

УДК 630:551.5(083):633.11:633.16

DOI 10.31367/2079-8725-2019-62-2-17-20

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ

Б. А. Гольдварг, кандидат сельскохозяйственных наук,
главный научный сотрудник отдела аридного земледелия, кормопроизводства, селекции и семеноводства,
ORCID ID: 0000-0003-4791-7783;

В. Г. Грициенко, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
старший научный сотрудник отдела аридного земледелия, кормопроизводства, селекции и семеноводства,
ORCID ID: 0000-0001-8679-9068;

М. В. Боктаев, кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник отдела аридного земледелия, кормопроизводства, селекции и семеноводства,
ORCID ID: 0000-0002-3337-4987

*Калмыцкий научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М. Б. Нармаева – филиал
«Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН»,
358011, г. Элиста, пл. О. И. Городовикова, 1; e-mail: gb_kniish@mail.ru*

Представлены результаты анализа метеорологических критериев и исследований их влияния на продуктивность озимых и яровых зерновых культур за 20 лет (1999–2018 гг.) в центральной зоне Республики Калмыкия. Метеорологическую информацию анализировали дифференцированно: за весь период, по пятилетним циклам, отдельным годам и сезонным периодам. Проведен анализ урожайности по результатам испытаний 2170 сортов образцов озимой мягкой пшеницы, 334 сортов образцов озимой тритикале и 503 сортов ярового ячменя. За годы работы температурный режим изменялся в сторону потепления. Среднегодовая температура воздуха за 20 лет превысила климатическую норму на 1,3 °C (+10,7 °C). Аналогичную закономерность наблюдали как по отдельным пятилетним циклам, так и по сезонным периодам. Зимой температура воздуха превысила норму на 1,7 °C (–2,5 °C); весной – на +1,7 (+10,5 °C); летом – на +1,4 (+24,5 °C); осенью – на +0,6 °C (+10,0 °C). Количество выпавших осадков в ответственный (летний) период формирования урожая зерна снизилось на 25,6% (85,6 мм) от климатической нормы (115 мм). Выявлено, что основное накопление влаги осадков (179,1 мм, или 55,1%) происходило осенью – 25,8% (83,8 мм) и весной – 29,3% (95,3 мм). Контрастные погодные условия позволили установить влияние аномальных климатических параметров на урожайность озимой пшеницы, озимой тритикале и ярового ячменя. Результаты анализа урожайности в среднем за 2014–2018 гг. показали, что озимая мягкая пшеница (3,19 т/га), озимая тритикале (3,45 т/га) и яровой ячмень (2,53 т/га) в изменившихся условиях вегетации имели тенденцию к повышению продуктивности на 0,34; 1,49 и 0,56 т/га соответственно по сравнению с 1996–2000 гг.

Ключевые слова: температура воздуха, осадки, пятилетний цикл, урожайность, озимая мягкая пшеница, озимая тритикале, яровой ячмень.



THE EFFECT OF CLIMATE CHANGING ON GRAIN CROP PRODUCTIVITY IN THE CENTRAL PART OF THE REPUBLIC OF KALMYKIA

B. A. Goldvarg, Candidate of Agricultural Sciences,
chief researcher of the, department of arid agriculture, forage production and seed-growing,
ORCID ID: 0000-0003-4791-7783;

V. G. Gritsienko, Candidate of Agricultural Sciences, docent,
senior researcher of the, department of arid agriculture, forage production and seed-growing,
ORCID ID: 0000-0001-8679-9068;

M. V. Boktaev, Candidate of Agricultural Sciences,
senior researcher of the, department of arid agriculture, forage production and seed-growing,
ORCID ID: 0000-0002-3337-4987

*Kalmykia Research Agricultural Institute named after M. B. Narmaev,
affiliate "Pre-Kaspy Agricultural Federal Research Center RAS",
358011, Elista, Gorodovikov O. I. Sq., 1; e-mail: gb_kniish@mail.ru*

