

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений
(сельскохозяйственные науки)

doi:10.18286/1816-4501-2024-1-81-87

УДК 631.86

**Последствие органических удобрений в хмелеобороте
УНПЦ «Студенческий» Чувашского ГАУ**

О. А. Васильев ✉, доктор биологических наук, профессор кафедры «Землеустройство, кадастры и экология»

А. Г. Ложкин, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Земледелие, растениеводство, селекция и семеноводство»

Ю. Н. Иванов, аспирант

ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ

428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. Карла Маркса, 29

✉ vasiloleg@mail.ru

Резюме. В статье изложены материалы многолетних стационарных опытов по изучению последствия органических удобрений за ротацию хмелеоборота. Органические удобрения были равномерно внесены в пахотный слой почвы ранней весной на 5 год хмелеоборота в 2005 г. В опыте применяли следующие варианты: 1. Контрольный вариант; 2. Осадки городских сточных вод г. Новочебоксарск – 30 т/га; 3. Осадки городских сточных вод г. Новочебоксарск – 60 т/га; 4. Осадки городских сточных вод г. Новочебоксарск – 60 т/га, совместно с хлористым калием 200 кг/га; 5. Подстилочный куриный помет ООО «Чувашбройлер» – 30 т/га; 6. Подстилочный куриный помет ООО «Чувашбройлер» – 30 т/га – 60 т/га; 7. Полуперепревший навоз крупного рогатого скота СХПК «Пучах» – 30 т/га; 8. Полуперепревший навоз крупного рогатого скота СХПК «Пучах» – 30 т/га – 60 т/га. Площадь каждого варианта – 25 м². Значительные прибавки урожая сухих шишек хмеля прослеживались на протяжении 8 лет, до окончания эксплуатации хмельника и начала восстановительного периода хмелеоборота. В 2017 г. внесен полуперепревший навоз крупного рогатого скота в дозе 120 т/га и равномерно заделан в почву. В 2018 г. началась вторая ротация хмелеоборота. Первые урожаи шишек хмеля (2020-2022 гг.) показали, что в вариантах опытов сохраняется незначительное длительное последствие внесенных в 2005 г. органических удобрений. Органические удобрения, использованные на хмельнике, оказывают длительное положительное последствие на урожайность и качество шишек хмеля, гумусное состояние почв, содержание подвижных форм элементов питания растений.

Ключевые слова: альфа-кислота, гумус, куриный помет, органическое удобрение, осадки сточных вод, последствие, хмельник, хмелеоборот.

Для цитирования: Васильев О. А., Ложкин А. Г., Иванов Ю. Н. Последствие органических удобрений в хмелеобороте УНПЦ «Студенческий» Чувашского ГАУ // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 1. (65). С. 81-87. doi:10.18286/1816-4501-2024-1-81-87

**Aftereffect of organic fertilizers in hop rotation of “Studencheskiy” educational
research and production center of chuvash state agrarian university**

O. A. Vasilyev ✉, **A. G. Lozhkin**, **Yu. N. Ivanov**

FSBEI HE Chuvash State Agrarian University

428003, Chuvash Republic, Cheboksary, Karla Marksa st., 29

✉ vasiloleg@mail.ru

Abstract. The article presents materials of long-lasting stationary experiments to study the aftereffect of organic fertilizers in hop rotation. Organic fertilizers were evenly applied to the plow layer in early spring in the 5th year of hop rotation in 2005. The following variants were used in the experiment: 1. Control variant; 2. wastewater sludge in Novocheboksarsk – 30 t/ha; 3. wastewater sludge in Novocheboksarsk – 60 t/ha; 4. wastewater sludge in Novocheboksarsk – 60 t/ha, combined with potassium chloride 200 kg/ha; 5. Chicken manure from OOO Chuvashbroiler – 30 t/ha; 6. Chicken litter of from OOO Chuvashbroiler – 30 t/ha – 60 t/ha; 7. Semi-rotted cattle manure from the agricultural production complex “Puchakh” – 30 t/ha; 8. Semi-rotted cattle manure from the agricultural production complex “Puchakh” – 30

