

DOI 10.33952/2542-0720-2021-2-26-62-73

УДК 631/635:632.08:633.1

Гулянов Ю. А.

**УСТОЙЧИВОСТЬ АГРОЦЕНОЗОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ К
СОВРЕМЕННЫМ КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ
СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЮЖНОГО УРАЛА**

Институт степи Уральского отделения Российской академии наук (ИС УрО РАН) – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Оренбургского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук (ОФИЦ РАН)

Реферат. Оценка современных метеорологических тенденций необходима для научного обоснования мероприятий, направленных на стабилизацию валовых сборов продовольственного зерна в условиях меняющегося климата. Цель исследований – оценка влияния климатических изменений на выживаемость и сохранность к уборке продуктивных посевов яровой пшеницы на примере отдельных административных районов (природно-климатических зон) Оренбургской области. Объект исследований – сведения о среднесуточных температурах воздуха, атмосферных осадках и урожайности яровой пшеницы за 2008–2019 гг., полученные из открытых источников. Установлено, что средняя убыль уборочной площади яровой пшеницы в области, составившая 16,9 % от площади посева, за анализируемый период (2008–2019) оказалась равной 237160 га в год. Её наибольшие относительные значения отмечены в Акбулакском (45,7 %), Оренбургском (40,0 %) и Домбаровском (38,2 %) районах. Территории, отличающиеся наибольшими долями не убиравшихся площадей, характеризуются достаточно «жесткими» гидротермическими условиями. Средний за двенадцатилетний период ГТК в центральной зоне области составил 0,57 мм/°С и 0,48 мм/°С в восточной зоне, 0,42 мм/°С – в южной. На исследованных территориях наметилась отчетливая тенденция к усилению засушливости летних месяцев как наиболее вероятных периодов вегетации яровой пшеницы, особенно в южной зоне, где условия увлажнения характеризуются как сухие. Самую сильную обратную связь убыли площадей уборки яровой пшеницы с количеством атмосферных осадков ($r = 0,50–0,71$) наблюдали в отношении периода сентябрь–июль. С суммой активных температур связь прямая, наиболее сильная в период апрель–июнь ($r = 0,47–0,59$), совпадающий со временем формирования всходов и закладки репродуктивных органов как основы будущего урожая. Для стабилизации валовых сборов зерна целесообразно проведение комплекса организационно-хозяйственных и агротехнических мероприятий, направленных на оптимизацию структуры земельного фонда и адаптацию агротехнологий к условиям меняющегося климата.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, климатические вызовы, атмосферные осадки, температура воздуха, вариация уборочных площадей, выживаемость посевов, *Triticum aestivum* L., яровая пшеница.

Для цитирования: Гулянов Ю. А. Устойчивость агроценозов яровой пшеницы к современным климатическим изменениям в земледелии степной зоны Южного Урала // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 2(26). С. 62–73. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-2-26-62-73.

For citation: Gulyanov Yu. A. Spring wheat agrocenoses tolerance to modern climatic changes in agriculture in the steppe zone of the Southern Urals // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2021. No. 2(26). P. 62–73. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-2-26-62-73.

Введение

Обеспечение продовольственной безопасности населения является одним из главных приоритетов государств, и стабильное производство хлебопекарного зерна занимает в этом центральное место. Для РФ, считающейся традиционным поставщиком зерна на внешний рынок, его продажа является также весомой финансовой составляющей.

Основные российские площади посева наиболее ценной в хлебопекарном отношении яровой пшеницы располагаются в постцелинных регионах степной зоны Урала и Западной Сибири, где она ежегодно занимает от 8,5 до 9,5 млн га или 65,0–68,4 % от общей по стране площади посева. При относительно невысокой урожайности, часто не превышающей 1,0–1,5 т/га, в указанных регионах собирают достаточно объемный урожай качественного зерна. Он достигает 12,6–17,5 млн т и составляет в среднем 60,0–77,6 % от общего урожая зерновых культур [1].

Наблюдаемые в последние десятилетия общепланетарные изменения гидротермических условий, особенно в периоды вегетации полевых культур, часто сопровождаются снижением уровня атмосферного увлажнения и повышением термических ресурсов. Связанное с этим усиление засушливости климата вызывает вполне обоснованную тревогу за устойчивость продуктивности зерновых культур [2–4]. Высказывается опасение, что во многих регионах мира изменение климата повлияет и на глобальные социально-экономические системы, приведёт к снижению потенциала всего сельскохозяйственного производства, будет сопровождаться большим количеством экстремальных погодных явлений [5].

Особую актуальность проблема изменяющегося климата приобретает благодаря усиливающемуся антропогенному прессингу и деградации почвы, нарастающей в условиях засухи [6]. Общеизвестно, что различные виды разрушения почвы, имеющие достаточно давнюю историю и продолжающие активно прогрессировать, неразрывно связаны с деятельностью человека. Вызываемая сельскохозяйственной деятельностью эрозия почвы приводит к её деградации значительно быстрее, чем происходит естественное восстановление. При существующих темпах антропогенного разрушения почвы уже в ближайшее столетие прогнозируют серьёзную угрозу безопасности человека, связанную с продовольственными, экономическими и экологическими рисками [7–10].

