

Гладких Андрей Владимирович

**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
ГОЛОЗЁРНОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ
ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Работа выполнена на кафедре агрономии, селекции и семеноводства Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

Научный руководитель	Рендов Николай Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Омский ГАУ
Официальные оппоненты	Белкина Раиса Ивановна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»
Ведущая организация:	Байкалова Лариса Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства и плодоовощеводства ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ ФГБУ «Омский Аграрный научный центр», г. Омск

Защита состоится _____ в 2020 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета Д 999.091.03 на базе ФГБОУ ВО Самарский ГАУ по адресу: 446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. УстьКинельский, ул. Учебная, д. 2. Тел.: 8(846) 6346131.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный аграрный университет» и на сайте www.ssaa.ru.

Автореферат разослан _____ 2020 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Троц Наталья Михайловна

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований

В лесостепной зоне Западной Сибири посевы ячменя обычно располагают в конце ротации зернопаровых севооборотов. Отсюда проблемы высокой засоренности посевов, обеспечения растений влагой и питательными веществами.

Большинство исследований технологии возделывания ячменя проводились с пленчатыми сортами (Пономарев С.П., 1971; Костылев А.В., 1972; Притчин Н.П., 1997; Чусов С.В., 1977; Практические ..., 1987; Мощенко Ю.Б., 1993; Алимов К.Г., 1997; Поползухин П.В., 1998; Полевые ..., 2003; Чибис В.В., 2005; Василевский В.Д., 2009; Титова Е.М., 2012; Юшкевич Л.В., 2012, 2013; Байкалова Л.П., 2013; Галеев Р.Р., 2017 и другие авторы).

По мере появления сортов голозерного ячменя возникла необходимость определения основных параметров технологии их возделывания, в частности, оптимальных сроков посева, норм высева, удобрений и гербицидов. Однако исследований с такими сортами проведено незначительное количество, особенно в зональном разрезе.

Для конкретных сортов ячменя и зональных условий прежде всего определяются с выбором оптимальных сроков посева и норм высева. Даже для пленчатых сортов нет единого мнения. Для Западной Сибири и Зауралья рекомендуется посев ячменя в конце мая – начале июня (Рекомендации ..., 1980; Степановских А.С., 1991; Мощенко Ю.Б., 1993). Но ряд исследователей склонны к посеву в начале мая (Алимов К.Г., 1997; Власенко Н.Г., 2009; Мясоедов В.М., 2013). Подобное мнение склонны и относительно голозерных сортов (Анисков Н.И., 2007; Бойко С.А., 2008; Грязнов А.А., 2009; Лойкова А.В., 2009).

В рекомендациях по оптимальным нормам высева пленчатых сортов ячменя преобладают мнения в пользу 3,5-4,5 млн всхожих зерен на гектар (Мощенко Ю.Б., 1993). Хотя допускается увеличение высева до 5 млн/га (Алимов К.Г., 1997; Грязнов А.А., 2009; Агротехнология ..., 2012).

Ведущую роль в повышении урожайности зерна ячменя может играть азотное удобрение. В отношении норм внесения азота авторы обычно склоняются к N_{60} (Богачев А.Н., 1998; Садохина Т.П., 2011; Попова С.И., 2012; Евдокимова М.А., 2015). Возможно снижение прибавок урожайности зерна в зависимости от сдвига сроков посева от ранних сроков к средним и поздним (Блохин В., 2010). Это было характерно и для голозерного ячменя (Грязнов А.А., 2012).

В борьбе с сорняками на посевах ячменя хорошие результаты получены от использования баковой смеси Пума Супер 7,5, ЭМВ и Секатор, МД (Власенко Н.Г., 2009). Позже из этой смеси предпочтение отдано дикотициду Секатор Турбо, МД. Это требует исследований на посевах голозерного ячменя (Кагирова М.К., 2015).

Для голозерного ячменя следует выяснить возможное влияние элементов технологии возделывания на посевные качества семян (Аниськов Н.И., 2007; Грязнов А.А., 2010; Опанасюк И.В., 2012), а также технологические (Цандекова О.Л., 2005; Аниськов Н.И., 2008, 2010; Бойко С.А., 2008; Лойкова А.В., 2009; Садохина Т.П., 2011; Опанасюк И.В., 2012; Шулепова О.В., 2017).

В конечном счете важно оценить экономическую целесообразность предлагаемой технологии возделывания голозерного ячменя в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Степень разработанности темы

По мере появления голозерных сортов предприняты попытки их сравнения с пленчатыми (Цандекова О.Л., 2005; Аниськов Н.И., 2007, 2010; Кролевец С.С., 2007; Бойко С.А., 2008; Грязнов А.А., 2009, 2010, 2012; Лойкова А.В., 2009; Опанасюк И.В., 2012; Торопова Е.Ю., 2012; Кшникаткина А.Н., 2013; Галеев Р.Р., 2017; Шулепова О.В., 2017; Байкалова Л.П., 2018).

У новых сортов голозерного ячменя наметилось выравнивание урожайности с пленчатыми (Грязнов А.А., 1996; Сурин Н.А., 2011; Аниськов Н.И., 2010; Байкалова Л.П., 2016). При этом преимущество по качеству зерна у голозерного ячменя (Atanassov P., 1999; Колмаков Ю.В., 2007; Anis'kov N. I., 2008; Бидянов В.А., 2012; Грязнов А.А., 2014; Белкина Р.И., 2015).

Совершенствовать технологии возделывания зерновых культур следует в комплексных опытах, включая использование удобрений, пестицидов, норм высева и сроков посева (Политыко Н.М., 2012).

Цель исследований: Оптимизация технологии возделывания голозерного ячменя в условиях южной лесостепи Западной Сибири за счет сроков посева, норм высева и применения средств химизации.

Задачи исследований:

- выявить влияние агротехнических и химических мер на водопотребление ячменя и биологическую активность почвы;
- определить степень снижения засоренности посевов голозерного ячменя за счет элементов технологии возделывания;
- изучить воздействие уровня химизации, срока посева и нормы высева на рост и развитие растений голозерного ячменя, урожайность и качество зерна;
- определить экономическую и биоэнергетическую эффективность технологии возделывания голозерного ячменя.