The paper presents the analysis of meteorological criteria and the study of their influence on productivity of winter and spring grain crops through 20 years (1999–2018) in the Central zone of the Republic of Kalmykia. Meteorological information was analyzed differentially, i. e. for the entire period, over five-year terms (cycles), in separate years and seasons. The yield analysis was carried out according to the test results of 2170 variety samples of winter soft wheat, 334 samples of winter triticale and 503 spring barley varieties. Over the years the temperature was constantly becoming warmer. The average annual air temperature through 20 years exceeded the climatic norm on 1.30 °C (+10.7 °C). A similar situation took place both over five-year terms and in separate seasons. In winter the air temperature exceeded the norm by 1.7 °C (–2.5 °C), in the spring by +1.7 (+10.50 °C), in summer by +1.4 (+24.50 °C), in the autumn by +0.6 °C (+10.0 °C). In the important (summer) period of grain yield formation the amount of precipitation decreased by 25.6% (85.6 mm) of the climatic norm (115 mm). It was established that the main moisture accumulation (179.1 mm (55.1%) of precipitation) occurred in the autumn (25.8% (83.8 mm)) and in the spring (29.3% (95.3 mm)). Contrasting weather conditions made it possible to establish the effect of anomalous climatic parameters on productivity of winter wheat, winter triticale and spring barley. The results of productivity analysis through 2014–2018 showed that in the changed vegetation conditions winter soft wheat (3.19 t/ha), winter triticale (3.45 t/ha) and spring barley (2.53 t/ha) tended to increase average productivity by 0.34, 1.49 and 0.56 t/ha, respectively, compared with 1996–2000.

Keywords: air temperature, precipitations, five-year term (cycle), productivity, winter soft wheat, winter triticale, spring barley.

Введение. За последние 20–30 лет в средствах массовой информации и на форумах различного уровня среди ученых и практиков проходят дискуссии по поводу изменения климата. При этом высказываются самые различные точки зрения на происходящее глобальное потепление на планете (Урманова и др., 2007; Бернштейн и др., 2007). Отметим некоторые предполагаемые учеными и специалистами сценарии, относящиеся к сельскому хозяйству. Так, потепление климата может привести к увеличению наводнений из-за ураганов, сокращению летних осадков на 15–20% в основных сельскохозяйственных регионах и опустыниванию (Урманова и др., 2007). Разрушение традиционных систем ведения сельского хозяйства под воздействием засух, нерегулярных осадков и других причин может привести на грань голода огромное число населения земного шара. Более продолжительными и более экстремальными по температуре могут быть периоды жаркой погоды (Мазуров и др., 2002).

По сведениям Росгидромета, климат в России меняется в 2,5 раза быстрее, чем в среднем на планете Земля, и тенденции к замедлению потепления нет (Груза и др., 2015).

Цель исследований – установить характер и направление изменения климатических параметров, их относительные величины, а также влияние изменившихся аномальных климатических условий на продуктивность озимых и яровых зерновых культур.

Материалы и методы исследований. Объектом исследования служила метеорологическая информация (температура воздуха и осадки) за 1999–2018 гг. метеопоста в поселке Верхний Яшкуль, расположенного на базе Калмыцкого научно-исследовательского института сельского хозяйства им. М. Б. Нармаева, находящегося в центральной зоне Республики Калмыкия.

Зона исследования характеризуется резкой континентальностью климата – от очень засушливого до сухого. Количество осадков – 250–300 мм; ГТК – 0,3–0,7. Сумма активных температур воздуха ($>10^{\circ}\text{C}$) за вегетационный период полевых культур составляет 3400–3500 $^{\circ}\text{C}$. Продолжительность периода с температурой воздуха выше $+5^{\circ}\text{C}$ колеблется от 205 до 225 дней. Переход температуры воздуха через $+5^{\circ}\text{C}$

в сторону повышения начинается чаще в конце марта – первой декаде апреля, а через $+10^{\circ}\text{C}$ – во второй декаде апреля (Народецкая, 1974).

Анализ метеорологических параметров проводили дифференцированно: за весь период 1999–2018 гг., по отдельным пятилетним циклам, внутри циклов по годам и сезонным периодам.