Значительное варьирование количества атмосферных осадков и усиление засушливости климата всё чаще приводят к нестабильности валовых сборов зерна. Это происходит не только из-за снижения урожайности в особо аномальные годы, но и по причине неуборки огромных площадей, не сформировавших урожай выше уровня экономической целесообразности.

Для преодоления указанных вызовов природного и антропогенного характера в РФ разработан и утверждён (25 декабря 2019 г., № 3183-р) национальный план мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 г. Он предусматривает организацию и реализацию мер по адаптации с учётом отраслевых, региональных и местных особенностей, долгосрочности характера этих мер, их масштабности и глубины воздействия на различные стороны жизни населения и экономики [11].

В степных регионах России, наиболее привлекательных для хлебопашества и за долгие годы активной эксплуатации накопивших достаточно много проблем, связанных с чрезмерной распаханностью и деградацией неустойчивых почв, не менее важной является задача сохранения биологического разнообразия степей.

В качестве выхода из сложившейся ситуации научным сообществом рассматривается адаптация земледельческих технологий к меняющемуся климату

[12–15], оптимизация структуры посевных площадей [16] и сосредоточение технологической нагрузки на лучших землях. Реализуемые в данном исследовании задачи актуализации высокой пространственно-временной вариабельности площадей уборки яровой пшеницы в степной зоне Южного Урала и выявления их связи с современными гидротермическими условиями достаточно важны, а полученные результаты имеют высокое практическое значение.

Цель исследований – оценка влияния климатических изменений на выживаемость и сохранность к уборке продуктивных посевов яровой пшеницы на примере отдельных административных районов (природно-климатических зон) Оренбургской области.

Для выполнения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

- провести анализ динамики посевных и уборочных площадей яровой пшеницы по отдельным административным районам (природно-климатическим зонам) Оренбургской области за 2008–2019 гг.;
- оценить размеры убыли уборочных площадей яровой пшеницы по отдельным административным районам (природно-климатическим зонам), определить размах их вариации в отдельные годы и выявить связь с суммарной не убиравшейся площадью по области;
- провести анализ гидротермических показателей периодов активной вегетации полевых культур и наиболее вероятных периодов вегетации яровой пшеницы по природно-климатическим зонам с наибольшей долей выбывших уборочных площадей;
- определить периоды года, включая различные временные интервалы вегетационного периода, гидротермические характеристики которых чаще всего определяют сохранность посевов яровой пшеницы.

Материалы и методы исследований

Объектом исследований выступали сведения о среднесуточных температурах воздуха, атмосферных осадках и урожайности яровой пшеницы за 2008–2019 гг. в Бугурусланском, Сорочинском, Акбулакском, Оренбургском и Домбаровском районах, представляющих северную, западную, южную, центральную и восточную природно-климатические зоны Оренбургской области.

Для анализа гидротермических условий использовали размещенные в свободном доступе данные одноимённых лицензированных метеостанций, представленные в виде электронных материалов [17] и специализированных массивов для климатических исследований Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных (ВНИИГМИ-МЦД) [18]. В качестве источника данных об урожайности зерновых культур использовали официальную статистическую информацию Федеральной службы государственной статистики, представленную в Единой межведомственной информационно-статистической системе РФ (ЕМИСС) [1] и сборниках «Регионы России. Социально-экономические показатели» [19]. При обработке цифрового материала применяли общепринятые методы статистического анализа.

Результаты и их обсуждение

В результате проведённых исследований выявлено значительное варьирование посевных и уборочных площадей яровой пшеницы во всех природно-климатических зонах Оренбургской области. Наибольшую стабильность посевных площадей, с коэффициентом вариации 11,9 %, отметили в Домбаровском районе (восточная зона). В южной, центральной и западной зонах размах вариации оказался значительно шире – от 27,4–28,9 % в Акбулакском и Оренбургском районах, до 36,5 % в Сорочинском районе. В абсолютном выражении, при средних размерах

площадей посева 32380–70230 га, максимальная разница между их наибольшими и наименьшими значениями за 2008–2019 составила 24783–60881 га. Эти показатели отмечены в южной (Акбулакский район) и центральной (Оренбургский район) природно-климатических зонах. Северная зона области (Бугурусланский район) в этом отношении занимает среднее положение (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика посевных и уборочных площадей яровой пшеницы по отдельным административным районам (природно-климатическим зонам) Оренбургской области (2008–2019 гг.)

Административный район (природно-климатическая зона)	Площадь посева, га			Площадь уборки, га			r**
	средние Cv*	max год	min год	средние Cv	max год	min год	
Бугурусланский (северная)	<u>22010</u> 23,9	<u>31603</u> (2019)	<u>17580</u> (2012)	<u>19900</u> 42,1	<u>31603</u> (2019)	<u>5581</u> (2010)	0,93
Сорочинский (западная)	<u>7770</u> 36,5	<u>13166</u> (2016)	<u>4126</u> (2019)	<u>6170</u> 60,2	<u>12531</u> (2016)	<u>0</u> (2010)	0,84
Акбулакский (южная)	<u>32380</u> 27,4	<u>45476</u> (2009)	<u>20693</u> (2019)	<u>17580</u> 74,2	<u>40889</u> (2011)	<u>423</u> (2010)	0,26
Оренбургский (центральная)	<u>70230</u> 28,9	<u>100494</u> (2009)	<u>39613</u> (2019)	<u>42110</u> 63,6	<u>93817</u> (2008)	<u>12782</u> (2010)	0,41
Домбаровский (восточная)	<u>37590</u> 11,9	<u>43344</u> (2012)	<u>29777</u> (2019)	<u>23210</u> 56,0	<u>39788</u> (2011)	<u>0</u> (2010)	0,18
Оренбургская область в целом	<u>1402690</u> 7,2	<u>1622885</u> (2009)	<u>1224894</u> (2019)	<u>1165530</u> 31,2	<u>1438879</u> (2008)	<u>517305</u> (2010)	0,06