Научная новизна. Научно обоснована и практически подтверждена технология возделывания голозерного ячменя сорта Омский голозерный 2 на лугово-черноземной почве в южной лесостепи Западной Сибири.

Определены оптимальные значения элементов технологии таких как: норма высева, срок посева и уровень химизации, а также их влияние на урожайность и качество зерна голозерного ячменя.

Установлена зависимость каждого элемента технологии от засоренности и водопотребления ячменя.

Теоретическая и практическая значимость.

На основании результатов опытов теоретически обоснована технология возделывания голозёрного ячменя, обеспечивающая повышение урожайности зерна и повышение посевных и технологических качеств, чистого дохода и уровня рентабельности, за счет снижения засоренности посевов, более экономичного расходования почвенной влаги.

Рекомендованная технология была внедрена в КФХ «Пчелка» Москаленского района Омской области на площади 50 га, что подтверждено актом внедрения.

Методология и методы исследований.

При выполнении поставленных задач основным методом был использован полевой эксперимент и стандартные методики исследований. Определяли зависимости полученных данных, дисперсионным и корреляционным методами, дали экономическую и биоэнергетическую оценку предлагаемой технологии возделывания голозёрного ячменя.

Основные положения, выносимые на защиту:

- технологические приемы обеспечивающие, более экономное расходование почвенной влаги, сохранение биологической активности почвы, усиление подавления сорняков;

- пути увеличения урожайности зерна, посевных и технологических качеств семян;

- приемы технологии возделывания голозёрного ячменя, обеспечивающие экономическую и биоэнергетическую эффективность.

Степень достоверности и апробация результатов.

Результаты исследований докладывались в 2011-2014 гг., на кафедре агрономии, селекции и семеноводства, а также были обсуждены на конференции: на 1-ой Всероссийской заочной научно-практической конференции «Новые технологии в промышленности и сельском хозяйстве» (г. Бийск, 2012 г.); на 2-ом Международном научно-техническом форуме «Реализация государственной программы развития сельского хозяйства и регулирование рынков с.-х. продукции, сырья продовольствия : инновации, проблемы, перспективы» (г. Омск, 2013); на Всероссийской научно-практической конференции «Агрометеорология и сельское хозяйство: история, значение и перспективы» (г. Омск, 2016 г.).

Публикации.

По материалам исследований опубликовано 10 научных работ, в том числе 4 – в научных журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 2 – в издании, входящем в базу данных Web of Science.

Структура и объем диссертации.

Диссертация изложена на 147 страницах компьютерного текста. Состоит из введения, 4 глав, заключения, предложений производству. Представлены 46 таблиц, 30 рисунков, 14 приложений. Список используемой литературы включает 189 наименований, в том числе 22 на иностранных языках.

Личный вклад автора.

Работа выполнена по результатам исследований 2011-2014 гг., полученных за время обучения в очной аспирантуре. Автор непосредственно участвовал в планировании экспериментов, осуществлении постановки цели и задач, сборе исходных данных, закладке полевых опытов, проведении наблюдений, учетов и анализов, обобщении и научном обосновании полученных результатов, подготовке диссертации, выводов и рекомендаций производству.

Благодарности.

Автор искренне благодарит за практическую помощь в проведении опытов сотрудников кафедры агрономии, селекции и семеноводства Омского ГАУ: Некрасову Е.В., Мозылеву С.И., Калошина А.А., Горбачеву Т.В.; лабораторий СибНИИСХ : Колмакова Ю.В., Хамову О.Ф..

Особая признательность за помощь в работе научному руководителю доктору сельскохозяйственных наук, профессору Рендову Николаю Александровичу.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

ВВЕДЕНИЕ. Обоснована актуальность научных исследований.

ГЛАВА 1 СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСОВ БИОЛОГИИ И ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯЧМЕНЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Представлена информация из литературных источников по сравнительной продуктивности пленчатых и голозерных форм ячменя, истории их появления, технологии возделывания в разных регионах России и за рубежом, эффективности сроков посева, норм высева, удобрений и гербицидов.

ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 2011-2014 гг. на учебно-опытном поле ФГБОУ ВО Омский ГАУ, расположенном в южной лесостепи Западной Сибири. Почва опытного участка лугово-черноземная среднесуглинистая малогумусовая среднесуглинистая. В пахотном слое содержится : 3,9 % гумуса, пониженное валовое содержание азота (0,201 %). Обеспеченность нитратным азотом очень низкая (< 5 мг/кг), подвижным фосфором и калием – высокая (154 и 236 мг/кг), рН 6,9-7,1.

Погодные условия вегетационного периода 2011 г. благоприятные, ГТК 1,11-1,15 при норме 1,04-1,06. В 2012 г. засушливый период вегетации (ГТК = 0,53-0,57). В 2013 г. ГТК был близок к норме (0,92-1,02). В 2014 г. ГТК составлял 0,71-0,78 с недостатком осадков в июне.

Объекты исследований: голозерный ячмень (Омский голозерный 2) селекции СибНИИСХ, лугово-черноземная почва, гербициды Пума Супер 7,5, ЭМВ, Секатор Турбо, МД и азотное удобрение – аммиачная селитра.

Варианты трехфакторного опыта: фактор А – фон химизации (без химизации (О)); гербициды (Г): Пума Супер 7,5, ЭМВ–0,9 л/га Секатор Турбо, МД–75 мл/га; гербициды + удобрения (Г+У): Пума Супер 7,5, ЭМВ – 0,9 л/га + Се-

катор Турбо, МД – 75 мл/га и аммиачная селитра – N_{60} ; фактор В – срок посева (1-й : 14-18 мая, 2-й : 25-28 мая и 3-й : 4-6 июня); фактор С – норма высева (3,5; 4,5 и 5,5 млн всхожих зерен на гектар).