t/ha – 60 t/ha. The area of each variat is 25 m². Significant increases of yield of dry hop cones were observed for 8 years, until the end of the hop farm operation and the beginning of the recovery period of hop rotation. Semi-rotted cattle manure was applied in 2017, at a dose of 120 t/ha and evenly incorporated into the soil. The second rotation of hop began in 2018. The first harvests of hop cones (2020-2022) showed that a slight long-term aftereffect of the organic fertilizers applied in 2005 remains in the experimental variants. Organic fertilizers used on the hop farm have a long-term positive effect on yield and quality of hop cones, humus status of the soil, and the content of mobile forms of plant nutrients.

Keywords: alpha acid, humus, chicken manure, organic fertilizer, sewage sludge, aftereffect, hop plant, hop rotation.

For citation: Vasilyev O. A., Lozhkin A. G., Ivanov Yu. N. Aftereffect of organic fertilizers in hop rotation of “Studencheskiy” educational research and production center of chuvash state agrarian university// Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2024;1(65): 81-87 doi:10.18286/1816-4501-2024-1-81-87

Введение

Одной из перспективных технических культур, возделываемых в Чувашской Республике, является традиционная культура – хмель. Почвенно-климатические условия республики благоприятны для роста и развития хмеля, который требователен к агрохимическим и агрофизическим свойствам почв [1, 2]. С каждой тонной урожая сухих шишек хмеля из почвы отчуждается 84 кг азота, 35 кг фосфора, 92 кг калия, 90 кг кальция, 20 кг магния, десятки и сотни грамм различных микроэлементов, поэтому в период выращивания хмеля для восполнения элементов питания почвы хмельника используются в основном физиологически кислые минеральные удобрения (аммиачная селитра, хлористый калий и др.) в высоких дозах. В связи с тем, что технология возделывания хмельника требует многократного рыхления за вегетационный период, усиливается минерализация гумуса в пахотном слое; подпахотные слои почвы уплотняются, что в целом вызывает ухудшение ее водно-физических свойств [3-6]. Поэтому для расширенного воспроизводства плодородия почвы хмельника и получения высоких урожаев необходимо совершенствовать технологию обработки почвы, своевременно проводить обработку растений хмеля для защиты от болезней и вредителей и улучшать агрохимическое и физическое состояние почвы с помощью органических удобрений и известкования [7-13]. Воспроизводство плодородия истощенных почв хмельника возможно лишь в восстановительный период хмелеоборота длительностью, как правило, 4...5 лет, и наступающего после физиологического старения хмеля (12...15 лет после посадки); при этом хмельник полностью перепахивается с уничтожением оставшихся растений.

В республике имеются широкие возможности для применения органических удобрений на хмельниках. Так, на очистных сооружениях городов постоянно накапливаются органические остатки жизнедеятельности человека – канализационный ил или осадки городских сточных вод. По своему химическому составу они весьма неоднородны, однако их сближает между собой не только происхождение, высокое содержание органического вещества, макро- и микроэлементов, но и тяжелых металлов, ограничивающих их использование в качестве удобрения сельскохозяйственных культур [14, 15]. В связи с этим, в первую очередь, ставится вопрос

использования их в качестве органических удобрений на технических культурах.

Также в России в последние годы появилось много птицеводческих предприятий и животноводческих комплексов, производящих мясо птиц и другие мясные продукты питания для человека. Побочные продукты их деятельности – куриный помет, полуперепревший навоз крупного рогатого скота и различные компосты из них являются ценнейшими органическими удобрениями. Возможно также применение и нетрадиционных органических удобрений [16, 17, 18].

Цель исследований – изучить сравнительное последствие за ротацию хмелеоборота осадков городских сточных вод г. Новочебоксарск, куриного помета ООО «Чувашбройлер» и местного полуперепревшего навоза крупного рогатого скота на развитие растений, урожайность, качество шишек хмеля и основные агрохимические показатели типично-серой лесной почвы хмельника УНПЦ «Студенческий» Чувашского ГАУ.