Примечание. здесь и далее * коэффициент вариации; ** коэффициент корреляции.

Корреляционно-регрессионный анализ статистических данных не выявил связи размеров посевных площадей яровой пшеницы с гидротермическими условиями посевного и предпосевного периодов ни в одной из природно-климатических зон. Установлено, что они больше зависели от организационных и социально-экономических составляющих, а неурожай предшествующих лет при высокой закредитованности аграриев заметно снижали «пространственную» мотивацию.

Вариация площадей уборки яровой пшеницы во всех природно-климатических зонах оказалась значительно шире: 42,1 % в Бугурусланском районе и 74,2 % в Акбулакском районе. Максимальная разница между наибольшими и наименьшими значениями абсолютных средних величин составила: 81035 га (Оренбургский район), 39788 (Домбаровский район), 40446 га (Акбулакский район).

Следует отметить, что за анализируемый промежуток времени (2008–2019) наибольшие потери уборочных площадей, носившие глобальный характер, на территории Оренбургской области отмечены в 2010 (повсеместно) и 2012 гг. (преимущественно в восточной зоне). В указанные годы площадь не убранных площадей, благодаря полному отсутствию хозяйственно ценной части урожая (зерно) или его величины ниже порога экономической целесообразности, в целом по области достигала 50,9 % (2012 г.) и 63,0 % (2010 г.). Особо неудачным для полеводов Оренбуржья был 2010 г., когда в целом по области из посеянных более чем 1,4 млн га яровой пшеницы не подлежало уборке около 0,9 млн га. В некоторых районах уборку яровой пшеницы вообще не проводили. Показателен пример Домбаровского района (восточная зона), где из посеянных 38182 га не убрали ни одного гектара. В этот же год наибольшие потери уборочных площадей отмечены и в других природно-климатических зонах Оренбуржья, составившие 7833 га (Бугурусланский район) и 75073 га (Оренбургский район).

Средняя убыль уборочной площади яровой пшеницы по области, составившая 16,9 % от площади посева, за анализируемый период оказалась равной 237160 га в

год. Её наибольшие относительные значения отмечены в Акбулакском (45,7 %), Оренбургском (40,0 %) и Домбаровском (38,2 %) районах. В этих же районах отмечены и наибольшие средние значения абсолютных величин, но в несколько иной последовательности – Домбаровский район (14380 га) – Акбулакский район (14800 га) – Оренбургский район (28120 га) (таблица 2).

Таблица 2 – Баланс посевных и уборочных площадей яровой пшеницы по отдельным административным районам (природно-климатическим зонам) Оренбургской области (2008–2019 гг.)

Административный район (природно-климатическая зона)	Убыль уборочной площади			Суммарная неубранная площадь (за 2008–2019 гг.)		
	Средние, га %	max, га/% год	min, га/% год	всего, га	доля от площади посева, %	корреляция с суммарной по области (r)
Бугурусланский (северная)	<u>2110</u> 9,6	<u>7833/58,4</u> (2010)	<u>0/0</u> (2008, 2017)	42146	15,0	0,60
Сорочинский (западная)	<u>1600</u> 20,6	<u>4141/100,0</u> (2010)	<u>0/0</u> (2008, 2017)	19110	20,5	0,77
Акбулакский (южная)	<u>14800</u> 45,7	<u>29766/98,7</u> (2010)	<u>0/0</u> (2016, 2017)	177681	45,7	0,87
Оренбургский (центральная)	<u>28120</u> 40,0	<u>75073/85,4</u> (2010)	<u>0/0</u> (2008)	337408	40,0	0,95
Домбаровский (восточная)	<u>14380</u> 38,2	<u>38182/100,0</u> (2010)	<u>0/0</u> (2016, 2017)	172537	38,2	0,94
Оренбургская область в целом	<u>237160</u> 16,9	<u>883319/63,0</u> (2010)	<u>5699/0,4</u> (2017)	3745864	22,2	

Наиболее благоприятные условия для сохранности посевов яровой пшеницы отмечены в 2017 г., когда убыль уборочных площадей в целом по области составила только 5699 га или 0,4 %. В большинстве анализируемых административных районов, за исключением Оренбургского, уборка была произведена на всей площади посева. Примечательно, что именно в этот год в Оренбуржье XXI века был собран рекордный урожай зерновых и зернобобовых культур, превысивший 4,20 млн т, из которых 1,83 млн т или 43,5 % – урожай яровой пшеницы.

