

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ ПОСТЦЕЛИННЫХ СТЕПНЫХ РЕГИОНОВ УРАЛА И СИБИРИ

Ю.А. Гулянов

Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург

e-mail: orensteppe@mail.ru

В статье представлены результаты оценки эффективности использования природно-климатических ресурсов в полеводстве приграничных с Республикой Казахстан муниципальных образований Оренбургской области и Алтайского края. На примере яровой пшеницы определен потенциал урожайности для условий Западно-Кулундинской природно-климатической зоны Алтайского края (3,35 т/га), на 0,41 т/га превосходящий его величину в условиях Восточной природно-климатической зоны Оренбургской области. На основе сравнения потенциальной по БКП и производственной урожайности выявлено наличие достаточно высокого резерва ее роста в обеих территориях, несмотря на наблюдающийся отрицательный тренд БКП. Для муниципальных образований Восточной природно-климатической зоны Оренбургской области он составляет 1,71-1,76 т/га и 2,40-2,66 т/га для Западно-Кулундинской природно-климатической зоны Алтайского края. На основе полученных результатов сделано заключение о высокой научной и практической значимости разработки путей более полной реализации потенциальной по БКП урожайности полевых культур на пахотнопригодных землях постцелинных степных регионов РФ с целью оптимизации землепользования и вывода из сельскохозяйственного оборота низкопродуктивных земель, без ущерба для продовольственной безопасности страны, в том числе в приграничных с РК муниципальных образованиях.

Ключевые слова: степная зона РФ, постцелинные приграничные регионы, биоклиматический потенциал территории, эффективность использования БКП, урожайность яровой пшеницы.

Введение

Постцелинные степные регионы России традиционно являются весомыми поставщиками растительной продукции на внутренний и внешний рынок, выступают гарантами продовольственной безопасности и экспортного потенциала страны [1, 2]. Наиболее значимым является их участие в производстве высококачественного продовольственного зерна, выращиваемого на больших площадях в не самых благоприятных климатических условиях [3].

В период вегетации яровых культур высокую реализацию генетического потенциала возделываемых сортов здесь ограничивают крайне скудные условия увлажнения и избыточно высокие ресурсы тепла. В зимний период, в дополнение к этому, длительное отсутствие снежного покрова, его недостаточная мощность при критическом понижении температуры воздуха, крайне неблагоприятно для озимых культур, существенно снижающих зимостойкость и сохранность к уборке [4].

Нарастающая засушливость климата, на фоне общей разбалансированности климатической системы, особенно обострившейся в текущем тысячелетии и принявшей глобальный характер [5-8], формирует достаточно острые риски для эффективного полеводства, сопровождается нестабильностью урожайности и валовых сборов, что значительно снижает экономическую целесообразность земледелия, создает угрозы продовольственной безопасности [9].

В пространственном отношении степные регионы России занимают преимущественно ее южные территории, протянувшись практически сплошной полосой от ее западных днепровских окраин на восток, включая обширный Алтайский край. В западных степных регионах и Поволжье, характеризующихся более мягким климатом, в структуре посевов пшеницы наибольший удельный вес занимает более требовательная к условиям произрастания, но при этом более урожайная, озимая пшеница [10], частично размещаемая в орошаемых севооборотах. В Зауралье и Западной Сибири, с более жесткими метеорологическими условиями, преобладает яровая пшеница, выращиваемая исключительно на богаре [11, 12].

Эффективное развитие богарного степного земледелия без изъятия дополнительных ресурсов поверхностных вод в условиях современных климатических и антропогенных изменений имеет высокую значимость для улучшения экологической обстановки, связанной с тотальной сельскохозяйственной освоенностью территорий землепользования и вызванными ею последствиями в виде активизации эрозионных процессов, ухудшения эколого-гидрологического режима водных объектов, загрязнения их продуктами сельскохозяйственной деятельности (пестицидами, агрохимикатами) [4, 13].

Наиболее остро указанные проблемы проявляются в приграничных с Республикой Казахстан регионах Урала и Западной Сибири, среди которых наибольшей земледельческой освоенностью и высоким вкладом в российские закрома отличаются Оренбургская область и Алтайский край [14, 15]. Их совокупное участие в формировании общероссийского валового сбора пшеницы в среднем за истекший двадцати двухлетний период (2000-2021 гг.) составило 4312,9 тыс. т или 7,7 % из 57095,9 тыс. т общего урожая. Еще более весомым является участие указанных приграничных регионов в выращивании наиболее ценной в продовольственном отношении яровой пшеницы, составившее 3730,5 тыс. т или 18,9 % из 19757,3 тыс. т валового урожая. Наибольшим «урожайным взносом» отличается Алтайский край, для которого яровая пшеница является приоритетной в климатическом отношении культурой, занимающей 94,6 % в структуре посевов пшеницы, составившем за анализируемый период 2603,1 тыс. т или 13,3 % от валового урожая по стране.

Современные климатические тенденции вносят достаточно ощутимый дисбаланс в зерновое производство степных регионов, сопровождаются резкими колебания валовых сборов и отрицательной направленностью (трендом) их изменений при низкой адаптивности реализуемых технологий [16, 17] и выращиваемых сортов [18, 19], выступают мотивирующим факторам земледельческого использования непригодных к обработке и выработанных земель, создают риски разнообразию биологических объектов [20].

