© Гулянов Ю.А., Поляков Д.Г., Грошева О.А., 2021
УДК 633.11:574.472
DOI: 10.24412/2712-8628-2021-3-105-118

СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ УСТОЙЧИВОМУ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЮ И УРОЖАЙНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В ЗЕМЛЕДЕЛИИ СТЕПНОЙ И ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

Ю.А. Гулянов, Д.Г. Поляков, О.А. Грошева
Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург
e-mail: orensteppe@mail.ru

В статье представлены данные, подтверждающие изменение гидротермических условий периода наиболее вероятной вегетации яровых зерновых культур (май-июль), проявляющееся в заметном снижении количества атмосферных осадков при значительном повышении ресурсов тепла. Вместе с катастрофическим снижением почвенного плодородия на фоне практически полного игнорирования органических удобрений и использования минеральных удобрений в количествах, не достаточных для восполнения вынесенных урожаями почвенных ресурсов, а также повсеместными технологическими отступлениями, они отнесены к основным вызовам устойчивому землепользованию и высокой реализации урожайного потенциала зерновых культур. При сложившихся технологических и климатических условиях в Притобольской лесостепной провинции (Курганская область) отмечена более высокая урожайность яровой пшеницы и ячменя (за 2000-2020 гг.), на 0,27 т/га (22,9 %) – 0,23 т/га (15,9 %) выше, чем в Зауральской степной провинции (Челябинская область). Неполная детерминация вариации урожайности перечисленных зерновых культур климатическими факторами и приёмами воспроизводства почвенного плодородия (применение минеральных удобрений), с резервом 23,0-27,0 % (Курганская область) - 34,5-39,5 % (Челябинская область), признана свидетельством существенного влияния на реализацию урожайного потенциала и других факторов: несоответствия научно обоснованным нормам практикуемой структуры посевных площадей (прежде всего до 70-80 % насыщенность зерновыми культурами), несовершенства системы севооборотов, засилья монокультур, низкого качества агротехнических приёмов, связанных в том числе и с невостребованностью агрономических кадров современными, особенно мелкими, сельскохозяйственными организациями и КФХ, интуитивно расставляющими технологические приоритеты.

Ключевые слова: степная и лесостепная зона, устойчивое землепользование, современные вызовы, яровая пшеница, ячмень, реализация урожайного потенциала.

Введение

Регионы степной и лесостепной зон РФ являются традиционными поставщиками продовольственного зерна на российский и внешний рынок и принимают существенное участие в обеспечении продовольственной безопасности страны. Стабильное производство достаточных объёмов качественного продовольственного зерна на указанных территориях вполне обоснованно относится к первоочередным приоритетам и имеет актуальное значение.

Внедрение наукоёмких ресурсосберегающих агротехнологий, направленных на высокую реализацию биологического потенциала полевых культур и расширенное воспроизводство почвенного плодородия, позволяет получать здесь достаточно высокие урожаи (рис. 1).

Рисунок 1 – Высокопродуктивные агроценозы яровой мягкой пшеницы в ландшафтно-адаптивных системах земледелия Курганской области, август 2021 г.

Вместе с тем, наметившаяся в последние десятилетия тенденция климатических изменений, принявших мировой характер [1, 2], нуждается в оценке их влияния на стабильность зернового производства, требует переосмысления устоявшихся технологических подходов, их адаптации к современным климатическим реалиям [3].

В научной среде отечественными и зарубежными учёными достаточно активно обсуждаются указанные экологические проблемы [4, 5], ведётся научный поиск адаптивных технологических подходов, снижающих климатические риски [6-8], особенно обостряющиеся в условиях стремительно прогрессирующей деградации почвенного плодородия, имеющей исключительно антропогенный характер [9-10].

Цель настоящих исследований заключалась в выявлении и актуализации современных климатических и антропогенных вызовов устойчивому земледельческому использованию сельскохозяйственных угодий степной и лесостепной зон России на примере Зауральской степной и Притобольской лесостепной провинции. Изучались многолетние тенденции (1990-2020 гг.) в изменении региональных климатических условий, оценивался урожайный потенциал основных зерновых культур (яровая пшеница, ячмень) и его связь с природными факторами и приёмами воспроизводства почвенного плодородия (применение минеральных удобрений).

Для достижения намеченных результатов были сформулированы следующие задачи:

- проследить динамику среднемесячной температуры воздуха и суммарного количества осадков за период наиболее вероятной вегетации яровых зерновых культур (май-июль) за 1990-2020 гг.;
- определить направленность климатических изменений и оценить современные метеорологические условия по ресурсам тепла (сумма активных температур, 0°С), влаги (количество атмосферных осадков, мм) и величине гидротермического коэффициента (ГТК) Селянинова;
- актуализировать представления об антропогенной деградации почвенного покрова и агротехнических средствах воспроизводства почвенного плодородия, оценить объёмы внесения минеральных удобрений;
- выявить связь урожайности с климатическими особенностями природных зон и приёмами воспроизводства почвенного плодородия (внесением минеральных удобрений), определить долю их участия в реализации биологического потенциала зерновых культур.

Материалы и методы

Объектом исследований являлись сведения о количестве атмосферных осадков и среднемесячной температуре воздуха в Зауральской степной (Челябинская область,

метеостанция Карталы) и Притобольской лесостепной (Курганская область, метеостанция Курган) провинции РФ [11, 12]. При значениях гидротермического коэффициента (ГТК, по Селянинову) от 1,3 до 1,0 условия увлажнения считали слабо-засушливыми, от 1,0 до 0,7 – засушливыми, от 0,7 до 0,4 – очень засушливыми и ниже 0,4 – сухими. Источником урожайных данных и объёмов внесения минеральных удобрений служила официальная статистическая информация Федеральной службы государственной статистики, представленная в Единой межведомственной информационно-статистической системе РФ [13] и сборниках «Регионы России. Социально-экономические показатели» [14]. При обработке цифрового материала применялись общепринятые методы статистического анализа. Корреляционный и регрессионный анализ опытных данных проводили в Microsoft Office Excel. Для оценки тесноты (силы) связи пользовались градацией Б.А. Доспехова – при значениях коэффициента корреляции (r) меньше 0,3 корреляционную зависимость между сравниваемыми параметрами считали слабой, в диапазоне от 0,3 до 0,7 – средней и больше 0,7 – сильной [15].