Следует отметить, что суммарная за анализируемый период неубранная площадь яровой пшеницы, составившая в разрезе административных районов 15,0 % (Бугурусланский район) – 45,7 % (Акбулакский район) от площади посева, в целом по области представляет собой внушительную величину, превысившую 3,7 млн га.

В результате корреляционно-регрессионного анализа выявлена сильная связь ($r = 0,77-0,94$) суммарной неубранной площади яровой пшеницы по большинству анализируемых административных районов, за исключением Бугурусланского ($r = 0,60$, средняя связь), с суммарной общеобластной неубранной площадью. Наиболее тесно связанными с областным показателем оказались административные районы, представляющие южную (Акбулакский), центральную (Оренбургский) и восточную (Домбаровский) природно-климатические зоны.

Анализ гидротермических условий периодов активной вегетации полевых культур выявил значительную вариацию сумм осадков, сумм активных (более 10 °С) температур и ГТК Селянинова в указанных территориях (таблица 3).

Наибольшая вариабельность сумм осадков активного периода вегетации (49,4 %) при самом низком среднегодовом количестве (143 мм) отмечена в южной природно-климатической зоне (Акбулакский район), где разница между их минимальными и максимальными значениями в отдельные годы анализируемого периода составила 226 мм. В восточной природно-климатической зоне

(Домбаровский район), также отличающейся скудными условиями увлажнения, выявлена большая стабильность осадков по годам, с размахом от 93 до 221 мм.

Таблица 3 – Гидротермическая характеристика периодов активной вегетации полевых культур в административных районах (природно-климатических зонах) Оренбургской области с наибольшей долей не убиравшихся площадей (средние за 2008–2019 гг.)

Административный район (природно-климатическая зона)	Сумма осадков, мм		Сумма активных температур, °С		ГТК, мм/°С	
	средние Cv	min max	средние Cv	min max	средние Cv	min max
Акбулакский (южная)	<u>143</u> 49,4	<u>47</u> 273	<u>3360</u> 6,8	<u>3137</u> 3955	<u>0,42</u> 50,0	<u>0,11</u> 0,80
Оренбургский (центральная)	<u>191</u> 34,8	<u>85</u> 303	<u>3315</u> 7,4	<u>3086</u> 3925	<u>0,57</u> 35,7	<u>0,23</u> 0,79
Домбаровский (восточная)	<u>151</u> 24,8	<u>93</u> 221	<u>3158</u> 7,9	<u>2940</u> 3855	<u>0,48</u> 26,4	<u>0,28</u> 0,70
Акбулакский (южная)	<u>143</u> 49,4	<u>47</u> 273	<u>3360</u> 6,8	<u>3137</u> 3955	<u>0,42</u> 50,0	<u>0,11</u> 0,80

Располагающийся в центральной природно-климатической зоне области Оренбургский район характеризовался несколько лучшими условиями увлажнения (191 мм), хотя вариабельность осадков по годам оставалась высокой – 34,8 %.

Следует отметить, что термические ресурсы периода активной вегетации полевых культур, в отличии от осадков, меньше изменялись по годам и коэффициент их вариации составил 6,8–7,9 %. Наибольшая средняя сумма активных температур (3137 °С) отмечена в южной зоне, а в центральной и восточной природно-климатических зонах она оказалась ниже на 45–202 °С.

Следствием высокой изменчивости сумм осадков активного периода вегетации, дополнительно усилившейся вариабельностью сумм активных температур, стала значительная динамика гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК). Наибольшая вариабельность ГТК выявлена в южной (50,0 %) и центральной (35,7 %) природно-климатических зонах. Максимальным размахом ГТК (0,69 мм/°С) при самых низких минимальных значениях (0,11 мм/°С) характеризовалась южная природно-климатическая зона (Акбулакский район). Примечательно, что анализируемые территории, отличающиеся наибольшими долями не убиравшихся площадей (от площадей посева) яровой пшеницы, характеризуются достаточно «жесткими» гидротермическими условиями. Так, средний за двенадцатилетний период ГТК в центральной зоне области составил 0,57 мм/°С, характеризую условия вегетации как очень засушливые. В восточной природно-климатической зоне он оказался ещё ниже (0,48 мм/°С), а в южной (0,42 мм/°С) практически вплотную приблизился к значениям, характеризующим условия вегетации как сухие (ниже 0,4 мм/°С).

Определение гидротермических показателей наиболее вероятных периодов вегетации яровой пшеницы выявило усиление гидротермического «прессинга» в летний период по сравнению с весенним. Это наиболее отчётливо проявилось в южной и восточной природно-климатических зонах, где указанный показатель за апрель–май составлял 0,62–0,76 мм/°С, а за период с апреля по июль снизился на 0,23–0,27 мм/°С, опустившись до значений 0,39–0,49 мм/°С (таблица 4).

Наибольшими ресурсами тепла в размере 2071–2108 °С располагали Оренбургский и Акбулакский районы области, а наименьшим количеством осадков – Акбулакский и Домбаровский. В целом в анализируемых природно-климатических

зонах области вполне отчётливо наметилась тенденция к усилению засушливости летних месяцев, как наиболее вероятных периодов вегетации яровой пшеницы, особенно в южной зоне, где условия увлажнения характеризовались как сухие.