Повторность в опыте 3-4-кратная, расположение делянок систематическое в 3 яруса. Площадь делянки – 20 м². Посевы ячменя проводились в севообороте со схемой: пар чистый–пшеница–пшеница–ячмень. Обработка почвы после первой культуры по пару – плоскорезная обработка (КПЭ–3,8) на 12-14 см, а после второй – вспашка на 20-22 см. В годы посева ячменя – ранневесеннее боронование (БЗТС-1,0), предпосевная культивация (КПС–4+БЗСС–1,0) для всех сроков посева и дополнительно промежуточная для второго и третьего, посев проводился дисковой сеялкой на глубину 5-6 см и прикатывание после посева (ЗККШ–6А). Опрыскивание (баковой смесью) гербицидов проводили в фазу кущения ячменя с расходом рабочей жидкости 200 л/га. Уборка комбайном Сампо 130 в фазу полной спелости.

Проведение наблюдений, учетов и лабораторных анализов осуществлялось по общепринятым методикам и ГОСТам.

ГЛАВА 3 ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГОЛОЗЁРНОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

3.1 Оценка водного режима почвы и водопотребления голозёрного ячменя

При появлении всходов голозерного ячменя запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы во всех сроках посева были близки к удовлетворительным – 86,3-100,4 мм. К фазе кущения ячменя запасы при майских сроках уменьшились до 65,8-4 мм, а в июньском и до 61,4-65,5 мм. В фазу молочной спелости запасы доступной влаги были низкими во всех вариантах – 27,5-39,4 мм. Таковыми они оставались и к уборке урожая.

Без применения средств химизации расход воды на формирование 1 т зерна голозерного ячменя – 1028 т (таблица 1). По срокам посева различия невелики – 1010-1044. При использовании гербицидов коэффициент водопотребления (K_w) снижался до 710-873. Еще экономнее влага расходовалась при использовании гербицидов на фоне азотного удобрения – 733-745.

Таблица 1 – Коэффициент водопотребления (K_w) голозёрного ячменя

Фон химизации	Срок посева	Год				Среднее
		2011	2012	2013	2014	
1	2	3	4	5	6	7
Контроль – без химизации	14-18.05	1123	1347	781	788	1010
	25-28.05	1565	854	727	1030	1044
	4-6.06	1018	1334	881	886	1030
	Среднее	1235	1178	796	901	1028
Гербициды	14-18.05	796	753	692	600	710
	25-28.05	1322	704	675	792	873

1	2	3	4	5	6	7
	4-6.06	776	833	695	738	760
	Среднее	965	763	687	710	781
Гербициды + Удобрение	14-18.05	682	1045	657	458	710
	25-28.05	869	754	660	693	744
	4-6.06	639	1052	653	635	745
	Среднее	730	950	657	595	733

3.2 Состав микрофлоры и биологическая активность почвы

Общее количество микроорганизмов в слое почвы 0-20 см определяли через 7, 14 и 30 суток после обработки посевов гербицидами на соответствующих схеме вариантах. В эти же сроки проводили подсчет микроорганизмов и на контроле без применения средств химизации, где в первый срок определения получено 232,0 млн КОЕ в 1 г (таблица 2).

Таблица 2 – Состояние микрофлоры почвы в посевах голозерного ячменя

Фон химизации	Год	Микроорганизмы в почве после обработки гербицидами, млн КОЕ/г			Степень разложения целлюлозы в почве, %
		Через 7 сут.	Через 14 сут.	Через 30 сут.	
Контроль – без химизации	2011	202,2	333,8	217,3	43,0
	2012	227,7	179,5	81,7	30,9
	2013	266,2	115,4	341,5	39,7
	Среднее	232,0	209,6	213,6	37,9
Гербициды	2011	145,0	278,4	214,7	39,4
	2012	193,0	166,3	82,1	31,6
	2013	123,1	88,8	322,6	33,1
	Среднее	153,7	177,8	206,5	34,7
Гербициды + Удобрение	2011	155,0	242,3	197,1	29,5
	2012	215,8	172,9	87,5	30,5
	2013	131,9	102,6	351,6	39,2
	Среднее	167,5	172,6	212,1	33,1

На фоне применения баковой смеси гербицидов отмечалось снижение числа микроорганизмов на 33,8 %. Азотное удобрение несколько сглаживало отрицательное воздействие гербицидов. Снижение составило 27,8%.

Через 14 суток негативное воздействие гербицидов на микрофлору снижалось до 15,2 и 17,7 %. Через месяц подавление микроорганизмов гербицидами практически не проявлялось.

В итоге изменения в количестве микроорганизмов в почве нашли отражение и в степени разложения целлюлозы в почве. Если на контроле этот по-

казатель составил 37,9 %, то при использовании гербицидов – 34,7 % и при их применении на фоне удобрения – 33,1 %.

3.3 Засоренность посевов голозёрного ячменя

Тип засорения в опытах можно охарактеризовать как малолетний поздняяровой, с преимуществом щирицы запрокинутой (*Amaranthus retroflexus* L.). Из мятликовых поздняяровых главным образом представлены – просо сорнополевое (*Panicum miliaceum ruderalis* (Kitag.) Tzvel.) и просо куриное (*Echinochloa crus galli* L.). Реже встречались из корнеотпрысковых: вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), бодяк щетинистый (*Cirsium setosum* L.), из ранняяровых: марь белая (*Chenopodium album* L.), сурепка полевая (*Brassica campestris* L.), гречишка вьюнковая (*Poligonum convolvulus* L.), из зимующих: пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris* L.), аистник цикutowый (*Erodium cicutarium* L.).

Доля сорного компонента в агрофитоценозе голозёрного ячменя на контрольных делянках составляла 31,5 %, что соответствует сильной степени засорения (рисунок 1).