Результаты и обсуждение

В результате ретроспективного анализа метеорологических показателей за истекшие 30 лет (1990-2020 гг.) выявлено повышение среднемесячной температуры воздуха в период наиболее вероятной вегетации яровых зерновых культур (май-июль), наиболее выраженное (на 0,9°С) в Зауральской степной провинции (далее – степной зоне). В Притобольской лесостепной провинции (далее – лесостепной зоне) отмечена лишь тенденция к потеплению указанных месяцев – прибавка составила только 0,1°С. Лесостепная зона при меньшей на 0,4°С среднемесячной температуре мая-июля характеризовалась и её меньшей вариабельностью (на 0,7 %) с размахом вариации 4,8°С – от 19,3°С в 1991, до 14,5°С – в 1992 году. В степной зоне при среднемесячной температуре воздуха указанного периода 17,5°С её вариабельность (коэффициент вариации) оказалась равной 7,6 %, с размахом вариации 5,1°С – от 20,0°С (1998, 2012 гг.) до 14,9°С (1992 г.) (рис.2).

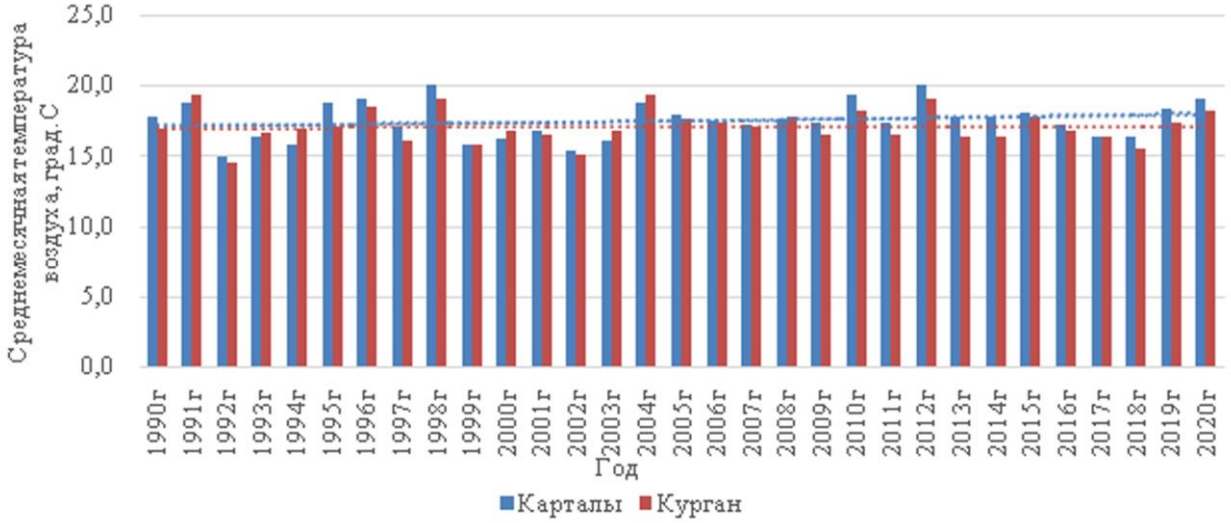

Рисунок 2 – Динамика среднемесячной температуры воздуха за период наиболее вероятной вегетации яровых зерновых культур (май-июль) в Зауральской степной (Карталы) и Притобольской лесостепной (Курган) провинции РФ, 1990-2020 гг.

Среднегодовая температура воздуха оказалась более изменчивой. И в степной и в лесостепной зоне при средних значениях 3,6-2,9°С она варьировала по годам с коэффициентом 25,0-28,7 %, а потепление составило 0,9°С в обеих зонах.

Анализ условий атмосферного увлажнения мая-июля выявил высокую вариабельность выпадения атмосферных осадков по годам при общем снижении их количества. Так, в степной зоне при средней их величине 143 мм размах вариации (с коэффициентом 37,7 %) составил 173 мм – от 229 мм (1993 г) до 56 мм (1998 г.), а недобор осадков к завершению периода (1990-2020 гг.) оказался равным 29 мм (20,3 %). Аналогичная ситуация отмечена и в лесостепной зоне – вариабельность выпадения атмосферных осадков также оказалась высокой (33,3 %), размах их вариации составил 177 мм (от 240 до 63 мм), а снижение количества – 32 мм. При средней за май-июль их величине в 151 мм уменьшение составило 21,9 % (рис. 3).