Таблица 4 – Гидротермическая характеристика наиболее вероятных периодов вегетации яровой пшеницы в административных районах (природно-климатических зонах) Оренбургской области с наибольшей долей не убираемых площадей (средние за 2008–2019 гг.)

Административный район (природно-климатическая зона)	Осадки за период года, с месяца по месяц, мм					Сумма активных температур, °С/ГТК		
	IX-VII	IX-III	IV-VII	IV-VI	IV-V	IV-VII	IV-VI	IV-V
Акбулакский (южная)	271	182	84	63	43	$\frac{2108}{0,39}$	$\frac{1370}{0,45}$	$\frac{724}{0,62}$
Оренбургский (центральная)	313	199	108	74	50	$\frac{2071}{0,53}$	$\frac{1354}{0,56}$	$\frac{725}{0,61}$
Домбаровский (восточная)	264	159	98	67	46	$\frac{1989}{0,49}$	$\frac{1276}{0,53}$	$\frac{647}{0,76}$

Проведённое нами исследование периодов года, гидротермические характеристики которых чаще всего определяют сохранность посевов яровой пшеницы, при общей для анализируемых зон направленности, выявило некоторые зональные особенности (рисунок 1).

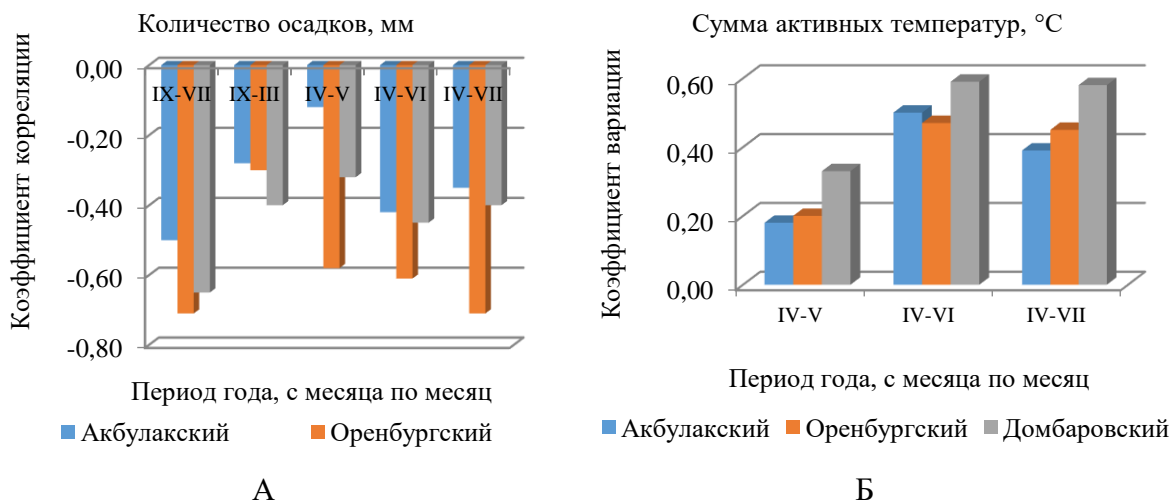


Рисунок 1 – Связь убыли площадей уборки яровой пшеницы с осадками (А) и суммой активных температур (Б) по отдельным периодам года (средние за 2008–2019 гг.)

Так, наиболее сильная связь убыли площадей уборки яровой пшеницы с количеством атмосферных осадков установлена в отношении периода сентябрь–июль во всех анализируемых зонах. Связь обратная, с коэффициентом корреляции (r) от –0,50 (Акбулакский район) до –0,71 (Оренбургский район). Только осенне–зимние (сентябрь–март) или только весенние (апрель–май) осадки с площадью выбывших площадей уборки связаны слабее. Это особенно заметно в южной и восточной зонах области, характеризующихся малоснежьем и скудным увлажнением летнего периода, по отдельности не способных обеспечить бездефицитный водный баланс посевов. С суммой активных температур связь прямая, наиболее сильная в

период апрель–июнь ($r = 0,47-0,59$), совпадающий со временем формирования всходов и закладки репродуктивных органов как основы будущего урожая. В восточной и центральной зоне области связь указанных параметров на данном уровне сохраняется и в период апрель–июль, а в южной зоне снижается до 0,39.

Подводя итог оценки современных климатических вызовов устойчивому производству зерна яровой пшеницы в регионах степной зоны Южного Урала следует заключить, что основные риски нестабильности валовых сборов связаны со значительной вариацией уборочных площадей. Для их стабилизации, в условиях современных природных и антропогенных изменений окружающей среды, представляется целесообразным проведение комплекса организационно-хозяйственных и агротехнических мероприятий, включающих:

- оптимизацию структуры земельного фонда, сосредоточение технологических затрат на лучших землях, заботу о воспроизводстве почвенного плодородия, как залога наиболее эффективного сохранения и расходования небогатых ресурсов влаги;

- адаптацию земледельческих технологий к условиям меняющегося климата, внедрение природоподобных приёмов, как элементов ландшафтно-адаптивных систем [20];

- внедрение технологических приёмов, способствующих сбережению почвенной влаги всего периода, от уборки предшествующей культуры до созревания нового урожая;

- культивирование скороспелых жаростойких и засухоустойчивых сортов, способных сформировать урожай за более короткий срок, улучшение условий минерального питания растений (применение удобрений) [21], позволяющее более рационально расходовать влагу на формирование урожая.