Наибольшей изменчивостью из рассматриваемых регионов отличаются валовые сборы зерна яровой пшеницы в Оренбургской области, с коэффициентом вариации 39,1 %. За анализируемый период с 2000 по 2021 гг. их отрицательный тренд составил 670,0 тыс. т. В Алтайском крае, при аналогичном тренде (700,0 тыс. т), коэффициент вариации валовых сборов оказался ниже и составил 22,0 %.

В соответствии с концепцией оптимизации землепользования и сохранения биологического разнообразия, разрабатываемой Институтом степи УрО РАН, одним из путей оптимизации землепользования и повышения экологической стабильности степных регионов России, в том числе приграничных с РК, предполагается выведение из обработки малопродуктивных земель, без ущерба продовольственной безопасности страны, посредством компенсации недополученных урожаев более высокими сборами с остающихся в обработке полей [21, 22].

Исходя из этого, для сохранения стабильности валовых сборов полевых культур в условиях современных климатических и антропогенных изменений высокую актуальность приобретает выявление степени использования природно-климатических ресурсов и полноты реализации генетического потенциала в производственных урожаях полевых культур на пахотнопригодных землях.

Основная цель исследований заключалась в определении величины потенциальной по БКП урожайности и оценке эффективности его использования в производственных урожаях яровой пшеницы в приграничных МО модельных территорий степной зоны России (Оренбургская область и Алтайский край).

Для достижения намеченных результатов были сформулированы следующие задачи:

- провести ретроспективную (1990-2023 гг.) гидротермическую оценку территорий землепользования приграничных с РК МО Оренбургской области и Алтайского края;
- определить биоклиматический потенциал исследуемых территорий и обеспеченную им величину потенциальной урожайности яровой пшеницы;
- определить эффективность использования БКП и резервы роста урожайности яровой пшеницы в производственных посевах исследуемых территорий.

Материалы и методы

Объектом исследований выступали территории землепользования приграничных с РК муниципальных образований Оренбургской области и Алтайского края, рассматриваемые в качестве модельных постцелинных степных регионов Урала и Сибири – Домбаровский, Ясненский, Светлинский районы Восточной природно-климатической зоны Оренбургской области, Бурлинский, Табунский, Кулундинский, Ключевский районы и МО г. Славгород Западно-Кулундинской природно-климатической зоны Алтайского края.

Для анализа гидротермических условий использовали данные метеостанций Домбаровская (Оренбургская область, синоптический индекс 35233) и Славгород (Алтайский край, синоптический индекс 29915) [23]. Характеристика исследуемых территорий по гидротермическому коэффициенту (ГТК) осуществлялась в соответствии с принятой классификацией по Г.Т. Селянину [24].

Расчет биоклиматического потенциала (БКП) исследуемых территорий и сравнительную оценку их биологической продуктивности проводили по методике Д.И. Шашко [25, 26], описанной в одной из наших предшествующих работ [27].

При подготовке статьи использовались статистические данные по урожайности яровой пшеницы, взятые из открытых источников и предоставленные соответствующими министерствами и ведомствами Оренбургской области и Алтайского края, а также опросные сведения и результаты наблюдений, полученные в процессе экспедиционных исследований 2019-2023 гг.

При обработке цифрового материала применялись стандартные методы статистического анализа [28].

Результаты и обсуждение

В результате анализа метеорологических параметров, определяющих гидротермические условия исследуемых территорий, выявлена их значительная пространственная и временная изменчивость.

Так, в Восточной природно-климатической зоне Оренбургской области количество годовых атмосферных осадков варьировало от 452 до 184 мм. Разница между наибольшими (2000 г.) и наименьшими (1991 г.) значениями составила 268 мм или 145,6 %. Аналогичная нестабильность отмечена и в отношении осадков периода активных (>10°C) температур, выразившаяся в размахе вариации от 284 (2000 г) до 65 мм (2021 г.), составившем 336,9 %. Значительными колебаниями характеризовались также среднегодовая температура воздуха (3,6°C или 133,3%) и сумма температур активного периода (1336°C или 53,0%). Временная динамика ГТК Селянинова составила 0,85 единиц, с колебаниями от 1,04 (1992 г) до 0,19 единиц (2021 г.) и характеризовала гидротермические условия в диапазоне от сухих (ГТК менее 0,4) до слабо засушливых (ГТК 1,3-1,0). Примечательно, что из 34 анализируемых лет, только в один год (2,9 %) гидротермические условия соответствовал слабо засушливым, в

восемь лет – засушливым (ГТК 1,0-0,7), в восемнадцать лет – очень засушливым (ГТК 0,7-0,4) и в семь лет – сухим.

Следует особо отметить, что, несмотря на аномально высокое количество атмосферных осадков, выпавших в конце лета и осени 2023 г, в целом за исследуемый период выявлен устойчивый отрицательный тренд годовых атмосферных осадков (72 мм или 23,1 % от средних), осадков периода активных температур (63 мм или 37,5 %), положительный тренд среднегодовой температуры воздуха (1,6°C или 34,7 %) и суммы активных температур (430°C или 14,0 %).

Аналогичная ситуация, только с несколько иной выраженностью, наблюдалась и в Западно-Кулундинской природно-климатической зоне Алтайского края (табл. 1).