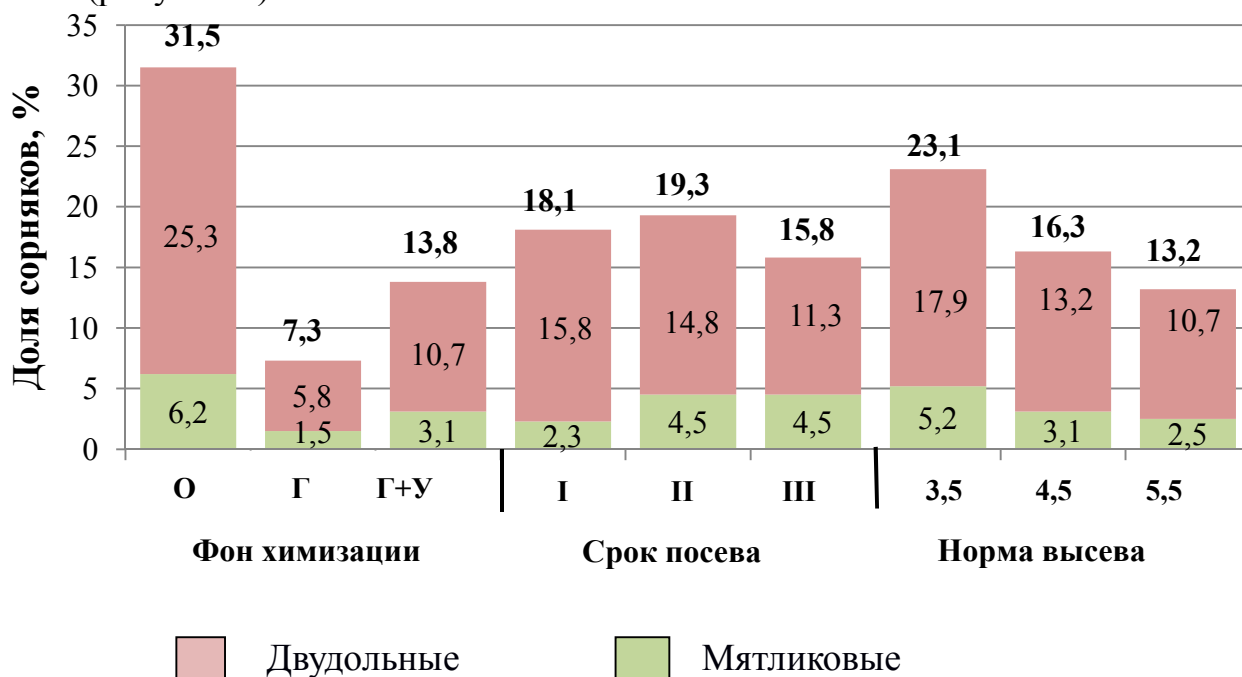


Рисунок 1 – Доля сорняков в агрофитоценозе голозёрного ячменя (2011-2014 гг.), %

Применение баковой смеси гербицидов (Пума Супер 7,5 ЭМВ и Секатор Турбо, МД) обеспечивало слабую степень засорения. На фоне азотного удобрения эффективность подавления сорняков снижалась Их доля составляла уже 13,8 %, что показатель средней степени засорения. При этом возрастала как доля двудольных сорняков, так и мятликовых. Вклад фона химизации в изменение доли сорняков – 84,6 % (рисунок 2).

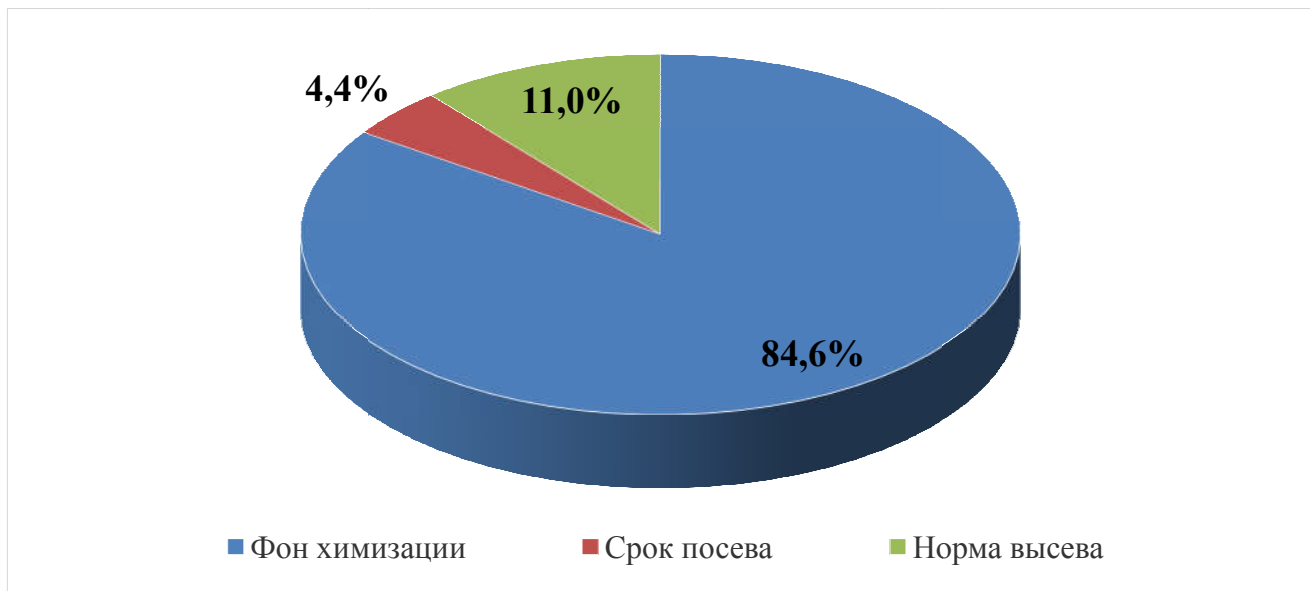


Рисунок 2 – Вклад факторов в изменение доли сорняков в агрофитоценозе (2011-2014 гг.), %

Увеличение нормы высева с 3,5 до 5,5 млн/га способствовало уменьшению засоренности. Доля сорняков снижалась с 23,1 до 13,2 %, но не достигала уровня слабой степени. Вклад этого фактора составил 11,0 %.

При имеющемся в опыте типе засорения не удавалось существенно решить проблему за счет сроков посева. При посеве в июне часть всходов позднейрковых сорняков уничтожалась предпосевной обработкой почвы, но в острозасушливом 2012 г., наоборот, эти посевы оказались самыми засоренными. Всходы позднейрковых сорняков появились вместе с культурными растениями. Отсюда слабое влияние сроков посева на изменение доли сорняков – 4,4 %.