Выводы

В условиях современных климатических изменений наблюдается значительное варьирование посевных и уборочных площадей яровой пшеницы во всех природно-климатических зонах Оренбургской области. Наибольший размах вариации посевных площадей, составивший 27,4–36,5 % отмечается в южной, центральной и западной зонах. Он не связан с гидротермическими условиями посевного и предпосевного периодов и больше зависит от организационных и социально-экономических составляющих. Вариация площадей уборки имеет большой диапазон – от 42,1 % в северной зоне (Бугурусланский район) до 74,2 % в южной зоне (Акбулакский район) с максимальной разницей между наибольшими и наименьшими значениями абсолютных средних величин 81035 га (центральная зона, Оренбургский район) – 39788–40446 га (восточная зона, Домбаровский район и южная зона, Акбулакский район).

Средняя убыль уборочной площади яровой пшеницы по области, составившая 16,9 % от площади посева, за анализируемый период (2008–2019) оказалась равной 237160 га в год. Её наибольшие относительные значения отмечены в Акбулакском (45,7 %), Оренбургском (40,0 %) и Домбаровском (38,2 %) районах. Суммарная неубранная площадь яровой пшеницы по большинству анализируемых административных районов, за исключением Бугурусланского, сильно связана ($r = 0,77-0,94$) с суммарной общеобластной неубранной площадью. Наиболее тесно связанными с областным показателем оказались размеры убыли в административных районах южной, центральной и восточной природно-климатических зон.

Территории, отличающиеся наибольшими долями не убиравшихся площадей, характеризуются достаточно «жесткими» гидротермическими условиями. Средний за двенадцатилетний период ГТК в центральной зоне области составил

0,57 мм/°С и 0,48 мм/°С в восточной, 0,42 мм/°С в южной. Здесь вполне отчётливо наметилась тенденция к усилению засушливости летних месяцев как наиболее вероятных периодов вегетации яровой пшеницы, особенно в южной зоне, где условия увлажнения характеризовались как сухие.

Наиболее сильную обратную связь убыли площадей уборки яровой пшеницы с количеством атмосферных осадков (от – 0,50 до – 0,71) наблюдали в отношении периода сентябрь–июль. С суммой активных температур связь прямая, наиболее сильная в период апрель–июнь ($r = 0,47-0,59$), совпадающий со временем формирования всходов и закладки репродуктивных органов как основы будущего урожая.

Для стабилизации валовых сборов зерна представляется целесообразным проведение комплекса организационно-хозяйственных и агротехнических мероприятий, направленных на оптимизацию структуры земельного фонда и адаптацию агротехнологий к условиям меняющегося климата.

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.

Литература

1. ЕМИСС. Государственная статистика. Урожайность сельскохозяйственных культур (в расчёте на убранную площадь). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://https://www.fedstat.ru/indicator/31533> (дата обращения 22.01.2021).
2. Gulyanov Yu. A., Chibilyov A. A., Levykin S. V., Yakovlev I. G. Modern climatic resources of the farming post-virgin land regions in Ural and West Siberia and their agricultural assessment // IOP Conference. Series “Earth and Environmental Science”. 2021. Vol. 624. P. 012226. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012226.
3. Anwar M. R., O’Leary G., McNeil D., Hossain H., Nelson R. Climate change impact on rainfed wheat in south-eastern Australia // Field Crops Research. 2007. No. 104. P. 139–147. DOI: 10.1016/j.fcr.2007.03.020.
4. Eekhout J. P. K., de Vente J. Assessing the effectiveness of Sustainable Land Management for large-scale climate change adaptation // Science of the Total Environment. 2019. Vol. 654. P. 85–93. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.10.350.
5. Sun Y., Solomon S., Dai. A., Portmann R. W. How often will it rain? // Journal of Climate. 2007. Vol. 20. No. 19. P. 4801–4818. DOI: 10.1175/JCLI4263.1.
6. Zhang X. C., Nearing M. A. Impact of climate change on soil erosion, runoff, and wheat productivity in central Oklahoma // Catena. 2005. Vol. 61. No. 2–3. P. 185–195. DOI: 10.1016/j.catena.2005.03.009.
7. Gulyanov Yu. A., Chibilev A. A., Levykin S. V., Silantjeva M. M., Kazachkov G. V., Sokolova L. V. Ecological-based adaptation of agriculture to the soil and climatic conditions in Russian steppe // Ukrainian Journal of Ecology. 2019. Vol. 9 (3). P. 393–398.
8. 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.
9. Amundson R., Berhe A. A., Hopmans J. W., Olson C., Sztein A. E., Sparks D. L. Soil and human security in the 21st century // Science. 2015. Vol. 348. No. 6235. P.1261071. DOI: 10.1126/science.1261071.
10. Conacher A. Land degradation: a global perspective // New Zealand Geographer. 2009. Vol. 65. No. 2. P. 91–94. DOI: 0.1111/j.1745-7939.2009.01151.x.
11. Распоряжение Правительства РФ от 25 декабря 2019 г. № 3183-р «Об утверждении национального плана мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 г.». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73266443/> (дата обращения 23.03.2021).
12. Гулянов Ю. А. Адаптация технологических приёмов возделывания озимой пшеницы в степных районах Южного Урала // Агробиологические особенности и параметры моделей высокопродуктивных агроценозов полевых культур в засушливых условиях Южного Урала: сборник научных трудов. Оренбург: Издательский центр Оренбургского государственного аграрного университета, 2006. С. 10–23.