Материалы и методы

Исследуемый в опытах хмельник заложен осенью 2000 г. на территории УНПЦ «Студенческий» Чувашского государственного аграрного университета в Чебоксарском районе Чувашской Республики. Сорт хмеля – Подвязный. Перед закладкой хмельника в почву был внесен полуперепревший навоз крупного рогатого скота из расчета 60 т/га, вывезенный из СХПК «Пучах» Чебоксарского района. Почва – типично-серая лесная среднесуглинистая, глубоковскипающая, среднемощная, слабоэродированная, на лесовидном суглинке. Перед посадкой саженцев хмеля содержание органического вещества в пахотном слое составило 2,1 % (низкое), подвижного фосфора – 233 мг/кг (среднее содержание для технических культур), обменного калия – 245 мг/кг (повышенное), рН обменной кислотности – 5,78 (близкая к нейтральной).

Осадки городских сточных вод г. Новочебоксарск (далее – ОГСВ), подстилочный куриный помет ООО «Чувашбройлер» (далее – ПКП) и местный полуперепревший помет крупного рогатого скота (далее – ПНКРС) были вывезены на хмельник весной в конце апреля 2005 г. Взвешенные порции органических удобрений были внесены на делянки путем разбрасывания на поверхности почвы. После этого

они сразу же были равномерно заделаны в пахотный слой на глубину до 25 см.

Площадь одного варианта – 25 м²; каждый вариант изучался в четырехкратной повторности. Критически высокие дозы органических удобрений в опыте были внесены в научных целях для увеличения контрастности агрохимических свойств почвы и исследования их влияния на качество шишек хмеля, поэтому в опыте применялись следующие варианты: 1. Контрольный вариант (без использования каких-либо удобрений); 2. ОГСВ – 30 т/га; 3. ОГСВ – 60 т/га; 4. ОГСВ – 60 т/га совместно с хлористым калием 200 кг/га (ОГСВ 60 т/га+КС1); 5. ПКП – 30 т/га; 6. ПКП – 60 т/га; 7. ПНКРС – 30 т/га; 8. ПНКРС – 60 т/га. Подвижные формы фосфора и калия в пахотном слое почвы хмельника определяли общепринятым для дерново-подзолистых и серых лесных почв методом Кирсанова (ГОСТ Р 54650-2011). Содержание органического вещества (гумуса) в почве изучалось по методу Тюрина (ГОСТ 262130-91), подвижных тяжелых металлов в почве – по РД 52.18.289-2022.

Результаты

Прямое положительное действие органических удобрений проявилось уже в фазе роста побегов хмеля, которые превосходили контрольный вариант по высоте и мощности. Различия в показателях роста и развития растений хмеля отмечали уже через месяц после внесения удобрений. На 26 июня 2005 г. средняя высота стеблей в контрольном варианте составляла 220 см, в варианте с ОГСВ 30 т/га –

320 см, ОГСВ 60 т/га – 500 см, ОГСВ 60 т/га+КС1 – 470 см, КП 30 т/га – 400 см, КП 60 т/га – 450 см, НКРС 30 т/га – 280 см, НКРС 60 т/га – 390 см.

К моменту наступления фазы цветения хмеля растения в вариантах с использованием органических удобрений в дозах 30 и 60 т/га более, чем вдвое превосходили контрольный вариант по толщине стеблей.

В начале фазы цветения у листьев растений хмеля в вариантах с внесением ОГСВ в дозе 60 т/га постепенно начинает отчетливо наблюдаться краевой ожог листьев – типичный визуальный признак калийного голодания растений.

Физиологические нарушения в развитии листьев хмеля объясняется тем, что в химическом составе ОГСВ содержится мало калия (0,04...0,05 %). Дефицит калия усугубляется сравнительно очень высоким содержанием в ОГСВ аммония (до 200 мг/кг), кальция (4,5...8,6 %) и магния (2,1...2,5 %). Так как в корневом питании растений аммонийный азот, кальций и магний являются антагонистами по отношению к калию, то хмель, будучи калиефильным растением, испытывает его дефицит.