Таблица 1 – Гидротермическая характеристика территорий землепользования приграничных с РК постцелинных степных регионов Урала и Сибири, средние за 1990-2023 гг.

Показатели		Восточная природно-климатическая зона Оренбургской области	Западно-Кулундинская природно-климатическая зона Алтайского края
Количество годовых атмосферных осадков, мм	средние	312	309
	коэфф вар	22,6	23,1
	тренд	- 72	- 23
Количество осадков периода активных (>10°C) температур, мм	средние	168	195
	коэфф вар	32,6	31,1
	тренд	- 63	- 35
Среднегодовая температура воздуха, °С	средние	4,6	3,1
	коэфф вар	22,0	31,5
	тренд	1,6	0,6
Сумма активных (>10°C) температур, °С	средние	3065	2820
	коэфф вар	8,9	7,2
	тренд	430	160
ГТК Селянинова	средние	0,56	0,70
	коэфф вар	37,7	35,4
	тренд	- 0,30	- 0,18
Характеристика условий увлажнения		очень засушливые	очень засушливые - засушливые

Так, количество годовых атмосферных осадков с разницей между наибольшими (2009 г.) и наименьшими (1997 г.) значениями в 293 мм или 161,0 % изменялось от 475 до 182 мм. Высокая нестабильность отмечена и в отношении осадков периода активных температур, варьировавших от 373 (2009 г.) до 78 мм (2010 г.) с размахом вариации 295 мм или 378,2 %. Высокими колебаниями также характеризовались среднегодовая температура воздуха (4,2°C или 420,0 %) и сумма активных температур (877°C или 37,0 %). Временная динамика ГТК Селянинова составила 1,18 единиц, с колебаниями от 1,44 (2009 г.) до 0,26 единиц (2012 г.). В один год (2,9%) всего анализируемого периода ГТК соответствовал влажным (1,3-1,6), в два года – слабо засушливым, в тринадцать лет – засушливым, в пятнадцать лет (44,1 %) – очень засушливым и в три года сухим условиям.

При близком к среднемноголетним значениям увлажнении 2023 г. (106,4 %) в целом за исследуемый период здесь выявлена аналогичная Восточной природно-климатической зоне Оренбургской области направленность изменений основных гидротермических параметров, только выраженная в меньшей степени. Устойчивый отрицательный тренд годовых атмосферных осадков составил 23 мм или 7,4 % от средних, осадков периода активных

температур – 35 мм или 37,5 %, а положительный тренд среднегодовой температуры воздуха и суммы активных температур 0,6°C или 19,4 % и 160°C или 5,6 % соответственно.

В совокупности приведенные изменения метеорологических параметров сопровождались отрицательным трендом ГТК в обеих исследуемых территориях. В Восточной природно-климатической зоне Оренбургской области он оказался более выраженным и составил 0,30 единиц или 53,6 % от средних значений, что стало выше, чем в Западно-Кулундинской природно-климатической зоне Алтайского края (25,7 %) на 0,12 единиц или 27,9 процентных пункта (п.п).

При общей схожести направленности и величины изменений метеорологических параметров между исследуемыми территориями не выявлено совместных вариаций их временных рядов. Близкая к сильной связь, с коэффициентом корреляции Пирсона (r) на уровне 0,62, отмечена только в отношении среднегодовой температуры воздуха и суммы активных температур. Временные ряды годовых атмосферных осадков, суммы осадков за период активных температур и ГТК Селянинова оказались связанными в средней степени (r = 0,33-0,45), что указывает на наличие пространственных особенностей в формировании метеорологических параметров в степных регионах Зауралья Западной Сибири.

Анализ показателей, определяющих БКП исследуемых территорий, также выявил их широкую пространственную и временную изменчивость (табл. 2)

Таблица 2 – Биоклиматический потенциал территорий землепользования приграничных с РК постцелинных степных регионов Урала и Сибири, средние за 1990-2023 гг.

Показатели		Восточная природно-климатическая зона Оренбургской области	Западно-Кулундинская природно-климатическая зона Алтайского края
Сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха, гПа	средние	1782	1509
	коэфф вар	17,1	15,1
	тренд	500	405
Коэффициент годового атмосферного увлажнения	средние	0,19	0,21
	коэфф вар	36,4	35,6
	тренд	- 0,10	- 0,07
Коэффициент роста по показателю годового атмосферного увлажнения	средние	0,54	0,61
	коэфф вар	30,3	24,7
	тренд	- 0,22	- 0,13
Биоклиматический потенциал территории	средние	1,62	1,70
	коэфф вар	26,4	20,7
	тренд	- 0,38	- 0,28

Так, в Восточной природно-климатической зоне Оренбургской области временная изменчивость сумм среднесуточных дефицитов влажности воздуха составила 1245 гПа (98,7 %), с колебаниями по годам от 1262 гПа (1992) до 2507 гПа (2021). Динамика данного показателя характеризовалась устойчивым положительным трендом, составившем коло 500 гПа или 28,1 % от средних значений. Определяемые суммой среднесуточных дефицитов влажности воздуха и годовым количеством осадков коэффициенты годового атмосферного увлажнения и роста также характеризовались высокой изменчивостью, составившей 0,26 (288,8 %) и 0,60 (250,0 %) единиц, с колебаниями от 0,09 (1991, 2012, 2021) до 0,35 (1992) и от 0,24-0,26 (2012, 2021, 1991) до 0,84 (1992) единиц соответственно. В целом динамика данных показателей имела отрицательную направленность. Тренд коэффициента годового атмосферного увлажнения оказался равен 0,10 единиц или 52,6 % от средних значений, а коэффициента роста – 0,22 единицы или 40,7 %.