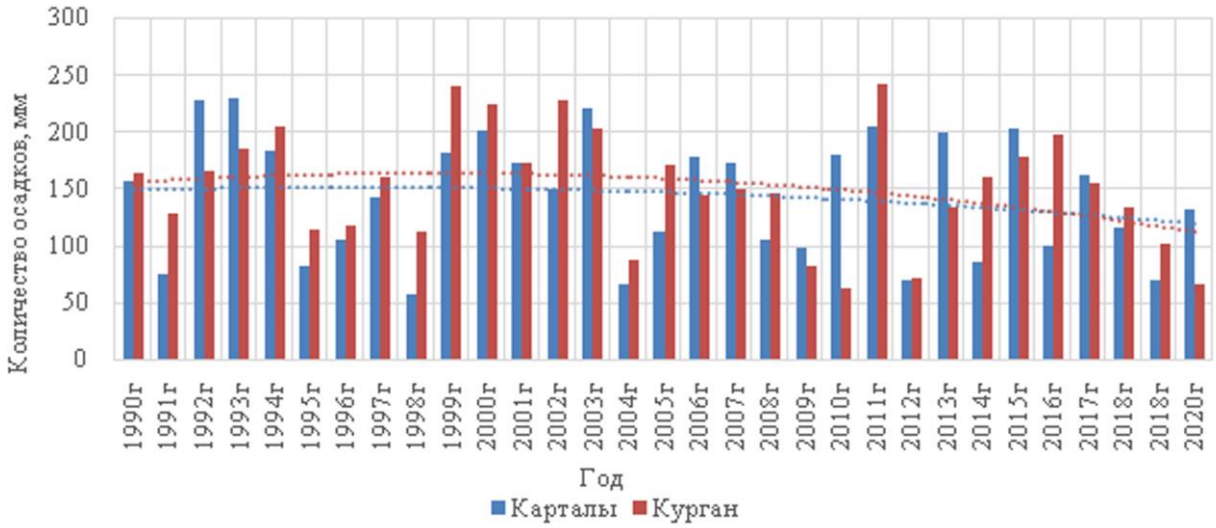

Рисунок 3 – Динамика суммарного количества осадков за период наиболее вероятной вегетации яровых зерновых культур (май-июль) в Зауральской степной (Карталы) и Притобольской лесостепной (Курган) провинции РФ, 1990-2020 гг.

Следует отметить, что в целом за год выпадение атмосферных осадков было менее изменчивым. При средней за 1990-2020 гг. их величине в 391-405 мм (в лесостепной и степной зоне соответственно) коэффициент вариации по годам составил 18,6-25,6 %, а отрицательный баланс к завершению анализируемого периода – 19-21 мм (4,9-5,2 %).

В тёплый период года или период активной вегетации (период со среднесуточной температурой воздуха более 10°С) отмечалось 250 (степная зона) – 260 (лесостепная зона) мм осадков или 61,7-66,5 % от их среднегодового количества. Лесостепная зона характеризовалась меньшей вариабельностью осадков в отдельные годы (25,0 % против 35,7 %) и большим снижением их среднегодового количества к концу периода – на 45 мм (17,3 %) или на 15 мм больше, чем в степной зоне (30 мм или 12,0 %).

За период наиболее вероятной вегетации яровых зерновых культур (май-июль) отмечена аналогичная закономерность. Лесостепная зона характеризовалась большим абсолютным (мм) количеством атмосферных осадков, их относительной (%) величиной в осадках тёплого периода, меньшей вариабельностью и большей убылью к завершению анализируемого периода (табл. 1).

Анализ термических ресурсов периода наиболее вероятной вегетации яровых зерновых культур за исследуемые годы (1990-2020) выявил их рост, наиболее выраженный в степной зоне, где он составил 90°С или 5,6 %. При меньшей на 38°С сумме активных (выше 10°С) температур в лесостепной зоне (1570°С) прирост ресурсов тепла составил только 10°С. Аналогичная направленность изменений термических ресурсов отмечалась и в целом за период активной вегетации. Степная зона характеризовалась большими на 103°С ресурсами тепла (2703°С против 2600°С) и их большим на 80°С приростом (на 190°С против 110°С) к завершению исследуемого периода.

Таблица 1– Метеорологические условия и современная климатическая характеристика Зауральской степной и Притобольской лесостепной провинции РФ в период наиболее вероятной вегетации яровых зерновых культур (май-июль), 1990-2020 гг.

Природная зона	Количество осадков за май-июль, мм				Сумма активных температур, °С		ГТК Селянинова, мм/°С	
	средние	доля, %		изменение	средние	изменение	средние	изменение
		от годовых	от тёплого периода					
Степная (Карталы)	143	35,3	57,2	- 29	1608	+ 90	0,91	- 0,28
Лесостепная (Курган)	151	38,6	58,1	- 32	1570	+ 10	1,01	- 0,19

Следует особо подчеркнуть значительно меньшую по сравнению с атмосферными осадками вариабельность сумм активных температур воздуха, как за период наиболее вероятной вегетации яровых зерновых культур (май-июль), составившую 7,6-6,9 % (в степной и лесостепной зоне соответственно), так и в целом за период активной вегетации – 8,1 % в рассматриваемых зонах.

Результатом суммирующей динамики метеорологических параметров анализируемого периода (1990-2020), выразившейся в отрицательном балансе атмосферных осадков и приросте ресурсов тепла, стало заметное снижение гидротермического коэффициента Селянинова (далее ГТК), свидетельствующее о значительном ухудшении гидротермических условий для вегетации сельскохозяйственных культур. Так, в степной зоне при средним значении ГТК активного периода вегетации 0,94 мм/°С, характеризующего гидротермические условия как засушливые, его снижение к завершению анализируемого тридцатилетнего периода составило 0,22 мм/°С или 23,4 %. Наиболее заметное снижение ГТК в указанной зоне наблюдалось в последнее десятилетие. Если за предшествующие десятилетия ГТК снижался незначительно, составив в среднем за 1990-1999 гг. 0,96 мм/°С и 0,95 мм/°С – за 2000-2009 гг., то за 2010-2020 гг. он оказался равным 0,91 мм/°С, а в отдельные годы этого периода понижался до 0,68 (2019, 2020) – 0,52 (2012) мм/°С, характеризуя гидротермические условия уже как очень засушливые. Ещё более заметное снижение ГТК в степной зоне отмечалось в период наиболее вероятной вегетации яровых зерновых культур, составившее при среднем значении анализируемого периода 0,91 мм/°С 0,28 мм/°С или 30,7 %. Как и в случае с периодом активной вегетации, наиболее существенное снижение ГТК мая-июля произошло в последнее десятилетие (2010-2020), уменьшившись по сравнению с предыдущим десятилетием сразу на 0,10 мм/°С.