13. Dilling L., Daly M. E., Travis W. R., Wilhelmi O. V., Klein R. A. The dynamics of vulnerability: why adapting to climate variability will not always prepare us for climate change // WIREs: Climate Change. 2015. Vol. 6. No. 4. P. 413–425. DOI: 10.1002/wcc.341.
14. Skorokhodov V. Yu., Maksyutov N.A., Mitrofanov D. V., Yartsev G. F., Kaftan U. V., Zenkova N. A. The effect of nitrate nitrogen on barley yield on chernozem of the southern steppe zone of the Southern Urals // IOP Conference. Series “Earth Environmental Science”. 2021. No. 624. P. 012202. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012202.
15. 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. С.79–88. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-1-79-88.
16. Гулянов Ю. А. Оценка современных биоклиматических ресурсов и перспектив роста урожайности в постцелинных регионах Урала и Западной Сибири // Таврический вестник аграрной науки. 2020. № 4 (24). С. 29–41. DOI 10.33952/2542-0720-2020-4-24-29-41.
17. Погода и климат. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru/history.php> (дата обращения 15.03.2021).
18. Осадки и температура. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/select.xhtml> (дата обращения 10.02.2021).
19. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019: Р32 Статистический сборник. М.: Росстат, 2019. 1204 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения 02.03.2021).
20. Гулянов Ю. А., Балдина Е. Ю. Эффективность использования ресурсного потенциала степных агроландшафтов при выращивании яровой пшеницы в Оренбургском Предуралье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 6 (74). С. 22–26.
21. Гулянов Ю. А., Коренной А. С., Дорошева Е. Е. Роль азотсодержащих минеральных удобрений в формировании полноценного зерна озимой пшеницы на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (58). С. 24–26.

References

1. EMISS. State statistics. Crop yield (per harvested area). [Electronic resource]. Access point: <https://www.fedstat.ru/indicator/31533> (reference date 22.01.2021).
2. Gulyanov Yu. A., Chibilyov A. A., Levykin S. V., Yakovlev I. G. Modern climatic resources of the farming post-virgin land regions in Ural and West Siberia and their agricultural assessment // IOP Conference. Series “Earth and Environmental Science”. 2021. Vol. 624. P. 012226. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012226.
3. Anwar M. R., O’Leary G., McNeil D., Hossain H., Nelson R. Climate change impact on rainfed wheat in south-eastern Australia // Field Crops Research. 2007. No. 104. P. 139–147. DOI: 10.1016/j.fcr.2007.03.020.
4. Eekhout J. P. K., de Vente J. Assessing the effectiveness of Sustainable Land Management for large-scale climate change adaptation // Science of the Total Environment. 2019. Vol. 654. P. 85–93. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.10.350.
5. Sun Y., Solomon S., Dai A., Portmann R. W. How often will it rain? // Journal of Climate. 2007. Vol. 20. No. 19. P. 4801–4818. DOI: 10.1175/JCLI4263.1.
6. Zhang X. C., Nearing M. A. Impact of climate change on soil erosion, runoff, and wheat productivity in central Oklahoma // Catena. 2005. Vol. 61. No. 2–3. P. 185–195. DOI: 10.1016/j.catena.2005.03.009.
7. Gulyanov Yu. A., Chibilev A. A., Levykin S. V., Silantieva M. M., Kazachkov G. V., Sokolova L. V. Ecological-based adaptation of agriculture to the soil and climatic conditions in Russian steppe // Ukrainian Journal of Ecology. 2019. Vol. 9 (3). P. 393–398.
8. Sobolin G. V., Satunkin I. V., Gulyanov Yu. A., Korovin Yu. I. Ecological and economic problems of irrigated agriculture // The economy of agriculture in Russia. 2003. No. 4. P. 37.
9. Amundson R., Berhe A. A., Hopmans J. W., Olson C., Sztein A. E., Sparks D. L. Soil and human security in the 21st century // Science. 2015. Vol. 348. No. 6235. P.1261071. DOI: 10.1126/science.1261071.
10. Conacher A. Land degradation: a global perspective // New Zealand Geographer. 2009. Vol. 65. No. 2. P. 91–94. DOI: 0.1111/j.1745-7939.2009.01151.x.
11. Decree of the government of the Russian Federation No. 3183-r of December 25, 2019 on approval of the national action plan for the first stage of adaptation to climate change for the period up to 2022. [Electronic resource]. Access point: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73266443/> (reference’s date 23.03.2021).