Определяемый совокупностью приведенных выше показателей БКП анализируемой территории также характеризовался высокой изменчивостью, составившей 1,75 единиц (216,0 %) – от 0,81 в 2021 г. до 2,56 в 2023 г., и отрицательным трендом, оказавшимся равным 0,38 единиц и составившим 23,5 % от средних значений.

Аналогичная динамика БКП и определяющих его метеорологических параметров, только выраженная в меньшей степени, отмечена и в Западно-Кулундинской природно-климатической зоне Алтайского края. Здесь на 95 гПа или 19,0 % отмечен меньший положительный тренд сумм среднесуточных дефицитов влажности воздуха, на 0,03 единицы или 30,0 % и на 0,09 единиц или 40,9 % – меньший отрицательный тренд коэффициента годового атмосферного увлажнения и коэффициента роста. Средняя величина БКП оказалась выше на 0,08 единиц или 4,9 %, а его отрицательный тренд ниже на 0,10 единиц или 26,3 %.

Вследствие указанных особенностей в величинах и динамике приведенных показателей в Западно-Кулундинской природно-климатической зоне Алтайского края отмечены более высокие значения потенциальной урожайности (на примере яровой пшеницы) и определяющих ее параметров и их меньший отрицательный тренд (табл. 3).

Таблица 3 – Величины потенциальной по БКП урожайности яровой пшеницы для условий землепользования приграничных с РК постцелинных степных регионов Урала и Сибири, средние за 1990-2023 гг.

Показатели		Восточная природно-климатическая зона Оренбургской области	Западно-Кулундинская природно-климатическая зона Алтайского края
Балл БКП	средние	89	93
	коэфф вар	26,5	20,8
	тренд	- 31	- 17
Коэффициент увлажнения в виде отношения годового количества осадков к испаряемости	средние	0,27	0,31
	коэфф вар	36,5	34,4
	тренд	- 0,15	- 0,11
Расчетная цена балла, т/га на 1 балл БКП	средние	0,031	0,034
	коэфф вар	25,5	25,1
	тренд	- 0,10	- 0,09
Потенциальная урожайность, т/га	средние	2,94	3,35
	коэфф вар	49,1	44,1
	тренд	- 1,80	- 1,35

Средняя величина потенциальной урожайности яровой пшеницы с отрицательным трендом в 1,80 т/га (61,2 %) в Восточной природно-климатической зоне Оренбургской области и в 1,35 т/га (40,3 %) в Западно-Кулундинской природно-климатической зоне Алтайского края в анализируемый период составила 2,94 и 3,35 т/га соответственно.

Анализ производственной урожайности яровой пшеницы выявил ее высокую временную динамику и меньшую, в сравнении с потенциальной по БКП, величину в обоих анализируемых территориях, что указывает на наличие еще достаточно высоких резервов роста, несмотря на наблюдающийся отрицательный тренд БКП.

Так, в среднем по анализируемым МО Восточной природно-климатической зоны Оренбургской области, средняя производственная урожайность яровой пшеницы, с колебаниями по годам от 0,28 т/га (2012) до 1,0 т/га (2022) составила 0,62 т/га. При этом средняя эффективность использования БКП, с колебаниями по годам от 16,5 % (2023) до 41,0 % (2017) составила только 26,3 %.

Примечательно, что в данной территории на протяжении последних пятнадцати лет, несмотря на крайне неблагоприятные метеорологические условия конца лета и всей осени 2023 г, не позволившие ввиду чрезвычайного атмосферного увлажнения полностью завершить уборку достаточно неплохого урожая, наметился положительный тренд производственной урожайности, составивший 0,12 т/га или 19,3 % от средней и эффективности использования БКП, составивший 6,2 % (рис. 1).



Рисунок 1 – Динамика потенциальной, производственной урожайности яровой пшеницы и эффективности использования БКП в среднем по МО Восточной природно-климатической зоны Оренбургской области, 2008-2023 гг.

Корреляционный анализ статистических данных ожидаемо выявил сильную прямую связь производственной урожайности с потенциальной с коэффициентом корреляции Пирсона (r) на уровне 0,73. При этом тенденция более высокой полноты реализации потенциальной урожайности отмечена в годы с ее меньшей величиной, о чем свидетельствует средняя обратная связь потенциальной урожайности с эффективностью использования БКП ($r = -0,53$). Указанное обстоятельство свидетельствует о низкой пригодности реализуемых, в большей степени экстенсивных технологий, к высокоэффективному использованию природных ресурсов в годы с их более благоприятными параметрами.

В среднем по анализируемым МО Западно-Кулундинской природно-климатической зоны Алтайского края средняя производственная урожайность яровой пшеницы, с колебаниями по годам от 0,38 т/га (2012) до 1,17 т/га (2002) составила 0,78 т/га. Эффективность использования БКП при этом варьировала от 13,0 % (2000) до 55,3 % (2010), а в среднем оказалась равной 23,2 % (рис. 2).