В лесостепной зоне, при аналогичной направленности изменений ГТК, их абсолютные значения оказались ниже, благодаря чему гидротермические условия вегетационного периода в целом оставались более благоприятными для выращивания сельскохозяйственных культур. Среднее значение ГТК активного периода составило 1,03 мм/°С и к завершению анализируемого периода уменьшилось на 0,09 мм/°С (8,7 %). За период наиболее вероятной вегетации яровых зерновых культур снижение ГТК, при среднем значении 1,01 мм/°С, составило 0,19 мм/°С или 18,8 %. Наиболее значительное снижение ГТК, как и в степной зоне, отмечалось в период 2010-2020 гг.

Выявленные изменения гидротермических условий вегетационного периода, проявившиеся в заметном снижении количества атмосферных осадков при значительном повышении ресурсов тепла, в условиях и без этого скудных ресурсов атмосферного увлажнения, могут представлять определённые трудности для высокой реализации урожайного потенциала полевых культур и могут расцениваться как современные вызовы устойчивому земледельческому использованию сельскохозяйственных угодий Зауральской степной и Зауральской лесостепной провинции РФ.

В дополнение к этому, десятилетия нещадной эксплуатации почвенных ресурсов без должного воспроизводства почвенного плодородия и погоня за сиюминутной прибылью современных «хозяйственников» на земле, не утруждающих себя заботой о её сохранении и защите от разрушения, привели к формированию значительных площадей деградированных угодий, имеющих очень низкое плодородие, неустойчивых и часто забрасываемых в залежь. Результаты наших многолетних полевых исследований в степной и лесостепной зонах России являются явным тому подтверждением (рис. 4).

Рисунок 4 – Низкопродуктивный изреженный агроценоз яровой пшеницы на выработанных чернозёмах обыкновенных Курганской области, август 2021 г.

Как известно, наиболее действенным приёмом восполнения в почве вынесенных урожаями элементов минерального питания в экологоориентированных ресурсосберегающих технологиях является применение минеральных и органических удобрений, соблюдение севооборотов и научно-обоснованной структуры посевных площадей, качественное и своевременное выполнение технологических операций и др. [16-18]. К сожалению, органические удобрения в большинстве регионов России уже несколько десятилетий не вывозятся на поля в более или менее эффективных для почвенного плодородия количествах. Причины этого явления общеизвестны – от резкого сокращения поголовья скота в постперестроечный период, до реформирования форм собственности и «однобокой» специализации современных сельхозтоваропроизводителей, а также отсутствия государственного надзора за сохранением и воспроизводством почвенного плодородия и ответственности владельцев земельных угодий за небрежное и потребительское отношение к природному наследию.

Анализ объёмов использования минеральных удобрений также свидетельствует об их внесении под полевые культуры в количествах, явно не покрывающих вынос урожаями и не сдерживающих продолжающуюся мобилизацию почвенного плодородия (рис. 5).

В дополнение к этому их применение достаточно нестабильно по годам, с коэффициентом вариации 41,4 (Челябинская область) – 45,6 % (Курганская область), чаще всего определяемое финансовой нестабильностью хозяйствующих субъектов ввиду известной дороговизны удобрений на внутреннем рынке. Средняя норма внесения минеральных удобрений под полевые культуры за период с 2000 по 2020 гг. в Челябинской области составила 7,6 кг/га действующего вещества (далее д.в-ва.) и 16,0 кг/га д.в-ва – в Курганской области.

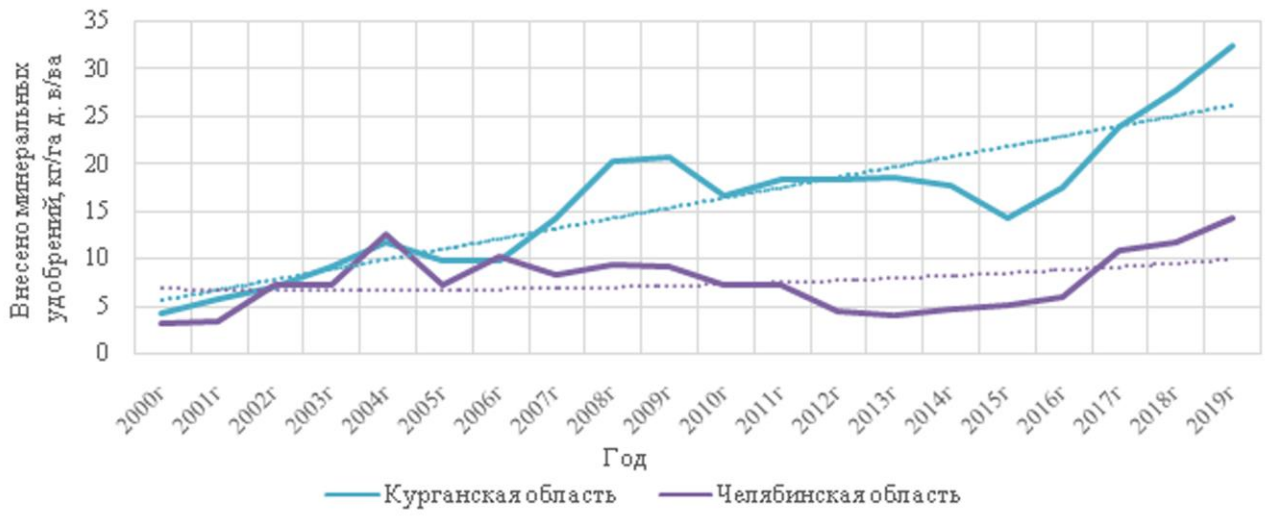

Рисунок 5 – Динамика внесения минеральных удобрений под полевые культуры в сельскохозяйственных организациях Челябинской и Курганской области, кг/га действующего вещества, 2000-2020 гг.