12. Gulyanov Yu. A. Adaptation of technological methods of winter wheat cultivation in the steppe regions of the southern Urals // Agrobiological features and parameters of models of highly productive agrocenoses of field crops in the arid conditions of the southern Urals: collection of scientific papers. Orenburg: Publishing center of the Orenburg State Agrarian University, 2006. P. 10–23.
13. Dilling L., Daly M. E., Travis W. R., Wilhelmi O. V., Klein R. A. The dynamics of vulnerability: why adapting to climate variability will not always prepare us for climate change // WIREs: Climate Change. 2015. Vol. 6. No. 4. P. 413–425. DOI: 10.1002/wcc.341.
14. Skorokhodov V. Yu., Maksyutov N.A., Mitrofanov D. V., Yartsev G. F., Kaftan U. V., Zenkova N. A. The effect of nitrate nitrogen on barley yield on chernozem of the southern steppe zone of the Southern Urals // IOP Conference. Series “Earth Environmental Science”. 2021. No. 624. P. 012202. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012202.
15. Gulyanov Yu. A., Chibilyov A. A., Chibilyov A. A (Jr.). Reserves for increasing yield and quality of winter wheat grain and their dependence on the heterogeneity of crops in the conditions of the steppe zone of the Orenburg Urals, Russia // South of Russia: ecology, development. 2020. Vol. 15. No. 1. P.79–88. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-1-79-88.
16. Gulyanov Yu. A. Assessment of modern bioclimatic resources and prospects of yield growth in the post-virgin regions of the Urals and Western Siberia // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2020. No. 4(24). P. 29–41. DOI: 10.33952/2542-0720-2020-4-24-29-41.
17. Weather and climate. [Electronic resource]. Access point: <http://www.pogodaiklimat.ru/history.php> (reference's date 15.03.2021).
18. Precipitation and temperature. [Electronic resource]. Access point: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/select.xhtml> (reference's date 10.02.2021).
19. Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2019: R 32 Statistical Book. Moscow: Rosstat, 2019 1204 p. [Electronic resource]. Access point: <http://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (reference's date 02.03.2021).
20. Gulyanov Yu. A., Baldina Ye. Yu. Efficiency of using the resource potentials of steppe agrolandscapes in spring wheat growing in Orenburg Preduralye // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2018. No. 6 (74). P. 22–26.
21. Gulyanov Yu. A., Korennoy A. S., Dorosheva Ye. Ye. The role of mineral fertilizers containing nitrogen in the formation of wholesome grain in winter wheat grown on southern chernozem lands of Orenburg Preduralye // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2016. No. 2 (58). P. 24–26.

UDC 631/635:632.08:633.1

Gulyanov Yu. A.

SPRING WHEAT AGROCENOSSES TOLERANCE TO MODERN CLIMATIC CHANGES IN AGRICULTURE IN THE STEPPE ZONE OF THE SOUTHERN URALS

***Summary.** The assessment of current meteorological trends is necessary for the scientific justification of measures aimed at stabilizing the gross harvest of food grain under conditions of changing climate. The purpose of the research was to assess the impact of climatic changes on the survival rate and safety of productive spring wheat crops until harvesting on the example of some administrative districts (natural and climatic zones) of the Orenburg region. Data on the average daily air temperatures, precipitation and yield of spring wheat during 2008–2019 obtained from open sources were the objects of the research. The average loss of the harvest area of spring wheat in the region, which amounted to 16.9 % of the sown area, for the analyzed period (2008–2019) was equal to 237,160 hectares per year. Its highest relative values were observed in Akbulaksky (45.7 %), Orenburg (40.0 %) and Dombarovsky (38.2 %) districts. The territories with the largest proportions of unharvested areas are characterized by rather “harsh” hydrothermal conditions. The average values of the Selyaninov Hydrothermal Coefficient (HTC) over twelve years were 0.57 mm/°C, 0.48 mm/°C and 0.42 mm/°C in the central, eastern and southern zone of the region, respectively. In the studied zones, there is a clear increase in the aridity of summer months (the growing seasons of spring wheat), especially in the southern zone, where the moisture conditions are characterized as dry.*

The strongest inverse relationship between the loss of spring wheat harvesting areas and the amount of precipitation ($r = -0.50 - -0.71$) is observed for the period September–July. The direct relationship between the loss of spring wheat harvesting areas and the sum of active temperatures is the strongest in the April–June period ($r = 0.40-0.59$). It coincides with the time of seedlings formation and reproductive organs laying, which are the basis of the future crop. To stabilize the gross grain harvest, it is appropriate to carry out a set of organizational, economic and agrotechnical measures aimed at optimizing the structure of the land fund and adapting agricultural technologies to the changing climate.

Keywords: *food security, climate challenges, precipitation, air temperature, variation in acreage, crop survival, *Triticum aestivum L.*, spring wheat.*

Гулянов Юрий Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела степеведения и природопользования, Институт степи Уральского отделения Российской академии наук (ИС УрО РАН) – обособленное структурное подразделение ФГБУН Оренбургского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук (ОФИЦ РАН); 460000, Россия, г. Оренбург, ул. Пионерская, 11; iury.gulyanov@yandex.ru.

Gulyanov Yuriy Aleksandrovich, Dr. Sc. (Agr.), professor, leading researcher of the Department of steppe studying and environmental management, Institute of the Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences – a separate unit of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Orenburg Federal Research Center” of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; 11, Pioneer str., Orenburg, 460000, Russia; e-mail: iury.gulyanov@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию – 05.04.2021.

Дата принятия к печати – 15.05.2021.