Следует отметить, что в указанной территории, по аналогии с Восточной природно-климатической зоной Оренбургской области, наблюдается положительный тренд эффективности использования БКП, составивший 5,0 %. Производственная урожайность яровой пшеницы также сильно связана с потенциальной урожайностью ($r = 0,73$), а тенденция ее более высокой реализации отмечена в годы с ее меньшей величиной ($r = -0,66$). При этом в отличие от Восточной природно-климатической зоны Оренбургской области тренд средней производственной урожайности здесь имеет отрицательную направленность (-0,16 т/га или 20,5 %).

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ



Рисунок 2 – Динамика потенциальной, производственной урожайности яровой пшеницы и эффективности использования БКП в среднем по МО Западно-Кулундинской природно-климатической зоны Алтайского края, 2000-2022 гг.

В разрезе модельных МО Восточной природно-климатической зоны Оренбургской области эффективность использования БКП изменялась от 25,1 % (Домбаровский район) до 27,2 % (Ясненский район), с размахом вариации 2,1 п.п. По модельным МО Западно-Кулундинской природно-климатической зоны Алтайского края ее вариабельность оказалась выше и составила 7,4 п.п. Наименьшие значения эффективности использования БКП отмечены в Кулундинском районе (20,8 %), а наибольшей эффективностью характеризовался Ключевский район, с ее относительной величиной 28,5 % (табл. 4).

Таблица 4 – Эффективность использования БКП и резервы роста урожайности яровой пшеницы в разрезе модельных МО приграничных с РК постцелинных степных регионов Урала и Сибири

Регион	Муниципальное образование (район)	Производственная урожайность, т/га			Эффективность использования БКП, %	Резервы роста урожайности, т/га
		средняя	коэфф вариации	тренд (изменение)		
Оренбургская область (2008-2023)	Домбаровский	0,59	46,4	0,21	25,1	1,76
	Светлинский	0,59	40,9	0,25	25,1	1,76
	Ясненский	0,64	42,9	0,05	27,2	1,71
Алтайский край (2000-2022)	Бурлинский	0,75	35,5	-0,24	22,3	2,61
	МО г. Славгород	0,76	32,9	0,11	22,6	2,60
	Ключевский	0,96	24,1	-0,27	28,5	2,40
	Кулундинский	0,70	29,9	-0,29	20,8	2,66
	Табунский	0,71	33,0	-0,16	21,1	2,65

На основе сравнения величин потенциальной по БКП урожайности яровой пшеницы и эффективности использования БКП на формирование производственной урожайности в обоих исследуемых территориях выявлены значительные резервы роста, которые даже на фоне метеорологически обусловленного отрицательного тренда потенциальной по БКП урожайности характеризуются высокими значениями. Так, для модельных МО Восточной

природно-климатической зоны Оренбургской области они составляют 1,71-1,76 т/га и 2,40-2,66 т/га для модельных МО Западно-Кулундинской природно-климатической зоны Алтайского края.

Исходя из представленной информации, поиск путей более полной реализации потенциальной по БКП урожайности полевых культур в постцелинных регионах степной зоны РФ имеет несомненную научную и практическую значимость и является важнейшей прикладной задачей степеведения на современном этапе. Успешное решение этой задачи послужит исправлению сложившейся неблагоприятной экологической ситуации, созданной введением в обработку больших площадей малопродуктивных земель, прежде всего чрезмерно распаханых в целинную компанию 1954-1963 гг., а также заовраженных, склоновых и прочих непригодных для обработки [22]. Выведение указанных земель из земледельческого оборота без ущерба для продовольственной безопасности страны, в том числе приграничных с РК муниципальных образований РФ, относится к числу ее главных составляющих.

В соответствии с этим высокую актуальность приобретают выявление, оценка и систематизация природных и антропогенных факторов, ограничивающих степень использования БКП и полноту реализации генетического потенциала полевых культур на пахотнопригодных землях и повышающих ресурсозатратность приграничных регионов, что входит в задачу наших дальнейших исследований.

Выводы

Территории землепользования приграничных с Республикой Казахстан МО Оренбургской области и Алтайского края характеризуются высокой временной изменчивостью гидротермических условий, сопровождающейся отрицательным трендом биоклиматического потенциала и определяющих его параметров. В соответствии с их пространственными особенностями модельные МО Алтайского края отличаются более высокими значениями потенциальной урожайности (на примере яровой пшеницы). Ее средняя величина для Западно-Кулундинской природно-климатической зоны составляет 3,35 т/га и 2,94 т/га для Восточной природно-климатической зоны Оренбургской области. Значительно меньшая, по сравнению с потенциальной, производственная урожайность яровой пшеницы, свидетельствует о достаточно высоких резервах ее роста в обеих территориях, несмотря на наблюдающийся отрицательный тренд БКП. Для модельных МО Восточной природно-климатической зоны Оренбургской области они составляют 1,71-1,76 т/га и 2,40-2,66 т/га для модельных МО Западно-Кулундинской природно-климатической зоны Алтайского края. Разработка путей более полной реализации потенциальной по БКП урожайности полевых культур на пахотнопригодных землях с целью оптимизации землепользования и вывода из земледельческого оборота низкопродуктивных земель, без ущерба для продовольственной безопасности страны, имеет высокую научную и практическую значимость для всех постцелинных степных регионов РФ, в том числе приграничных с РК муниципальных образований.

Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда «Географические основы пространственного развития земледельческих постцелинных регионов Урала и Сибири» № 20-17-00069-П.

Список литературы

1. Червонных М.И. Развитие экспортного потенциала зернового рынка Западной Сибири // Проблемы развития АПК региона. 2017. Т. 31. № 3(31). С. 157-166.

2. Ларина Т.Н., Добродомова Л.А., Тутаяева Л.А. Экономический анализ экспортного потенциала зернового производства Оренбургской области // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2021. № 5. С. 43-52.
3. Павлова В.Н., Каланка П., Караченкова А.А. Продуктивность зерновых культур на территории Европейской России при изменении климата за последние десятилетия // Метеорология и климатология. 2020. № 1. С. 78-94.
4. Gulyanov Yu.A., Chibilev A.A. Rain-fed agriculture in the steppe and forest-steppe zone of the Ural River basin and the adaptation of agricultural technologies to changing moisture availability as a way to preserve surface water resources // South of Russia ecology development. 2023. Vol. 18. No. 1 (66). P. 117-125.
5. Немцев С.Н., Шарипова Р.Б. Оценка агрометеорологических показателей атмосферных засух и урожайности зерновых культур в изменяющихся условиях регионального климата // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1. С. 10-17.
6. Каипов Я.З., Сафин Х.М. Оптимизация систем земледелия в условиях повышения засушливости климата в степной зоне Южного Урала // Вопросы степеведения. 2022. № 2. С. 72-80.
7. Xiang K., Wang B., Liu D.L., Chen C., Waters C., Huete A., Yu Q. Probabilistic assessment of drought impacts on wheat yield in south-eastern Australia // Agricultural Water Management. 2023. Vol. 284. P. 108359.
8. Eser C., Soylu S., Ozkan H. Drought responses of traditional and modern wheats in different phenological stages // Field Crops Research. 2024. Vol. 305. P. 109201.
9. Кумратова А.М., Алещенко В.В. Влияние климата на зерновое производство России: региональная специфика // Экономика и предпринимательство. 2021. № 9 (134). С. 429-434.
10. Гулянов Ю.А. Влияние регуляторов роста растений на реализацию ресурсного потенциала агроценозов озимой пшеницы в условиях Оренбургского Предуралья // Вестник Оренбургского государственного университета. 2007. № 3 (66). С. 150-154.
11. Галеев Р.Р., Самарин И.С. Урожайность и качество зерна сортов яровой мягкой пшеницы в зависимости от уровня интенсификации производства в лесостепи Приобья // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2018. № 1 (46). С. 9-15.
12. Соколова А.В., Мельник В.С., Агеев А.А., Манторова Г.Ф. Качество зерна яровой пшеницы в зависимости от предшественников и обработки почвы в условиях Челябинской области // АПК России. 2021. Т. 28. № 5. С. 608-614.
13. Чибилев А.А., Левыкин С.В., Казачков Г.В. Аграрно-природоохранные перспективы модернизации степного землепользования // Аграрная Россия. 2011. № 2. С. 34-42.
14. Чибилев А.А., Мелешкин Д.С., Григорьевский Д.В. Оценка ландшафтно-экологической устойчивости геоситемы Среднего Поуралья // Успехи современного естествознания. 2019. № 7. С. 133-138.
15. Суховеркова В.Е. Соотношение пашни существующим взглядам на оптимальное соотношение угодий // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 10 (132). С. 35-40.
16. Кирюшин В.И. Научные предпосылки технологической модернизации земледелия в России // Известия международной академии аграрного образования. 2017. № 36. С. 18-22.
17. Утенков Г.Л., Котеев С.В., Власенко А.Н. Управление затратным механизмом инновационных процессов обработки почвы для адаптивно-ландшафтного земледелия России // Экономика и управление: проблемы, решения. 2023. Т. 3. № 6 (138). С. 145-163.
18. Горянин О.И. Испытание современных сортов озимой пшеницы в Среднем Заволжье // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. Т. 17. № 4-3. С. 565-569.
19. Ярцев Г.Ф., Гулянов Ю.А., Мордвинцев М.П., Батталова Н.Р., Байкасанов Р.К., Безуглов В.В., Титков В.И. Сорта и гибриды полевых культур Оренбуржья (краткие

описания). Оренбург: Издательский центр Оренбургского государственного аграрного университета, 2011. 86 с.

20. Левыкин С.В., Яковлев И.Г., Казачков Г.В., Грудинин Д.А. Консервация малопродуктивной пашни для оптимизации территориальной охраны степей в восточном Оренбуржье // Степной бюллетень. 2015. № 43-44. С. 34-38.

21. Чибилев А.А. Экологическая оптимизация степных ландшафтов. Екатеринбург: Наука, 1992. 172 с.

22. Гулянов Ю.А., Чибилев (мл) А.А., Чибилев А.А., Левыкин С.В. Проблемы адаптации степного землепользования к антропогенным и климатическим изменениям (на примере Оренбургской области) // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022. Т. 86. № 1. С. 28-40.

23. Температура, относительная влажность воздуха, упругость водяного пара, атмосферные осадки. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [Электронный ресурс]. URL: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/select.xhtml> (дата обращения: 20.12.2013).