Агрохимические анализы почвенных проб, отобранных в октябре 2005 г., через месяц после уборки урожая шишек хмеля показали резкое увеличение в пахотном слое содержания органического вещества и подвижного фосфора по сравнению с контрольным вариантом (табл. 1).

Таблица 1. Агрохимические свойства почв в вариантах опыта на 05.10.2005 г.

Вариант	Гумус, %	pH _{кс1}	Подвижный фосфор, мг/кг	Обменный калий, мг/кг
Контрольный	2,06	5,93	228	210
ОГСВ 30 т/га	2,28	6,15	289	215
ОГСВ 60 т/га	2,74	6,34	352	225
ОГСВ 60 т/га + КС1	2,53	6,31	368	230
ПКП 30 т/га	2,16	6,12	305	235
ПКП 60 т/га	2,35	6,25	479	255
ПНКРС 30 т/га	2,23	6,10	255	225
ПНКРС 60 т/га	2,49	6,18	279	240

Содержание органического вещества, подвижного фосфора и обменного калия в пахотном слое почвы максимально повысилось при использовании высоких доз органических удобрений.

С течением лет негативные признаки калийного голодания растений хмеля при использовании

ОГСВ постепенно исчезли в связи с выносом и выщелачиванием щелочноземельных катионов; прибавка урожая в вариантах с использованием органических удобрений прослеживалась до 2012 г. (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность сухих шишек хмеля сорта «Подвязный», т/га

Вариант	Год							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Контрольный	0,928	1,021	0,979	1,044	0,932	0,850	0,771	0,759
ОГСВ 30 т/га	1,224	1,462	1,391	1,147	1,026	0,863	0,792	0,780
ОГСВ 60 т/га	1,742	1,825	1,824	1,657	1,320	1,314	1,106	1,016
ОГСВ 60 т/га+КС1	1,818	1,862	1,839	1,726	1,415	1,338	1,124	1,007
ПКП 30 т/га	1,343	1,417	1,431	1,373	1,262	1,247	0,944	0,913
ПКП 60 т/га	1,806	1,830	1,795	1,741	1,605	1,455	1,270	1,105
ПНКРС 30 т/га	1,179	1,332	1,048	1,184	1,053	0,902	0,817	0,785
ПНКРС 60 т/га	1,584	1,605	1,518	1,426	1,302	1,274	1,060	0,930
НСР 05	0,064	0,058	0,055	0,060	0,054	0,062	0,056	0,060

4.1.3. Агрехимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки)

Прибавка урожая становится после 2008 г. все менее значимой по причине истощения почв и старения растений. Содержание альфа-кислот в сухих шишках хмеля за все годы исследований в вариантах с использованием органических удобрений повысилось с 4,8...5,6 % в контрольном варианте, до 5,3...6,7 %- в вариантах с применением органических удобрений.

Осенью 2013 г. начался период восстановления плодородия почв хмельника. В конце восстановительного периода после глубокой вспашки с культивацией и выравнивания поверхности на всю площадь хмельника был равномерно внесен навоз крупного рогатого скота в норме внесения 120 т/га и заделан в почву. Осенью 2018 г. на подготовленную почву хмельника высадили саженцы сорта «Подвязный».

Закономерных визуальных различий в росте и развитии хмеля в вариантах опыта не наблюдалось в связи с высокой степенью окультуренности почвы хмельника. Растения хмеля развивались хорошо и равномерно; листья темно-зеленые, все фазы роста наступали одновременно.

Первый урожай шишек хмеля после посадки был собран в 2020 г. (табл. 3).

На фоне внесения высоких доз полуперепревшего навоза при подготовке к новой ротации хмелеоборота длительное последствие органических удобрений, примененных весной 2005 г. при закладке опыта, проявляется только при высоких дозах внесения (60 т/га). Наше предположение подтверждается результатами агрохимических исследований пахотного слоя почвы в вариантах опыта, проведенных весной 2023 г. (табл. 4).

