Chashnikovo». Aleksandr Maksimovich Golovkov* [Leaders of the Educational and Research Center of Moscow State University "Chashnikovo". Alexander Maksimovich Golovkov]. ООО «МАКС Пресс». <https://doi.org/10.29003/m4178.978-5-317-07247-6>. EDN: VVAFPX
16. Selyaninov, G. T. (1928). O sel'skokhozyaystvennoy otsenke klimata [On agricultural climate assessment]. *Trudy po sel'skokhozyaystvennoy meteorologii* [Proceedings on Agricultural Meteorology], 20, 165–177.
17. Neklyudov, S. Yu. (2023). Skazochnyy syuzhet kak produkt literaturno-fol'klornogo sinteza: kazus AaTh 485A [Fairy tale plot as a product of literary-folklore synthesis: Case AaTh 485A]. *Shagi/Steps* [Steps], 3. <https://cyberleninka.ru/article/n/skazochnyy-syuzhet-kak-produkt-literaturno-folklornogo-sinteza-kazus-aath-485a>. Retrieved February 18, 2025.
18. Fadeev, A. A., & Nikonova, Z. A. (2015). Rezul'taty izucheniya sortoobraztsov khmelya raznykh grupp spelosti po khozyaystvenno vazhnym priznakam i ustoychivosti k osnovnym bolezniam [Results of studying hop cultivars of different ripening groups for economically important traits and resistance to major diseases]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural Science of the Euro-North-East], 5(48).

<https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-izucheniya-sortoobraztsov-hmelya-raznyh-grupp-spelosti-po-hozyaystvenno-vazhnym-priznakam-i-ustoychivosti-k-osnovnym>. Retrieved February 18, 20

19. Kastritskaya, M. S., Kukharchik, N. V., & Gashenko, O. A. (2014). Adaptatsiya sortov khmelya posle kultivirovaniya in vitro [Adaptation of hop cultivars after in vitro cultivation]. *Pochvovedenie i agrokhiimiya* [Soil Science and Agrochemistry], 1, 370–379.
20. Korotkov, A. V. (2007). Ustanovleniye optimal'nogo kolichestva mekhanicheskikh obrabotok na khmel'nikakh v tselyakh snizheniya trudovykh i resursnykh zatrat [Establishing the optimal number of mechanical treatments in hop fields to reduce labor and resource costs]. *Agrnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural Science of the Euro-North-East], 9, 73–74.
21. Dmitriev, Yu. P., Korotkov, A. V., Dmitrieva, O. Yu., & Grigoriev, V. G. (2020). Perspektivy vozdeleyvaniya khmelya v lichnykh podsobnykh khozyaystvakh Chuvashskoy Respubliki [Prospects for hop cultivation in private subsidiary farms in the Chuvash Republic]. *Vestnik Chuvashskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Chuvash State Agricultural Academy], 4, 92–96.
22. Sokolov, M. S., Glinushkin, A. P., & Spiridonov, Yu. Ya. (2016). Perspektivy issledovaniy po uluchsheniyu kachestva i ozdorovleniya pochv Rossii [Prospects for research on improving soil quality and health in Russia]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of Agro-Industrial Complex], 7. <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-issledovaniy-po-uluchsheniyu-kachestva-i-ozdorovleniya-pochv-rossii>. Retrieved February 15, 2025.
23. O'Neal, S. D., Walsh, D. B., Gent, D. H., et al. (2015). *Field guide for integrated pest management in hops*. US Hop Industry Plant Protection Committee.
24. Vil, V. A., Grishin, S. S., Baberkina, E. P., et al. (2022). *Patent RF No. 2784323. Elektrokhimicheskiy sposob polucheniya proizvodnykh tetragidrohinalina, primeneniye ikh v kachestve fungitsidnykh sredstv i fungitsidnyye kompozitsii na ikh osnove* [Electrochemical method for producing tetrahydroquinoline derivatives, their use as fungicidal agents, and fungicidal compositions based on them]. Application No. 2022103403, filed February 10, 2022; published November 21, 2022 (Bulletin No. 33).
25. Biendl, M., Engelhard, B., Forster, A., et al. (2015). *Khmel': ego vyrashchivaniye, sostav i ispol'zovaniye* [Hops: Their cultivation, composition, and use]. Fachverlag Hans Carl.
26. Meshkov, Yu. I., & Gutsyuk, O. D. (2023). Varianty primeneniya aeroinizatora Chizhevskogo v zashchite rasteniy [Options for using the Chizhevsky air ionizer in plant protection]. *Agroforsayt* [Agroforsite], 3. ООО «ЦеСАИн».
27. Glinushkin, A. P., Yakovleva, I. N., & Meshkov, Yu. I. (2019). Vliyaniye pestitsidov, primenyayemykh v zashchishchennom grunte, na khishchnogo kleshcha Neoseiulus californicus [Effect of pesticides used in protected ground on predatory mite Neoseiulus californicus]. *Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka* [Russian Agricultural Science], 3, 32–34.
28. Glinushkin, A. P., Yakovleva, I. N., & Meshkov, Yu. I. (2021). Toksichnost' ispol'zuyemykh v teplitsakh i perspektivnykh pestitsidov dlya khishchnogo kleshcha Neoseiulus barkeri [Toxicity of pesticides currently used in greenhouses and promising pesticides for predatory mite Neoseiulus barkeri]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of Agro-Industrial Complex], 35(1), 36–42.
29. Korotkov, A. V., Smirnov, P. A., & Tolstova, M. L. (2019). *Sovershenstvovaniye resursosberegayushchikh tekhnologiy vozdeleyvaniya khmelya na osnove aktivizatsii biologicheskikh faktorov* [Improving resource-saving technologies for hop cultivation based on activating biological factors]. Cheboksary.
30. Mendeleev, D. I. (1951a). Programma sel'skokhozyaystvennykh opytov, predprinimayemykh pri sodeystvii Imperatorskogo Vol'nogo Ekonomicheskogo Obshchestva, na 1867 g. [Program of agricultural experiments undertaken with the assistance of the Imperial Free Economic Society for 1867]. In *Sochineniya* [Works] (Vol. 16, pp. 37–57). Izdatel'stvo AN SSSR.