Следует отметить, что в обеих анализируемых территориях в последние годы наметился положительный тренд в годовых нормах минеральных удобрений, особенно заметный в Курганской области, где в 2019 г. внесли их наибольшее с 2000 г. количество – 32,4 кг/га д. в-ва. В Челябинской области тренд не такой заметный, составивший к концу двадцатилетнего периода только 3,0 кг/га д. в-ва. Исходя из изложенного, прогрессирующую деградацию почвенного покрова и прежде всего катастрофическое снижение почвенного плодородия на фоне практически полного игнорирования органических удобрений и использования минеральных удобрений в количествах, не достаточных для восполнения вынесенных урожаями почвенных ресурсов, следует считать ещё одним вызовом устойчивому землепользованию в степной и лесостепной зонах России.

Как свидетельствуют результаты наших полевых исследований, в регионах Зауральской степной и Притобольской лесостепной провинции РФ практически повсеместно встречаются поля, характеризующиеся ярко выраженной пестротой растительного покрова, ставшей следствием неоднородности почвенного покрова ввиду обозначенных выше климатических и антропогенных воздействий.

Рисунок 6 – Проявление неоднородности растительного покрова агроценоза ячменя на деградированных почвах лесостепной зоны (по материалам космической съёмки, Курганская область), 2021 г.

Как правило, подобные агроценозы, представленные разноразвитыми и с силу этого разнопродуктивными растениями, имеют невысокую урожайность с низким качеством продукции [19]. В них присутствуют ненарушенные высокоплодородные, обладающие высокой водопоглотительной и водоудерживающей способностью почвенные участки, формирующие урожайность на уровне, близком к биоклиматическому потенциалу территории (БКП). Как показали наши предшествующие исследования такие участки характеризуются мощным развитием фитомассы и нормализованным разностным вегетационным индексом (далее NDVI) на уровне 0,75-0,85 единиц в период колошения-цветения зерновых культур (рис. 6, окрашены ярко зелёным цветом). Антропогенно нарушенные элементарные участки с NDVI на уровне 0,55-0,65 единиц (окрашены светло-зелёным цветом) и особенно с NDVI 0,35-0,45 единиц (окрашены жёлтым цветом) теряют в урожайности до 35-50 % и более, что значительно «разбавляет» общую урожайность поля и приводит к её значительному снижению. В годы с обостряющейся засушливостью климата подобные негативные проявления вообще приводят на отдельных участках поля к гибели взошедших с весны побегов и появлению проплешин с полным отсутствием продуктивных растений.

Анализ урожайности яровой пшеницы и ячменя в Челябинской и Курганской области подтвердил её высокую вариабельность по годам, составившую 23,5-17,4 % и 25,4-17,5 % соответственно. Следует обратить внимание, что в земледелии Челябинской области, практикующей применение минеральных удобрений в меньших количествах, пестрота урожайности по годам значительно шире. Курганская область выделяется и более высокой урожайностью яровой пшеницы и ячменя в целом по области, на 0,27 т/га (22,9 %) – 0,23 т/га (15,9 %) в среднем за 2000-2020 гг. превышающую урожайность в Челябинской области (рис. 7).

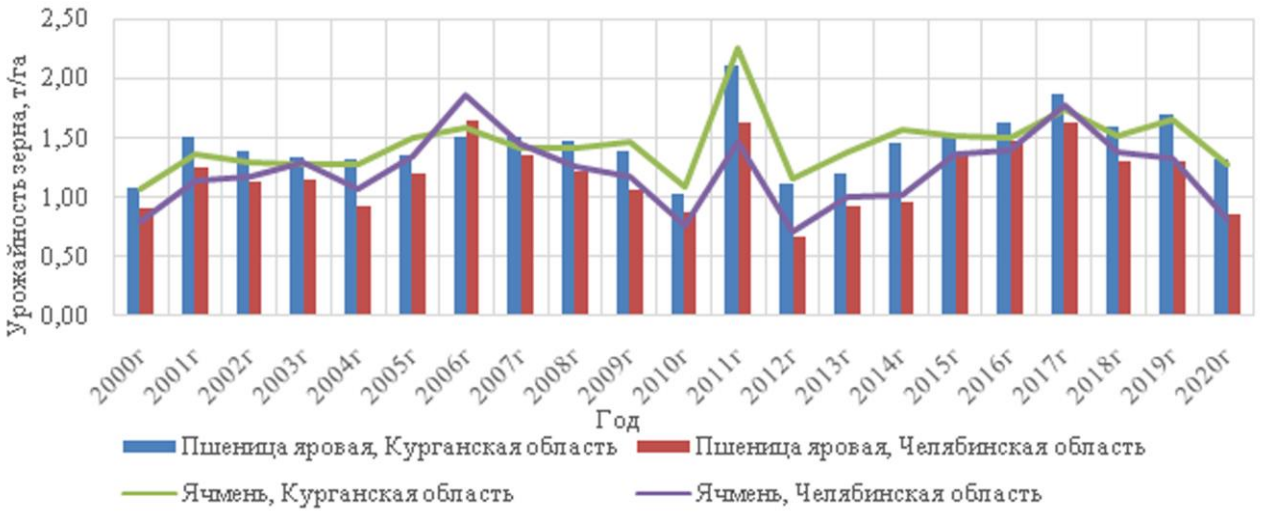

Рисунок 7 – Динамика урожайности яровых зерновых культур в Зауральской степной (Челябинская область) и Притобольской лесостепной (Курганская область) провинции РФ, 2000-2020 гг.

Корреляционно-регрессионный анализ урожайности зерна яровой пшеницы и ячменя выявил достаточно своеобразную картину её зависимости от климатических факторов и приёмов воспроизводства почвенного плодородия (применения минеральных удобрений), характеризующуюся ещё и региональными особенностями (табл. 2).

Таблица 2 – Урожайность зерновых культур и её связь с климатическими особенностями природных зон в период наиболее вероятной вегетации (май-июль), 2000-2019 гг.