3.4 Изучение стеблестоя голозёрного ячменя

В среднем за четыре года полевая всхожесть ячменя слабо реагировала на внесенное перед посевом азотное удобрение. Показатели по фонам химизации были в пределах 68,0-68,9 %. Максимальное воздействие на изменение полевой всхожести вносили нормы высева (57,3 %). По мере увеличения числа высеянных семян с 3,5 до 5,5 млн/га показатели снижались с 71,4 до 65,8 %. Вклад срока посева в изменчивость полевой всхожести составил 41,0 %. Минимальные значения отмечались на посевах 25-28 мая – 66,3 % и максимальные – на июньских посевах – (71,1 %).

Выживаемость как отношение количества растений перед уборкой урожая к высеянным всхожим семенам зависела и от погодных условий конкретных лет, и от элементов технологии возделывания голозерного ячменя. Применение гербицидов способствовало увеличению выживаемости на 8,2 %. Сочетание их с удобрением было менее эффективным: увеличение только на 6,1 %. Вклад фона химизации составил 37,7 %. Наибольшее влияние на изменение выживаемости вносили нормы высева (56,0 %). Увеличение высева с 3,5 до 5,5 млн/га снижало выживаемость с 53,0 до 42,4 %.

В итоге вклад в формирование числа растений ячменя к уборке нормы высева составил 59,8 %, фона химизации – 35,3 % и срока посева – только 5,0 %.

3.5 Урожайность зерна и структура урожая голозёрного ячменя

Комплекс факторов, влияющих на изменения водного режима почвы, ее биологической активности, засоренности посевов: отражался на урожайности зерна голозёрного ячменя. Свою лепту вносили и погодные условия конкретных лет.

При более благоприятном соотношении количества выпадающих осадков и температуры воздуха в 2013 г. средняя урожайность зерна в опыте превысила 3 т/га (таблица 3). В засушливых условиях 2012 г. получено только 1,95 т/га.

Таблица 3 – Урожайность зерна голозёрного ячменя, т/га

Фон химизации (А)	Срок посева (В)	Норма высева, млн/га (С)	Год				Среднее	
			2011	2012	2013	2014		
1	2	3	4	5	6	7	8	
Без химизации – контроль	14–18.05	3,5	1,77	1,11	2,93	1,90	1,93	
		4,5	2,17	1,37	3,04	2,01	2,15	
		5,5	2,24	1,53	3,03	1,95	2,19	
	Среднее			2,06	1,34	3,00	1,95	2,09
	25–28.05	3,5	1,32	2,17	2,95	1,95	2,10	
		4,5	1,45	2,23	3,11	2,01	2,20	
		5,5	1,32	2,46	3,08	1,97	2,21	
	Среднее			1,36	2,29	3,05	1,98	2,17
	4–6.06	3,5	2,17	0,99	2,50	1,78	1,86	
		4,5	2,24	1,32	2,49	1,86	1,98	
		5,5	2,25	0,98	2,57	1,88	1,92	
	Среднее			2,22	1,10	2,52	1,84	1,92
Гербициды	14–18.05	3,5	2,73	1,92	3,06	2,49	2,55	
		4,5	2,90	2,39	3,46	2,66	2,85	
		5,5	2,79	2,35	3,40	2,72	2,82	
	Среднее			2,81	2,22	3,31	2,62	2,74
	25–28.05	3,5	1,68	2,39	3,25	2,26	2,40	
		4,5	1,72	2,53	3,53	2,53	2,58	
		5,5	1,53	2,70	3,54	2,65	2,60	
	Среднее			1,64	2,54	3,44	2,48	2,53
	4–6.06	3,5	2,90	1,69	2,89	2,28	2,44	
		4,5	2,90	2,20	3,12	2,31	2,63	
		5,5	2,90	1,89	2,94	2,32	2,51	
	Среднее			2,90	1,93	2,98	2,30	2,53

1	2	3	4	5	6	7	8	
Гербициды + Удобрение	14–18.05	3,5	2,90	1,62	3,20	2,83	2,64	
		4,5	3,31	1,87	3,61	2,92	2,93	
		5,5	3,00	2,27	3,47	2,90	2,91	
	Среднее		3,07	1,92	3,43	2,88	2,83	
	25–28.05	3,5	2,34	2,36	3,54	2,83	2,75	
		4,5	2,36	2,67	3,61	2,92	2,88	
		5,5	2,64	2,96	3,58	2,90	3,02	
	Среднее		2,45	2,66	3,58	2,88	2,88	
	4–6.06	3,5	3,68	1,42	3,12	2,78	2,68	
		4,5	3,58	1,69	3,31	2,88	2,80	
		5,5	3,36	1,60	3,15	2,91	2,70	
	Среднее		3,54	1,57	3,19	2,86	2,73	
	Среднее по годам			2,45	1,95	3,17	2,42	2,50
НСР ₀₅ частные различия			0,19	0,22	0,27	0,15		
А			0,06	0,07	0,09	0,05		
В			0,06	0,07	0,09	0,05		
С			0,06	0,07	0,09	0,05		

На естественном фоне без применения средств химизации, в среднем по всем годам, срокам посева и нормам высева, урожайность зерна составила 2,06 т/га. Применение баковой смеси гербицидов обеспечило прибавку в 0,54 т/га, а на фоне азотного удобрения – 0,75 т/га. Отсюда доля фона химизации в изменении урожайности зерна – 89,3 %.

Влияние срока посева менее выражено. Если при первом сроке получено в среднем по опыту 2,55 т зерна с 1 га, то во втором немногим меньше – 2,53 т/га. Только на июньских посевах снижение урожайности более заметно – 2,39 т/га. Доля этого фактора – всего 4,5 %.

Среди использованных норм высева выше урожайность зерна при 4,5 млн/га – 2,56 т/га. Близкие результаты при 5,5 млн/га – 2,54 т/га, но с учетом большего расхода семян этот вариант проигрывает. Снижение высева до 3,5 млн/га приводило к снижению урожайности зерна до 2,37 т/га. Доля нормы высева в изменении урожайности составляла 6,2 %.