Несмотря на равномерное внесение в 2017 г. полуперепревшего навоза крупного рогатого скота (120 т/га), в почве контрольного варианта обнаруживается в 2023 г. минимальное, по сравнению с другими вариантами, содержание гумуса, подвижного фосфора и обменного калия. В вариантах с внесением органических удобрений в 2005 г. и дополнительно в 2017 г. агрохимические показатели выше, т.к. проявляется их суммарное воздействие на содержание гумуса, подвижного фосфора и обменного калия.

Отличительной чертой ОГСВ как органического удобрения является повышенное содержание в них тяжелых металлов. Тяжелые металлы внедряются в почвенно-поглощающий комплекс и малоподвижны в почве. Как показывают проведенные исследования в 2003-2006 гг., они не влияют отрицательно на развитие растений, урожайность и качество шишек хмеля. Однако содержание исследуемых тяжелых металлов в почве остается даже через 18 лет после внесения ОГСВ (табл. 5).

Содержание свинца и цинка в вариантах с внесением ОГСВ почти вдвое выше соответствующих показателей в контрольном варианте.

Таблица 3. Урожайность сухих шишек хмеля сорта «Подвязный», ц/га

Вариант	Год		
	2020	2021	2022
Контрольный	1,792	2,012	1,714
ОГСВ 30 т/га	1,804	2,010	1,725
ОГСВ 60 т/га	1,816	2,018	1,716
ОГСВ 60 т/га+КС1	1,835	2,033	1,720
ПКП 30 т/га	1,790	2,016	1,739
ПКП 60 т/га	1,825	2,052	1,758
ПНКРС 30 т/га	1,790	2,024	1,710
ПНКРС 60 т/га	1,820	2,047	1,718
НСР 05	0,056	0,062	0,060

Таблица 4. Агрохимическая характеристика почвенных проб на 25.05.2023 г.

Вариант	Гумус, %	pH _{кс1}	Подвижный фосфор, мг/кг	Обменный калий, мг/кг
Контрольный	3,51	5,88	352	160
ОГСВ 30 т/га	3,57	5,72	390	175
ОГСВ 60 т/га	3,79	6,14	455	185
ОГСВ 60 т/га + КС1	3,85	6,02	449	180
ПКП 30 т/га	3,70	5,96	392	195
ПКП 60 т/га	3,94	6,11	427	230
ПНКРС 30 т/га	3,88	5,90	356	170
ПНКРС 60 т/га	4,02	6,05	388	207

Таблица 5. Содержание подвижных тяжелых металлов в вариантах опыта хмельника на 25.05.2023 г.

Вариант	Свинец, мг/кг	Цинк, мг/кг	Кадмий, мг/кг
Контрольный	0,15	1,50	0,05
ОГСВ 30 т/га	0,31	2,00	0,05
ОГСВ 60 т/га	0,29	3,10	0,06
ОГСВ 60 т/га + КС1	0,31	2,00	0,05
ПКП 60 т/га	0,16	1,50	0,05
ПНКРС 60 т/га	0,15	1,60	0,04

Обсуждение

Сравнительная характеристика агрохимических показателей в 2023 и 2005 гг. указывает на текущий процесс окультуривания (расширенного воспроизводства плодородия) почв хмельника. Если до закладки опытов содержание гумуса в пахотном слое контрольного варианта составляло 2,06 %,