Природная зона	Культура	Урожайность зерна, т/га	Зависимость урожайности (r) от			
			суммы активных температур, °С	осадков активного периода	ГТК Селянинова	внесённых минер. удобрений, кг/га д.в-ва
Степная (Челябинская область)	Яровая пшеница	1,18	- 0,39	0,27	0,29	0,36
	Ячмень	1,22	- 0,35	0,17	0,19	0,50
Лесостепная (Курганская область)	Яровая пшеница	1,45	- 0,38	0,40	0,35	0,41
	Ячмень	1,45	- 0,33	0,36	0,36	0,41

Он показал, что при наблюдавшейся в анализируемый период (2000-2020) достаточно низкой продуктивности полей в Зауральской степной (Челябинская область) провинции наибольшее влияние на урожайность зерна яровой пшеницы примерно равными долями оказывали осадки (r = 0,27), сумма активных температур (r = - 0,39), ГТК (r = 0,29) периода наиболее вероятной вегетации (май-июль) и количество внесённых минеральных удобрений (r = 0,36), детерминировавших вместе 65,5 % её вариации. Следует подчеркнуть, что атмосферные осадки в определении величины урожайности не играли исключительной роли, их влияние на реализацию урожайного потенциала яровой пшеницы оказалось близким к среднему. Еще меньшее влияние, при средней урожайности двадцатилетнего периода 1,22 т/га, осадки оказали на урожайность ячменя, а определяющим стал размер внесённых минеральных удобрений, детерминировавший 25,0 % её вариации. В целом перечисленные выше факторы суммарно определяли 60,5 % его урожайности. В отношении суммы годовых осадков и осадков периода активной вегетации выявлена аналогичная закономерность – при сложившемся уровне урожайности, определяемом скорее технологическими факторами, влияние осадков на её величину не было определяющим.

Зависимость урожайности зерна яровой пшеницы и ячменя в Притобольской лесостепной (Курганская область) провинции от климатических факторов и приёмов воспроизводства почвенного плодородия (применения минеральных удобрений) отличалась более тесной связью с осадками (r = 0,36-0,40), суммой активных температур (r = - 0,38-0,33), ГТК (r = 0,35-0,36) периода наиболее вероятной вегетации (май-июль) и количества внесённых минеральных удобрений (r = 0,41-0,41), детерминировавших вместе 77,0-73,0 % её вариации. При сложившихся технологических подходах в данном регионе наблюдается и большая зависимость урожайности яровой пшеницы и ячменя от среднегодового количества осадков (r = 0,29-0,20), суммы осадков (r = 0,43-0,34) и ГТК активного периода вегетации (r = 0,55-0,41).

Выводы

Результаты проведённых исследований позволяют заключить, что изменение гидротермических условий периода наиболее вероятной вегетации яровых зерновых культур (май-июль), проявляющееся в заметном снижении количества атмосферных осадков при значительном повышении ресурсов тепла, может стать существенным препятствием для высокой реализации урожайного потенциала зерновых культур. Прогрессирующую деградацию почвенного покрова и прежде всего катастрофическое снижение почвенного плодородия на фоне практически полного игнорирования органических удобрений и использования минеральных удобрений в количествах, не достаточных для восполнения вынесенных урожаями почвенных ресурсов, следует считать ещё одним вызовом устойчивому землепользованию.

В Зауральской степной (Челябинская область) провинции при невысокой продуктивности полей яровой пшеницы, определяемой скорее технологическими факторами, атмосферные осадки в определении величины урожайности не играли исключительной роли (r = 0,27) – примерно равное влияние на неё оказывали сумма активных температур (r = - 0,39), ГТК (r = 0,29) периода наиболее вероятной вегетации (май-июль) и количество внесённых минеральных удобрений (r = 0,36), детерминировавших вместе 65,5 % её вариации. В определении величины урожайности ячменя определяющим стал размер внесённых минеральных удобрений, детерминировавший 25,0 % её вариации.

В Притобольской лесостепной (Курганская область) провинции зависимость урожайности зерна яровой пшеницы и ячменя от климатических факторов и приёмов воспроизводства почвенного плодородия (применения минеральных удобрений), детерминировавших вместе 77,0-73,0 % её вариации, оказалась более тесной.

Неполная детерминация вариации урожайности яровой пшеницы и ячменя, с резервом 23,0-27,0 % (Курганская область) – 34,5-39,5 % (Челябинская область), свидетельствует о существенном влиянии на реализацию урожайного потенциала данных зерновых культур и других факторов, в частности ранее выявленных нами [20] технологических отступлений от общеизвестных законов земледелия. Среди них следует особо выделить несоответствие научно обоснованным нормам практикуемой структуры посевных площадей (прежде всего до 70-80 % насыщенность зерновыми культурами), несовершенство системы севооборотов, засилье монокультур, низкое качество проведения агротехнических приёмов, связанные, в том числе и с невостребованностью агрономических кадров современными, особенно мелкими, сельскохозяйственными организациями и КФХ, интуитивно расставляющими технологические приоритеты.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках НИР ОФИЦ УрО РАН (ИС УрО РАН) «Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация взаимодействия природных и социально-экономических систем», № ГР АААА-А21-121011190016 -1.

Список литературы

1. Wu L., Ma X., Dou X., Zhu J., Zhao C. Impacts of climate change on vegetation phenology and net primary productivity in arid Central Asia // Science of The Total Environment. 2021. vol. 796. P. 149055.

2. Richardson A.D., Keenan T.F., Migliavacca M., Ryu Y., Sonnentag O., Toomey M. Climate change, phenology and phenological control of vegetation feedbacks to the climate system // Agricultural and Forest Meteorology. 2013. vol. 169. pp. 156-173.

3. Ярцев Г.В., Байкасенов Р.К., Пряхина Ю.Ю. Урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от некорневого внесения жидких удобрений и регулятора роста на южных чернозёмах Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 1(69). С. 31-33.