Зависимость урожайности голозерного ячменя от доли сорняков в посевах на разных фонах химизации имела среднюю и сильную степень связи (Таблица 4). Средние коэффициенты корреляции были в варианте с использованием гербицида (–0,48), самой сильной на фоне без применения химизации (–0,77).

Коэффициент детерминации ($d_{y/x}$) показывает процент зависимости урожайности от изучаемого фактора. Изучение зависимости урожайности культуры от доли сорных растений в агрофитоценозе по разным фонам химизации показало, что без химизации снижение урожайности культуры на 59% зависит

от засоренности посевов, а с применением гербицида на 23%, в посевах же на удобренном фоне с применением гербицидов на 53%.

Таблица 4 – Зависимость между урожайностью зерна и засоренностью посевов голозёрного ячменя

Показатель	Фон химизации			Срок посева			Норма высева		
	О	Г	Г+У	I	II	III	3,5	4,5	5,5
r	-0,77	-0,48	-0,73	-0,76	-0,60	-0,83	-0,73	-0,69	-0,70
S_r	0,11	0,15	0,12	0,11	0,14	0,10	0,11	0,12	0,12
$d_{y/x}$	0,59	0,23	0,53	0,57	0,37	0,68	0,54	0,47	0,49
b_{yx}	-0,03	-0,05	-0,06	-0,04	-0,03	-0,05	-0,04	-0,04	-0,04

О – без химизации – контроль, Г – Гербициды, Г + У – Гербициды + Удобрение

Коэффициент регрессии (b_{yx}) показывает количественное изменение урожайности от наличия сорняков. Увеличение доли сорняков в посевах на 1 % в зависимости от фона химизации приведет к снижению урожайности голозёрного ячменя на 0,03–0,06 т/га. Наибольшее снижение урожайности наблюдается на фоне с применением удобрений и гербицидов.

Определена средняя и сильная степени связи урожайности ячменя от засоренности по срокам посева. На втором сроке посева – средняя связь (-0,60), снижение урожайности на 37% зависело от доли всех сорняков в посевах. Самая сильная степень связи (-0,83) – третий срок посева, снижение урожайности на 68% зависит от степени засорения посевов. В зависимости от срока посева, увеличение доли сорняков на 1% снижает урожайность ячменя на 0,03-0,05 т/га.

В зависимости от нормы высева голозёрного ячменя анализ связи между урожайностью культуры и уровнем засоренности посевов показал тесную связь между этими признаками на двух вариантах: 3,5 и 5,5 млн. всхожих зерен на гектар (коэффициент корреляции -0,73 и -0,70 соответственно). Ошибка коэффициента корреляции в пределах от 0,11 до 0,12. Снижение урожайности на 54% и 49% зависит от степени засорения посевов. Зависимость между изучаемыми признаками чуть меньше в варианте с коэффициентом высева 4,5 млн. зёрен на гектар (-0,69), доля снижения урожайности зависит от степени засоренности посевов на 47 %. При всех нормах высева происходит повышение общей засоренности посевов на 1 %, что приводит к уменьшению урожайности голозёрного ячменя на 0,04 т/га.

3.6 Качество зерна голозёрного ячменя

Лабораторная всхожесть семян голозёрного ячменя была близка в всех вариантах опыта – 94,2-95,8 %, а энергия прорастания снижалась при более поздних сроках посева (таблица 5). Применение гербицидов, особенно на фоне азотного удобрения, приводило к увеличению массы 1000 семян на 0,96-1,24 г и содержания белка в зерне на 0,64-1,41 %. Влияние сроков посева сказывалось на уровне энергии прорастания семян в пользу более ранних.

Энергия прорастания, всхожесть и особенно масса 1000 семян снижались при увеличении нормы высева свыше 4,5 млн/га.

Натура зерна возрастала при использовании баковой смеси гербицидов, но на фоне азотного удобрения была ниже, чем в варианте при использовании только гербицидов, а содержание белка, напротив, стабильно увеличивалось по мере увеличения уровня химизации.

Таблица 5 – Качество зерна голозёрного ячменя при норме высева 4,5 млн/га (2011-2014 гг.)

Фон химизации	Срок посева	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Масса 1000 семян, г	Натура зерна, г/л	Белок в зерне, %
Контроль – без химизации	14-18.05	91,5	95,8	32,72	612	15,36
	25-28.05	90,2	95,0	32,70	578	15,16
	4-6.06	83,2	94,2	32,95	573	14,67
Гербициды	14-18.05	92,5	95,8	33,31	622	15,48
	25-28.05	91,0	96,5	33,55	610	15,33
	4-06	86,5	95,8	33,84	576	15,28
Гербициды + Удобрение	14-18.05	89,0	95,5	33,68	607	16,00
	25-28.05	87,5	95,2	33,94	605	16,17
	4-6.06	84,8	95,5	33,98	576	16,08

ГЛАВА 4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГОЛОЗЁРНОГО ЯЧМЕНЯ

4.1 Экономическая эффективность

В наших расчетах использована цена 1 т зерна голозёрного ячменя в Омской области за 2013 г. – 6000 руб., баковой смеси гербицидов – 1710 руб./га.

В среднем по опыту стоимость полученного зерна на фоне без применения средств химизации составила 12360 руб./га. При использовании гербицидов – увеличение на 3227 руб./га, а в сочетании с удобрением – на 4513 руб./га. Среди сроков посева показатели выше при первом – 15313 руб./га, а норм высева при 4,5 млн/га – 15333 руб./га.

Применение гербицидов увеличивало затраты на 1 га с 5754 до 7313 руб., а в комбинации с удобрением и до 9297 руб.

Себестоимость 1 т зерна снижалась на фоне применения гербицидов на 62 руб., но возрастала при их сочетании с удобрением на 427 руб. Минимальные значения этого показателя при первом сроке посева и при норме высева – 4,5 млн/га.

Условно чистый доход с 1 га на контрольных делянках составлял 6556 руб./га. При комплексном использовании удобрения и гербицидов он возрастал на 1020 руб., а только гербицидов – на 1717 руб. Вновь выше пока-

затели при посеве 14-18 мая и норме высева – 4,5 млн/га. Здесь же выше и уровень рентабельности – более 107 %. При комплексной химизации уровень рентабельности составил 81,5 %. На фоне гербицидов и без средств химизации он достигал 113,1 %.