подвижного фосфора – 233 мг/кг, обменного калия – 245 мг/кг, то по состоянию на 2023 г. содержание первых двух показателей увеличилось почти в полтора раза. Куриный помет в последствии лучше, чем ОГСВ и ПНКРС поддерживает баланс подвижного фосфора и обменного калия в пахотном слое, несмотря на высокий вынос их урожаем хмеля. Данные результаты соответствуют таковым, полученным в опытах 2020-2023 гг., в которых отмечается положительное последствие органических удобрений, которое стабильно в течение ряда лет сказывалось на агрохимических свойствах пахотного слоя почвы [8, 9]. Лучшими агрохимическими свойствами почвы объясняется повышенная урожайность шишек хмеля в 2020-2022 гг. в вариантах с внесением органических удобрений в далеком 2005 г. Так как применение ОГСВ вызывает резкое подщелачивание почвы, то это сказывается на подвижности тяжелых металлов. Исследуемые тяжелые металлы (свинец, цинк и кадмий) слабо растворимы при щелочной и близкой к нейтральной реакции почвы и находятся в почвенно-поглощающем комплексе почвы в неподвижном состоянии, постепенно используя растениями в качестве микроэлементов [19].

Литература

1. Александров Н. А. Рупошев А. Р. Агробиологические основы возделывания и производства хмеля и хмелепродуктов в Российской Федерации. М.: Новое Время, 2018. 648 с.
2. Макушев А.Е., Владимиров В. В., Захаров А. И. Возможности развития хмелеводства в Чувашской Республике // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2016. №4 (42). С.15-19. doi: 10.12737/24917
3. Перспективы возделывания хмеля в личных подсобных хозяйствах Чувашской Республики / Ю. П. Дмитриев, А. В. Коротков, О. Ю. Дмитриева и др. // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 4 (15). С. 92-96. doi: 10.17022/nf0t-tv52
4. Глобальный рынок хмеля. Рынок хмеля в России [Электронный ресурс] // Пивное дело. Международный аналитический журнал. Режим доступа: <http://www.pivnoe-delo.info/2018/02/03/rynok-xmelya/> (дата обращения 27.07.2023)
5. Revival of hop-production in the Chuvash Republic: problems, challenges and opportunities / A. G. Lozhkin, A. E. Makushev, N. N. Pushkarenko et al. // Sustainable Economic development, Innovation Management, and Global Growth: proceedings of the 30 th International Business Information Management Association Conference. IBIMA, 2017. P. 5295-5299.
6. Результаты исследования уплотнения движителями тракторов междурядья хмельника / П. А. Смирнов, Н. Н. Пушкаренко, А. П. Акимов и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13. № 2 (49). С. 131-137.
7. Андреева О. Е. Эффективность удобрений в звене севооборота на светло-серых лесных почвах // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 4 (27). С. 7-12. doi: 10.48612/vched12-87tz-9mza
8. Эффективность применения органических удобрений в звене севооборота на светлосерой лесной почве юга Волго-Вятского региона / О. А. Васильев, О. Е. Андреева, А. Н. Ильин и др. // Аграрная наука. 2022. № 11. С. 70-76. doi: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-70-76. EDN XPPKGW.
9. Механизированное внесение гранулированных минеральных удобрений на хмельниках / Ю. П. Дмитриев, В. И. Юрьев, С. Ю. Дмитриев и др. // Вестник НГИЭИ. 2019. №4 (95). С.89-99.
10. Машинные технологии для возделывания хмеля / Ю. П. Дмитриев, В. И. Медведев, А. П. Акимов и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13. № 2 (49). С. 86-92. doi:10.12737/article_5b3506e7938e47.51294573
11. Перспективы повышения эффективности хмелеводческого кластера Чувашской Республики / А. И. Захаров, А. Е. Макушев, А. В. Васильева и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13. № 2 (49). С. 93-99. doi: 10.12737/article_5b35076d03ca23.77338912

Результаты многолетних исследований показали, что агрохимические свойства почвы, совместно с содержанием тяжелых металлов могут служить своеобразным маркером использования ОГСВ в качестве удобрения сельскохозяйственных культур через десятки лет [20].