4. Абаимов В.Ф., Соболин Г.В., Сатункин И.В., Гулянов Ю.А., Коровин Ю.И. Экологические проблемы России и Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2005. № 4(8). С. 7-10.

5. Соболин Г.В., Сатункин И.В., Гулянов Ю.А., Коровин Ю.И. Эколого-экономические проблемы орошаемого земледелия // Экономика сельского хозяйства России. 2003. № 4. С. 37.

6. Кшникаткина А.Н., Галиуллин А.А. Урожайность яровой пшеницы в зависимости от предшественников // Зерновое хозяйство. 2005. № 5. С. 7-9.

7. Ярцев Г.Ф., Байкасенов Р.К., Тулепова С.Н. Урожайность и качество зерна сортов яровой мягкой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян препаратами комплексной защиты и стимуляции // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 2(58). С. 20-21.

8. Ленточкин А.М., Широбоков П.Е., Ленточкина Л.А. Эффективность систем обработки почвы в технологии выращивания яровой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 5. С. 54-56.

9. Cherlet M., Hutchinson C., Reunolds J., Hill J., Sommer S., Von Maltitz G. World Atlas of Desertification. Luxembourg: Publication Office of the European Union, 2018. 248 p.

10. Андреева О.В., Куст Г.Х. Оценка состояния земель в России на основе концепции нейтрального баланса их деградации // Известия РАН. Серия географическая. 2020. Т. 84. № 5. С. 737-749.

11. Погода и климат. [Электронный ресурс]. URL: http://www.pogodaiklimat.ru/history.php (дата обращения 20.08.2021).

12. Осадки и температура. [Электронный ресурс]. URL: http://aisori-m.meteo.ru/waisori/select.xhtml (дата обращения 20.08.2021).

13. ЕМИСС. Государственная статистика. Урожайность сельскохозяйственных культур (в расчёте на убранную площадь). [Электронный ресурс]. URL: http://aisori-m.meteo.ru/waisori/select.xhtml (дата обращения: 25.05.2021).

14. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019: Стат. сб. Росстат. М., 2019. 1204 с.

15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

16. Арефьев А.Н., Кузина Е.Е., Кузин Е.Н. Влияние природных цеолитов и удобрений на агрохимические свойства чернозёма выщелоченного // Нива Поволжья. 2015. № 3(36). С. 18-26.

17. Алексеев А.И., Кузин Е.Н., Арефьев А.Н., Кузина Е.Е. Изменение гумусового состояния почвы и урожайности сельскохозяйственных культур на фоне природных цеолитов и удобрений // Вестник Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И.Вавилова. 2013. № 5. С. 3-7.

18. Щукин В.Б., Харитонова С.В., Павлова О.Г., Абаимов В.Ф. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы при использовании регуляторов роста и микроэлементов в технологии её возделывания // Известия Оренбургского государственного акграрного университета. 2012. № 3(35). С. 36-39.

19. Гулянов Ю.А., Чибилёв А.А., Чибилёв А.А (мл). Резервы повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы и их зависимость от гетерогенности посевов в условиях степной зоны Оренбургского Предуралья // Юг России: экология, развитие. 2020. Т. 15. № 1(54). С. 79-88.

20. Gulyanov Yu.A., Levykin S.V., Kazachkov G.V. Scientific approaches solving problems of modern steppe land use on the base of modernization of the landscape-adaptive systems of agriculture // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. 2021. vol. 817. P. 012040.

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 02.09.2021
Принята к публикации 21.09.2021

MODERN CHALLENGES TO SUSTAINABLE LAND USE AND THE YIELD POTENTIAL OF FIELD CROPS IN AGRICULTURE OF THE STEPPE AND FOREST-STEPPE ZONES OF RUSSIA

Yu. Gulyanov, D. Polyakov, O. Grosheva
Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences, Russia, Orenburg
e-mail: orensteppe@mail.ru

The article presents data confirming the change in hydrothermal conditions of the period of the most probable vegetation of spring grain crops (May-July), manifested in a noticeable decrease in the amount of precipitation with a significant increase in heat resources. Together with the catastrophic decline in soil fertility against the background of almost complete disregard for organic fertilizers and the use of mineral fertilizers in quantities not sufficient to replenish the soil resources taken out by harvests, as well as widespread technological deviations, they are attributed to the main challenges of sustainable land use and high realization of the yield potential of grain crops. Under the current technological and climatic conditions, the Pritobolskaya forest-steppe province (Kurgan region) has a higher yield of spring wheat and barley (for 2000-2020), 0.27 t/ha (22.9 %) – 0.23 t/ha (15.9 %) higher than in the Zaural steppe province (Chelyabinsk region). Incomplete determination of the variation in the yield of the listed grain crops by climatic factors and methods of reproduction of soil fertility (the use of mineral fertilizers), with a reserve of 23.0-27.0 % (Kurgan region) - 34.5-39.5 % (Chelyabinsk region), is recognized as evidence of a significant impact on the realization of the yield potential and other factors: inconsistency with the scientifically based norms of the practiced structure of sown areas (primarily up to 70-80 % saturation with grain crops), imperfections of the crop rotation system, the dominance of monocultures, poor quality of agrotechnical techniques associated, among other things, with the lack of demand for agronomic personnel by modern, especially small, agricultural organizations and farms, intuitively setting technological priorities.

Key words: steppe and forest-steppe zone, sustainable land use, modern challenges, spring wheat, barley, realization of crop potential.

References

1. Wu L., Ma X., Dou X., Zhu J., Zhao C. Impacts of climate change on vegetation phenology and net primary productivity in arid Central Asia. Science of The Total Environment. 2021. vol. 796. P. 149055.

2. Richardson A.D., Keenan T.F., Migliavacca M., Ryu Y., Sonnentag O., Toomey M. Climate change, phenology and phenological control of vegetation feedbacks to the climate system. Agricultural and Forest Meteorology. 2013. vol. 169. pp. 156-173.