При рассмотрении отдельных вариантов технологии голозёрного ячменя следует выделить посев 14-18 мая с нормой 4,5 млн/га с применением гербицидов Пума Супер 7,5 ЭМВ и Секатор Турбо, МД (таблица 6). Здесь минимальная себестоимость 1 т зерна – 2596 руб., максимальные условно чистый доход – 9700 руб./га и уровень рентабельности – 131,0 %.

Таблица 6 – Экономическая эффективность возделывания голозёрного ячменя (2011-2014 гг.)

Фон химизации	Срок посева	Норма высева, млн./га	Урожайность зерна, т/га	Стоимость зерна с 1 га, руб.	Затраты на 1 га, руб.	Себестоимость 1 т зерна, руб.	Условно чистый доход с 1 га, руб.	Уровень рентабельности, %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Без химизации – контроль	14–18.05	3,5	1,93	11580	5425	2811	6154	113,4	
		4,5	2,15	12900	5385	2714	7065	121,0	
		5,5	2,19	13140	6183	2823	6957	112,5	
	Среднее			2,09	12540	5664	2783	6725	115,6
	24–28.05	3,5	2,10	12600	5483	2611	7116	129,8	
		4,5	2,20	13200	5852	2660	7348	125,6	
		5,5	2,21	13260	6190	2801	7070	114,2	
	Среднее			2,17	13020	5842	2691	7178	123,2
	4–6.06	3,5	1,86	11160	5401	2904	5758	106,6	
		4,5	1,98	11880	5777	2918	6103	105,6	
		5,5	1,92	11520	6091	3172	5729	89,1	
	Среднее			1,92	11520	5756	2998	5863	100,4
Гербициды	14–18.05	3,5	2,55	15,300	6963	2731	8337	119,7	
		4,5	2,85	17100	7399	2596	9700	131,0	
		5,5	2,82	16920	7724	2739	9196	119,1	
	Среднее			2,74	11345	7362	2689	9078	123,3
	24–28.05	3,5	2,40	14400	6912	2879	7488	108,3	
		4,5	2,58	15480	7307	2832	8172	111,8	
		5,5	2,60	15600	7649	2942	7951	103,9	
	Среднее			2,53	15160	7289	2884	7870	108,0
	4–6.06	3,5	2,44	14640	6925	2838	7715	111,4	
		4,5	2,63	15780	7325	2785	8455	115,4	
		5,5	2,51	15060	7618	3035	7442	97,7	
	Среднее			2,53	15160	7289	2886	7871	108,2
	14–18.05	3,5	2,64	15840	8904	3373	6936	77,9	
		4,5	2,93	17580	9337	3187	8243	88,3	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		5,5	2,91	17460	9665	3321	7795	80,7
Гербициды + Удобрение	Среднее		2,83	16960	9302	3294	7658	82,3
	24–28.05	3,5	2,75	16500	8942	3251	7559	84,5
		4,5	2,88	17280	9320	3236	7960	85,4
		5,5	3,02	18120	9702	3213	8418	86,8
	Среднее		2,88	17300	9321	3233	7979	85,6
	4–6.06	3,5	2,68	16080	8917	3327	7162	80,3
		4,5	2,80	16800	9293	3319	7507	80,8
		5,5	2,70	16200	9593	3553	6607	68,9
Среднее		2,73	16360	9268	3400	7092	76,7	

Дополнительное внесение азотного удобрения (N_{60}) снижало экономические показатели за счет увеличения затрат на 1938 руб./га, но при уровне рентабельности в 88,3 % их применение оправдано.

4.2 Биоэнергетическая эффективность

Сравнивая выход валовой энергии по фонам химизации, в среднем по всем срокам посева и нормам высева, отмечаем рост этого показателя от применения гербицидов на 8551 МДж/га, а при комплексном их использовании с удобрением – на 11960 МДж/га (таблица 7).

Таблица 7 – Биоэнергетическая эффективность возделывания голозёрного ячменя (2011-2014 гг.)

Вариант	Выход валовой энергии, МДж/га	Затраты совокупной энергии, МДж/га	Энергетический коэффициент	Приращение валовой энергии, МДж/га
Контроль – без химизации	32754	8533	3,84	24221
Гербициды	41305	8942	4,62	32363
Гербициды + Удобрение	44714	14123	3,17	30591
14-18.05	40580	10549	3,85	30031
25-28.05	40174	10529	3,82	29645
4-6.06	38019	10318	3,68	27701
3,5 млн/га	37718	9784	3,86	27934
4,5 млн/га	40633	10550	3,85	30083
5,5 млн/га	40421	11263	3,59	29158

Оптимальный выход валовой энергии наблюдался при первом сроке посева и норме высева 4,5 млн/га.

Приращение валовой энергии как разницы между ее выходом и затратами совокупной энергии достигало максимума на фоне гербицидов – 32363 МДж/га. Здесь и выше энергетический коэффициент – 4,62.

Как по биоэнергетической, так и по экономической эффективности оптимальным вариантом выделен посев 4,5 млн/га на фоне применения гербицидов. Здесь максимальные показатели приращения валовой энергии (36309 МДж/га) и энергетического коэффициента – 5,03.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Почвенная влага продуктивнее расходовалась растениями голозёрного ячменя при использовании азотного удобрения и гербицидов. На формирование 1 т зерна затрачивалось 733 т воды, или меньше, чем на контроле в 1,4 раза.

2. При использовании баковой смеси гербицидов снижение численности микроорганизмов в почве наблюдалось первые 1-2 недели и восстанавливалось через месяц. Усиление фона химизации приводило к уменьшению степени разложения целлюлозы на 3,2-4,8 %.

3. Обработка посевов баковой смесью граминицида и дикотицида обеспечивала слабую степень засорения. При сочетании гербицидов и удобрения доля сорняков возрастала с 7,3 до 13,8 %. Подавление сорняков усиливалось при увеличении нормы высева.