24. Лосев А.П., Журина Л.Л. Агрометеорология. М.: Колос, 2001. 297 с.

25. Шашко Д.И. Учитывать биоклиматический потенциал // Земледелие. 1985. № 4. С. 19-26.

26. Тихонов В.Е. Биоклиматический потенциал, его использование и устойчивость производства зерна на Южном Урале // Наука – сельскому хозяйству: материалы междунар. конф. по повышению устойчивости сельскохозяйственного производства, Оренбург, 29-30 сентября 1998 г. Оренбург: Изд-во ФГБНУ «Оренбургский НИИСХ», 2000. С. 26-36.

27. Gulyanov Yu.A., Chibilyov A.A., Silantieva M.M., Levykin S.V., Yakovlev I.G., Kazachkov G.V., Ovcharova N.V., Sokolova L.V. Dynamics of the bioclimatic potential of agroecological zones of the Altai territory in the conditions of modern climatic and anthropogenic changes // Acta Biologica Sibirica. 2022. Vol. 8. P. 763-780.

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

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

Поступила в редакцию 17.01.2024

Принята к публикации 12.03.2024

THE EFFICIENCY OF THE NATURAL AND CLIMATIC RESOURCES USE IN AGRICULTURE IN THE POST-VIRGIN STEPPE REGIONS OF THE URALS AND SIBERIA

Yu. Gulyanov

Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia
e-mail: orensteppe@mail.ru

The article presents the results of an assessment of the effectiveness of the natural and climatic resources use in the field production of the Orenburg Region and the Altai Territory municipalities bordering the Republic of Kazakhstan. The yield potential for the West Kulunda natural-climatic zone of the Altai Territory (3.35 t/ha) was determined on the example of spring wheat. It exceeds the value in the conditions of the Eastern natural-climatic zone of the Orenburg region at 0.41 t/ha. Based on a comparison of the potential BCP and production yields, it was revealed that there is a sufficiently high reserve for its growth in both territories, despite the observed negative trend of BCP. For municipalities of the Eastern natural-climatic zone of the Orenburg region, it is 1.71-1.76 t/ha and

2.40-2.66 t/ha for the West Kulunda natural- climatic zone of the Altai Territory. Based on the results, a conclusion was made about the high scientific and practical importance of developing ways to realize better the potential yield of field crops on arable lands of the post-virgin steppe regions of the Russian Federation in order to optimize land use and withdraw low-yielding lands from agricultural circulation, without damage to the country's food security, including in municipalities bordering with the Republic of Kazakhstan.

Key words: the steppe zone of the Russian Federation, post-virgin border regions, the bioclimatic potential of the territory, the efficiency of the use of BCP, the yield of spring wheat.

References

1. Chervonnykh M.I. Razvitie eksportnogo potentsiala zernovogo rynka Zapadnoi Sibiri. Problemy razvitiya APK regiona. 2017. T. 31. N 3 (31). S. 157-166.
2. Larina T.N., Dobrodomova L.A., Tutaeva L.A. Ekonomicheskii analiz eksportnogo potentsiala zernovogo proizvodstva Orenburgskoi oblasti. Intellekt. Innovatsii. Investitsii. 2021. N 5. S. 43-52.
3. Pavlova V.N., Kalanka P., Karachenkova A.A. Produktivnost' zernovykh kul'tur na territorii Evropeiskoi Rossii pri izmenenii klimata za poslednie desyatiletiya. Meteorologiya i klimatologiya. 2020. N 1. S. 78-94.
4. Gulyanov Yu.A., Chibilev A.A. Rain-fed agriculture in the steppe and forest-steppe zone of the Ural River basin and the adaptation of agricultural technologies to changing moisture availability as a way to preserve surface water resources. South of Russia ecology development. 2023. Vol. 18. No. 1 (66). P. 117-125.
5. Nemtsev S.N., Sharipova R.B. Otsenka agrometeorologicheskikh pokazatelei atmosferykh zasukh i urozhainosti zernovykh kul'tur v izmenyayushchikhsya usloviyakh regional'nogo klimata. Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2020. N 1. S. 10-17.
6. Kaipov Ya.Z., Safin Kh.M. Optimizatsiya sistem zemledeliya v usloviyakh povysheniya zasushlivosti klimata v stepnoi zone Yuzhnogo Urala. Voprosy stepovedeniya. 2022. N 2. S. 72-80.
7. Xiang K., Wang B., Liu D.L., Chen C., Waters C., Huete A., Yu Q. Probabilistic assessment of drought impacts on wheat yield in south-eastern Australia. Agricultural Water Management. 2023. Vol. 284. P. 108359.
8. Eser C., Soylu S., Ozkan H. Drought responses of traditional and modern wheats in different phenological stages. Field Crops Research. 2024. Vol. 305. P. 109201.
9. Kumratova A.M., Aleshchenko V.V. Vliyanie klimata na zernovoe proizvodstvo Rossii: regional'naya spetsifika. Ekonomika i predprinimatel'stvo. 2021. N 9 (134). S. 429-434.
10. Gulyanov Yu.A. Vliyanie regulyatorov rosta rastenii na realizatsiyu resursnogo potentsiala agrotsenozov ozimoi pshenitsy v usloviyakh Orenburgskogo Predural'ya. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2007. N 3 (66). S. 150-154.
11. Galeev R.R., Samarin I.S. Urozhainost' i kachestvo zerna sortov yarovoi myagkoi pshenitsy v zavisimosti ot urovnya intensivatsii proizvodstva v lesostepi Priob'ya. Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. N 1 (46). S. 9-15.
12. Sokolova A.V., Mel'nik V.S., Ageev A.A., Mantorova G.F. Kachestvo zerna yarovoi pshenitsy v zavisimosti ot predshestvennikov i obrabotki pochvy v usloviyakh Chelyabinskoi oblasti. APK Rossii. 2021. T. 28. N 5. S. 608-614.
13. Chibilev A.A., Levykin S.V., Kazachkov G.V. Agrarno-prirodookhrannye perspektivy modernizatsii stepnogo zemlepol'zovaniya. Agrarnaya Rossiya. 2011. N 2. S. 34-42.
14. Chibilev A.A., Meleshkin D.S., Grigorevskii D.V. Otsenka landshaftno-ekologicheskoi ustoichivosti geositemy Srednego Poural'ya. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2019. N 7. S. 133-138.
15. Sukhoverkova V.E. Sootnoshenie pashni sushchestvuyushchim vzglyadam na optimal'noe sootnoshenie ugodii. Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. N 10 (132). S. 35-40.