3. Yartsev G.V., Baikasenov R.K., Pryakhina Yu.Yu. Urozhainost' i kachestvo zerna yarovoi myagkoi pshenitsy v zavisimosti ot nekornevogo vneseniya zhidkikh udobrenii i regulyatora rosta na yuzhnykh chernozemakh Orenburgskogo Predural'ya. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. N 1(69). S. 31-33.

4. Abaimov V.F., Sobolin G.V., Satunkin I.V., Gulyanov Yu.A., Korovin Yu.I. Ekologicheskie problemy Rossii i Orenburgskoi oblasti. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2005. N 4(8). S. 7-10.

5. Sobolin G.V., Satunkin I.V., Gulyanov Yu.A., Korovin Yu.I. Ekologo-ekonomicheskie problemy oroshaemogo zemledeliya. Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii. 2003. N 4. S. 37.

6. Kshnikatkina A.N., Galiullin A.A. Urozhainost' yarovoi pshenitsy v zavisimosti ot predshestvennikov. Zernovoe khozyaistvo. 2005. N 5. S. 7-9.

7. Yartsev G.F., Baikasenov R.K., Tulepova S.N. Urozhainost' i kachestvo zerna sortov yarovoi myagkoi pshenitsy v zavisimosti ot predposevnoi obrabotki semyan preparatami

kompleksnoi zashchity i stimulyatsii. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. N 2(58). S. 20-21.

8. Lentochkin A.M., Shirobokov P.E., Lentochkina L.A. Effektivnost' sistem obrabotki pochvy v tekhnologii vyrashchivaniya yarovoi pshenitsy. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2015. T. 29. N 5. S. 54-56.

9. Cherlet M., Hutchinson C., Reunolds J., Hill J., Sommer S., Von Maltitz G. World Atlas of Desertification. Luxembourg: Publication Office of the European Union, 2018. 248 p.

10. Andreeva O.V., Kust G.Kh. Otsenka sostoyaniya zemel' v Rossii na osnove kontseptsii neitral'nogo balansa ikh degradatsii. Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya. 2020. T. 84. N 5. S. 737-749.

11. Pogoda i klimat. [Elektronnyi resurs]. URL: http://www.pogodaiklimat.ru/history.php (data obrashcheniya 20.08.2021).

12. Osadki i temperatura. [Elektronnyi resurs]. URL: http://aisori-m.meteo.ru/waisori/select.xhtml (data obrashcheniya 20.08.2021).

13. EMISS. Gosudarstvennaya statistika. Urozhainost' sel'skokhozyaistvennykh kul'tur (v raschete na ubrannuyu ploshchad'). [Elektronnyi resurs]. URL: http://aisori-m.meteo.ru/waisori/select.xhtml (data obrashcheniya: 25.05.2021).

14. Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli. 2019: Stat. sb. Rosstat. M., 2019. 1204 s.

15. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovanii). M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.

16. Aref'ev A.N., Kuzina E.E., Kuzin E.N. Vliyanie prirodnykh tseolitov i udobrenii na agrokhimicheskie svoistva chernozema vyshchelochennogo. Niva Povolzh'ya. 2015. N 3(36). S. 18-26.

17. Alekseev A.I., Kuzin E.N., Aref'ev A.N., Kuzina E.E. Izmenenie gumusovogo sostoyaniya pochvy i urozhainosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur na fone prirodnykh tseolitov i udobrenii. Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. N.I.Vavilova. 2013. N 5. S. 3-7.

18. Shchukin V.B., Kharitonova S.V., Pavlova O.G., Abaimov V.F. Urozhainost' i kachestvo zerna yarovoi pshenitsy pri ispol'zovanii regulyatorov rosta i mikroelementov v tekhnologii ee vozdelyvaniya. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo akgrarnogo universiteta. 2012. N 3(35). S. 36-39.

19. Gulyanov Yu.A., Chibilev A.A., Chibilev A.A (ml). Rezervy povysheniya urozhainosti i kachestva zerna ozimoi pshenitsy i ikh zavisimost' ot geterogennosti posevov v usloviyakh stepnoi zony Orenburgskogo Predural'ya. Yug Rossii: ekologiya, razvitie. 2020. T. 15. N 1(54). S. 79-88.

20. Gulyanov Yu.A., Levykin S.V., Kazachkov G.V. Scientific approaches solving problems of modern steppe land use on the base of modernization of the landscape-adaptive systems of agriculture. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. 2021. vol. 817. P. 012040.

Сведения об авторах:

Юрий Александрович Гулянов

Д.с.-х.н., профессор, в.н.с. отдела степеведения и природопользования, Институт степи ОФИЦ УрО РАН

ORCID 0000-0002-5883-349X

Yuriy Gulyanov

Doctor of agricultural sciences, professor, leading researcher of the department for graduate and environmental management, Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences

Дмитрий Геннадьевич Поляков
К.б.н., с.н.с. отдела степеведения и природопользования, Институт степи ОФИЦ УрО РАН
ORCID 0000-0003-3344-7709
Dmitrij Polyakov
Candidate of biological sciences, senior researcher, department of steppe studies and nature management, Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences
Ольга Алексеевна Грошева
К.г.н., с.н.с. отдела степеведения и природопользования, Институт степи ОФИЦ УрО РАН
ORCID 0000-0002-5858-0277
Ol'ga Grosheva
Candidate of geographical sciences, senior researcher, department of steppe studies and nature management, Institute of steppe, OFRC, Ural branch of the Russian academy of sciences

Для цитирования: Гулянов Ю.А., Поляков Д.Г., Грошева О.А. Современные вызовы устойчивому землепользованию и урожайный потенциал полевых культур в земледелии степной и лесостепной зоны России // Вопросы степеведения. 2021. № 3. С. 105-118. DOI: 10.24412/2712-8628-2021-3-105-118