Заключение

Положительное последствие органических удобрений на урожайность и качество шишек хмеля прослеживается в течение 12 лет, до завершения ротации хмелеоборота. После завершения ротации хмелеоборота и дополнительного внесения в 2017 г. полперепревшего навоза 120 т/га она понижается до незначительных величин в связи с тем, что общее резкое повышение факторов плодородия уравнивает различия между ними в вариантах опыта. Внесение 120 т/га навоза в 2017 г. практически полностью нивелирует невысокие дозы органических удобрений (30 т/га), что фактически уравнивает их с контрольным вариантом по урожайности шишек хмеля. Результаты многолетних опытов, проведенных на хмельнике, показали, что осадки городских сточных вод могут являться хорошей альтернативой куриному помету и полперепревшему навозу крупного рогатого скота.

12. Коротков А. В., Короткова З. П. Фитосанитарный прогноз – залог получения стабильного урожая хмеля // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. Т. 13. № 4 (51). С. 40-45. doi: 10.12737/article_5c3de475295a72.72307963
13. Коротков А. В., Смирнов П. А., Пушкаренко Н. Н. Ресурсосберегающая технология и техника для возделывания и первичной переработки хмеля // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 1 (16). С. 85-94.
14. Головачева Н. А. Опыт стран Европейского Союза в защите земель от воздействия сточных вод и безопасного применения осадка / Н. А. Головачева, Л. Ф. Пономарева, Е. В. Кузнецова и др. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 7. С. 43-50.
15. Демиденко Г. А. Агроэкологическая оценка осадков сточных вод на очистных сооружениях города Красноярска // Вестник КрасГАУ. 2018. № 1(139). С. 240-244.
16. Эффективность использования альтернативных удобрений в условиях Чувашской Республики / О. А. Васильев, А. Н. Ильин, И. Н. Нурсов и др. // Перспективы развития аграрных наук. Материалы международной научно-практической конференции. Чебоксары, 2019. С. 3-5.
17. Елисеев И. П., Шашкаров Л. Г. Оптимизация питания растений с использованием нетрадиционных органических удобрений и цеолитсодержащих триполи // IOP Conf. Ser. : Earth Environ. Sci. 2020. 433 P. 012017.
18. Елисеев И. П., Елисева Л. В., Шашкаров Л. Г. Нетрадиционные органические удобрения, их использование на серых лесных почвах Чувашии как элемент ресурсосбережения в земледелии // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. П. Филиппова. 2018. № 1 (50). С. 23-29.
19. Восстановление плодородия деградированных серых лесных почв Южной части Нечерноземной зоны Российской Федерации / О. А. Васильев, В. Г. Егоров, А. Н. Ильин и др. // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2017. № 1(144). С. 29-35. EDN YFWETF.
20. Васильев О. А., Михайлов Л. Н. Современный этап развития ноосферы: научно обоснованный возврат в биологический круговорот осадков городских сточных вод. Чебоксары: Пегас, 2007. 205 с. ISBN 5912250059.