Степанова Евгения Вячеславовна, к.ф.м.н., н.с. ИОФ РАН, н.с. ИОХ РАН

Мешков Юрий Иванович, д.с.-х.н., н.с. ИОХ РАН, ФГБНУ «Всероссийский институт фитопатологии», р.п. Большие Вяземы, Российская Федерация

Иваночкин Илья Алексеевич, м.н.с. ИОФ РАН

Загоруйко Михаил Васильевич, к.и.н., директор Учебно-опытный почвенно-экологический центр МГУ имени М.В. Ломоносова д.Чашниково Московская область

Маркова Екатерина Борисовна, к.х.н., доцент кафедры физической и коллоидной химии, Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы, Москва, Россия

Платонова Агафья Захаровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, Октемский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования “Арктический государственный агротехнологический университет”, ORCID:0000-0003-4999-8097,

e-mail: agafya.platonova.2016@mail.ru

Сморчкова Валентина Петровна, доктор педагогических наук, доцент, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и методики обучения, ORCID 0000-0002-6123-9168; Государственный университет просвещения, Москва, Россия Faculty of Life Safety State University of Education,

105005, Moscow, Moscow, Radio str., 10A, building 2, Russian Federation.

Муравьева Марина Владимировна, д.э.н., профессор, РГАУ-МСХА им.К.А.Тимирязева

Будынков Николай Иванович, к.б.н., в.н.с., ФГБНУ «Всероссийский институт фитопатологии», р.п. Большие Вяземы, Российская Федерация

Демин Дмитрий Викторович, к.б.н., зам.директора ФГБНУ «Всероссийский институт фитопатологии», р.п. Большие Вяземы, Российская Федерация

Михалева Светлана Николаевна, к.с.-х.н., в.н.с., ФГБНУ «Всероссийский институт фитопатологии», р.п. Большие Вяземы, Российская Федерация

Муковоз Петр Петрович, д.х.н., с.н.с., ИОХ РАН

Алферов Алексей Анатольевич, член-корр. РАН, ОСХН РАН

Глинушкин Алексей Павлович, академик РАН, г.н.с. ИОХ РАН

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.