16. Kiryushin V.I. Nauchnye predposylki tekhnologicheskoi modernizatsii zemledeliya v Rossii. *Izvestiya mezhdunarodnoi akademii agrarnogo obrazovaniya*. 2017. N 36. S. 18-22.
17. Utenkov G.L., Koteev S.V., Vlasenko A.N. Upravlenie zatratnym mekhanizmom innovatsionnykh protsessov obrabotki pochvy dlya adaptivno-landshaftnogo zemledeliya Rossii. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*. 2023. T. 3. N 6 (138). S. 145-163.
18. Goryanin O.I. Ispytanie sovremennykh sortov ozimoi pshenitsy v Srednem Zavolzh'e. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*. 2015. T. 17. N 4-3. S. 565-569.
19. Yartsev G.F., Gulyanov Yu.A., Mordvintsev M.P., Battalova N.R., Baikasenov R.K., Bezuglov V.V., Titkov V.I. Sorta i gibridy polevykh kul'tur Orenburzh'ya (kratkie opisaniya). Orenburg: Izdatel'skii tsentr Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2011. 86 s.
20. Levykin S.V., Yakovlev I.G., Kazachkov G.V., Grudinin D.A. Konservatsiya maloproduktivnoi pashni dlya optimizatsii territorial'noi okhrany stepei v vostochnom Orenburzh'e. *Stepnoi byulleten'*. 2015. N 43-44. S. 34-38.
21. Chibilev A.A. *Ekologicheskaya optimizatsiya stepnykh landshaftov*. Ekaterinburg: Nauka, 1992. 172 s.
22. Gulyanov Yu.A., Chibilev (ml) A.A., Chibilev A.A., Levykin S.V. Problemy adaptatsii stepnogo zemlepol'zovaniya k antropogennym i klimaticheskim izmeneniyam (na primere Orenburgskoi oblasti). *Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya geograficheskaya*. 2022. T. 86. N 1. S. 28-40.
23. Temperatura, otnositel'naya vlazhnost' vozdukha, uprugost' vodyanogo para, atmosferye osadki. Federal'naya sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchei sredy [Elektronnyi resurs]. URL: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/select.xhtml> (data obrashcheniya: 20.12.2013).
24. Losev A.P., Zhurina L.L. *Agrometeorologiya*. M.: Kolos, 2001. 297 s.
25. Shashko D.I. Uchityvat' bioklimaticheskii potentsial. *Zemledelie*. 1985. N 4. S. 19-26.
26. Tikhonov V.E. Bioklimaticheskii potentsial, ego ispol'zovanie i ustoichivost' proizvodstva zerna na Yuzhnom Urale. *Nauka – sel'skomu khozyaistvu: materialy mezhdunar. konf. po povysheniyu ustoichivosti sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva, Orenburg, 29-30 sentyabrya 1998 g. Orenburg: Izd-vo FGBNU «Orenburgskii NIISKh»*, 2000. S. 26-36.
27. Gulyanov Yu.A., Chibilyov A.A., Silantjeva M.M., Levykin S.V., Yakovlev I.G., Kazachkov G.V., Ovcharova N.V., Sokolova L.V. Dynamics of the bioclimatic potential of agroecological zones of the Altai territory in the conditions of modern climatic and anthropogenic changes. *Acta Biologica Sibirica*. 2022. Vol. 8. P. 763-780.
28. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)*. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.

Сведения об авторе:

Гулянов Юрий Александрович
 Д.с.-х.н., профессор, ведущий научный сотрудник отдела степеведения и природопользования, Институт степи УрО РАН
 ORCID 0000-0002-5883-349X
 Gulyanov Yuriy
 Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Leading Researcher, Department of Steppe Studies and Nature Management, Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Для цитирования: Гулянов Ю.А. Эффективность использования природно-климатических ресурсов в земледелии постцелинных степных регионов Урала и Сибири // Вопросы степеведения. 2024. № 1. С. 101-113. DOI: 10.24412/2712-8628-2024-1-101-113