References

1. Aleksandrov N. A. Ruposhev A. R. Agrobiological bases of cultivation and production of hops and hop products in the Russian Federation. M.: New Time, 2018. 648 p.
2. Vladimirov V. V., Makushev A. E, Zakharov A. I. Opportunities of hop-growing in the Chuvash republic // Vestnik of Kazan state agrarian university. 2016. №4(42). P.15-19. doi: 10.12737/24917
3. Prospects of hop cultivation in personal subsidiary farms of the Chuvash republic / Yu. P. Dmitriev, A. V. Korotkov, O. Yu. Dmitrieva et al. // Vestnik Chuvash SAU. 2020. No. 4 (15). P. 92-96. doi: 10.17022/nf0t-tv52
4. Global hop market. The hops market in Russia [Electronic resource] // Beer business. International analytical journal. Access mode: <http://www.pivnoe-delo.info/2018/02/03/rynok-xmelya/> (request data 27.07.2023 г.).
5. Revival of hop-production in the Chuvash Republic: problems, challenges and opportunities / A. G. Lozhkin, A. E. Makushev, N. N. Pushkarenko et al. // Sustainable Economic development, Innovation Management, and Global Growth: proceedings of the 30 th International Business Information Management Association Conference. IBIMA, 2017. P. 5295-5299.
6. Results of investigation of compaction of hops intermediary by motors of tractors / P. A. Smirnov, N. N. Pushkarenko, A. P. Akimov., et al. // Vestnik of Kazan state agrarian university. 2018. Vol. 13. No. 2 (49). P. 131-137. doi: 10.12737/article_5b3509dd843138.86764768
- 7 Andreeva O. E. Effectiveness of fertilizers in the crop rotation link on light gray forest soils // Vestnik Chuvash SAU. 2023. No. 4 (27). P. 7-12. doi: 10.48612/vched12-87tz-9mza
8. The effectiveness of the use of organic fertilizers in the link of crop rotation on light gray forest soil of the south of the Volga-Vyatka region / O. A. Vasiliev, O. E. Andreeva., A. N. Ilyin // Agrarian science. 2022;1(11):70-76. (In Russ.) doi:10.32634/0869-8155-2022-364-11-70-76
9. Mechanized application of granulated mineral fertilizers in hop / Y. P. Dmitriev, V. I. Yuryev, S. Y. Dmitriev // Bulletin of NGIEI. 2019 № 4 (95). P. 89–99.
10. Machinery technologies for hop cultivation / Yu. P. Dmitriev, V. I. Medvedev, A. P. Akimov et al. // Vestnik of Kazan state agrarian university. 2018. Vol.. 13. No. 2 (49). С. 86-92. doi:10.12737/article_5b3506e7938e47.51294573
11. Prospects of improving the efficiency of hop cultivation cluster of the Chuvash republic / A. I. Zakharov, A. E. Makushev., A. V. Vasileva, et al.. // Vestnik of Kazan state agrarian university. 2018. Vol. 13. No. 2 (49). P. 93-99. doi: 10.12737/article_5b35076d03ca23.77338912
12. Korotkov A. V., Korotkova Z. P. Phytosanitary forecast is the mortgage of obtaining a stable harvest // Vestnik of Kazan state agrarian university. 2018. Vol. 13. No. 4 (51). P. 40-45. doi: 10.12737/article_5c3de475295a72.72307963
13. Korotkov A. V., Smirnov P. A., Pushkarenko N. N. Resource-saving technology and equipment for the cultivation and primary processing of hops // Vestnik Chuvash SAU. 2021. No. 1 (16). С. 85-94.

14. Golovacheva N. A. Experience of the European Union countries in protecting lands from the effects of wastewater and safe use of sludge / N. A. Golovacheva, L. F. Ponomareva, E. V. Kuznetsova and others // Vestnik of the Kursk State Agricultural Academy. 2019. No. 7. P. 43-50.

15. Demidenko G. A. Agroecological assessment of wastewater sludge at wastewater treatment plants of the city of Krasnoyarsk // Bulletin of KrasGAU. 2018. No. 1(139). pp. 240-244.

16. Efficiency of using alternative fertilizers in the conditions of the Chuvash Republic / O. A. Vasilyev, A. N. Ilyin, I. N. Nursov, et al. // Prospects for the development of agricultural sciences. Materials of the international scientific and practical conference. Cheboksary, 2019. P. 3-5.

17. Eliseev I. P., Shashkarov L. G. Optimization of plant nutrition using non-traditional organic fertilizers and zeolite-containing tripols // IOP Conf. Ser. : Earth Environ. Sci. 2020. 433 P. 012017.

18. Eliseev I. P., Eliseeva L. V., Shashkarov L. G. Non-traditional organic fertilizers, their use on gray forest soils of Chuvashia as an element of resource conservation in agriculture // Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov. 2018. No. 1 (50). pp. 23-29.

19. Restoring the fertility of degraded gray forest soils of the southern part of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation / O. A. Vasiliev, V. G. Egorov, A. N. Ilyin et al. // Land management, cadastre and land monitoring. 2017. No. 1(144). P. 29-35. EDN YFWETF.

20. Vasiliev O. A., Mikhailov L. N. The current stage of development of the noosphere: a scientifically based return to the biological cycle of urban wastewater sediments. Cheboksary: Pegasus, 2007. 205 p. ISBN 5912250059.