4. Полевая всхожесть голозёрного ячменя на 57,3 % зависела от нормы высева. По мере ее увеличения с 3,5 до 5,5 млн/га снижение от 71,4 до 65,8 %, при максимальных величинах на июньских сроках посева.

5. Выживаемость голозёрного ячменя с увеличением нормы высева снижалась с 53,0 до 42,4 %, а при использовании гербицидов повышалась на 6,1–8,2 %.

6. Урожайность зерна голозёрного ячменя на 89,3 % зависела от фона химизации. Применение гербицидов способствовало ее увеличению с 2,06 до 2,60 т/га, а на фоне азотного удобрения и до 2,81 т/га. Оптимальный срок посева – вторая декада мая (2,53 т/га) и норма высева 4,5 млн./га (2,56 т/га).

7. Энергия прорастания семян голозёрного ячменя на 70,3 % зависела от срока посева. С июньских посевов снижение достигало 4,2-5,2 %. Менее выражено влияние элементов технологии на лабораторную всхожесть. Масса 1000 семян, натура зерна и содержание белка в зерне положительно реагировали на усиление фона химизации.

8. Экономически целесообразнее вариант технологии голозёрного ячменя с посевом 14-18 мая нормой 4,5 млн/га и применением баковой смеси гербицидов. Себестоимость 1 т зерна минимальная в опыте – 2596 руб., максимальные условно чистый доход с 1 га – 9700 руб. и уровень рентабельности – 131 %, приращение валовой энергии 36309 МДж/га при энергетическом коэффициенте 5,03. Применение азотного удобрения (N_{60}) снижало ряд экономических показателей, но обеспечивало максимальную величину стоимости зерна (до 18120 руб./га) при уровне рентабельности 88,3 %.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

В условиях южной лесостепи Западной Сибири в зернопаровом севообороте на лугово-черноземных почвах с преимущественным засорением поздними яровыми сорняками рекомендуется посев голозерного ячменя сорта Омский голозерный 2 во второй декаде мая с нормой высева 4,5 млн. всхожих зерен на гектар, обработка посевов в фазу кущения культуры баковой смесью гербицидов Пума Супер 7,5, ЭМВ и Секатор Турбо, МД. Применение аммиачной селитры из расчета получения 3 т зерна с 1 га обеспечивает увеличение стоимости полученного зерна при уровне рентабельности свыше 80 %.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Некрасова, Е.В. Сроки посева голозерного ячменя при разном уровне химизации / Е.В. Некрасова, Н.А. Рендов, **А.В. Гладких** // Вестник Алтайского ГАУ. – 2014. - № 3 (113). – С. 5-9.

2. **Гладких, А.В.** Качество зерна голозерного ячменя в зависимости от технологии возделывания в южной лесостепи Омской области / А.В. Гладких, Н.А. Рендов, Е.В. Некрасова, С.И. Мозылева, А.А. Калошин // Вестник Казанского ГАУ. – 2017. – № 1 (43). – С. 25-28.

3. **Гладких, А.В.** Формирование стеблестоя голозерного ячменя в условиях южной лесостепи Омской области / А.В. Гладких, Н.А. Рендов, Е.В. Некрасова, С.И. Мозылева, А.А. Калошин // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 1. – С. 24-29.

4. **Гладких, А.В.** Влияние элементов технологии возделывания на урожайность зерна голозерного ячменя / А.В. Гладких, Рендов Н.А., Е.В. Некрасова, С.И. Мозылева // Вестник Омского ГАУ. – 2019. – № 2 (34). – С. 19-23.

Публикации, входящие в Международную базу цитирования Web of Science:

5. Rendov N., **Gladkikh A.** and Nekrasova E. The influence of the cultivation technology elements on the economic performance of the bare barley grain production, International Conference on Sustainable Development of Cross-Border Regions. IOP Publishing. IOP Conf. Series : Earth and Environmental Science, Vol. 395, 2019.

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/395/1/012011/pdf>

6. **Gladkikh A.**, Rendov N., Nekrasova E. and Mozyleva S. Change in the Agrophitocenosis of Hulless Barley Depending on the Elements of Cultivation Technology, The Fifth Technological Order: Prospects for the Development and Modernization of the Russian Agro-Industrial Sector (TFTS 2019), Vol. 393, 2019.

Публикации в других научных изданиях:

7. **Гладких, А.В.** Нормы высева и сроки сева голозерного ячменя в условиях южной лесостепи Омской области / А.В. Гладких, Е.В. Некрасова, Н.А. Рендов [и др.] // Новые технологии в промышленности и сельском хозяйстве : материалы 1-й Всероссийской заочной науч.-практ. конф. Декабрь 2012 г. – Бийск, 2012. – С. 242-245.

8. **Гладких, А.В.** Влияние сроков сева, норм высева и уровня химизации на засоренность посевов голозерного ячменя / А.В. Гладких, Е.В. Некрасова, Н.А. Рендов, С.И., Мозылева, В.В. Стецюк, Р.А. Хуснутдинов // Вестник Омского ГАУ. – 2013. – № 1 (9). – С. 21-25.

9. **Гладких, А.В.** Оптимальные нормы высева и сроки посева голозерного ячменя на фоне гербицидов / А.В. Гладких, Е.В. Некрасова, Н.А. Рендов, Л.Н. Домченко // Реализация государственной программы развития сельского хозяйства и регулирование рынков с.-х. продукции, сырья и продовольствия : инновации, проблемы, перспективы : материалы 2-го Международного науч.-техн. форума : 27-29 марта 2013 г. – Омск. – 2013. – С. 55-58.

10. Некрасова, Е.В. Экономическая эффективность возделывания голозерного ячменя в южной лесостепи Западной Сибири / Е.В. Некрасова, Н.А. Рендов, **А.В. Гладких** // Агрометеорология и сельское хозяйство : история, значение и перспективы : сб. материалов Национальной (Всероссийской) науч.-практ. конф., посвященной 100-летию юбилею со дня образования учебной лаборатории агрометеорологии (Омск, 23 марта 2016 г.). – Омск: Изд-во: ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2016. – С. 22-24.