В качестве контрольного варианта (к) служила среднемноголетняя информация метеостанции (Агроклиматические ресурсы Калмыцкой АССР, 1974) города Элисты, относящейся к зоне исследований. Материалом для исследования служили сорта и селекционные линии озимой мягкой пшеницы – 2170 сортообразцов, озимой тритикале – 334 образца и ярового ячменя – 503 сорта различных селекционных учреждений, таких как НЦЗ им. П. П. Лукьяненко, АНЦ «Донской», Северо-Кавказский ФНАЦ, Прикумская и Краснотуркменская ОСС, сорта совместной селекции НЦЗ им. П. П. Лукьяненко и Калмыцкого НИИСХ им. М. Б. Нармаева.

Опыты по изучению продуктивности озимых и яровых культур закладывали в четырехкратной повторности, расположение вариантов – систематическое. Общая площадь делянки – 60 м^2 ; учетная – 50 м^2 . Учеты и наблюдения за ростом и развитием растений вели согласно методике Госсортсети (Федин, 1985). Обмолот осуществляли комбайном Сампо 500 поделочно с последующим взвешиванием и статистической обработкой по методике Б. А. Доспехова (Доспехов, 1985). Анализ урожайности проводили по сортообразцам каждой культуры по годам, пятилетним циклам и в целом за весь период исследования.

Технология возделывания озимых и яровых культур соответствовала рекомендованной для центральной зоны Республики Калмыкия, согласно которой лучший предшественник в зернопаровом и зернопаропропашном севооборотах для озимых культур (озимая пшеница и тритикале) – чистый пар, а для ярового ячменя – озимые, идущие по чистому пару или второй культурой после пара, а также бобовые культуры.

Результаты и их обсуждение. Наши исследования показали, что температура воздуха в годы проведения исследований (1999–2018 гг.) существенно отличалась от климатической нормы (табл. 1.).

1. Динамика гидротермических параметров зерновых культур в центральной зоне Республики Калмыкия

1. Dynamics of hydrothermal parameters of grain crops in the central zone of the Republic of Kalmykia

Пятилетка, гг.	В среднем за год	В том числе			
		зима декабрь – февраль	весна март – май	лето июнь – август	осень сентябрь – ноябрь
Температура воздуха, °C					
1999–2003	10,4	–2,5	10,1	24,1	9,5
2004–2008	10,5	–2,9	10,1	24,5	10,5
2009–2013	10,7	–2,9	10,6	24,7	10,2
2014–2018	11,0	–1,8	11,1	24,7	9,9
1999–2018	10,7	–2,5	10,5	24,5	10,0
Климатическая норма (κ)	9,4	–4,2	8,8	23,1	9,4
Осадки, мм					
1999–2003	351,3	64,2	92,7	100,2	94,1
2004–2008	329,7	64,6	102,2	77,7	85,1
2009–2013	288,2	54,5	90,0	73,2	70,5
2014–2018	331,4	58,5	96,2	91,3	85,4
1999–2018	325,2	60,5	95,3	85,6	83,8
Климатическая норма (κ)	351,0	64,0	84,0	115,0	88,0

Так, среднегодовая температура воздуха в среднем за 20 лет превысила климатическую норму на 1,3 °C. В течение всего периода исследований наблюдали устойчивое нарастание температуры. В каждом пятилетнем цикле температурный режим превышал климатическую норму на 1,0–1,6 °C. Особенно жаркими были последние 10 лет (2009–2018 гг.) с превышением нормы на 1,3–1,6 °C соответственно.

Среднесезонный анализ температуры воздуха также показал значительное отклонение от климатической нормы. Зима потеплела в среднем на 1,7 °C. Особенно теплой она была в периоды 1999–2003 и 2014–2018 гг. со средними температурами –2,5 и –1,8 °C соответственно. Зимой стали редкими низкие температуры в диапазоне от –15 до –20 °C и ниже. Часто отмечали отсутствие устойчивого снежного покрова или наблюдали короткими периодами незначительным слоем. Продолжительнее стали январские и февральские окна. Отмечено, что зимний период стал короче календарного. Осадки выпадали иногда в виде дождя, тумана, мороси. Весна наступала часто раньше календарного срока. Температурный режим весной в среднем на 1,7 °C превышал норму, что приводило к более раннему (на 10–12 дней и более) отрастанию озимых посевов и началу весенних полевых работ. В результате такого потепления в посевах полевых культур накапливалось больше вредителей и болезней (Мониторинг Россельхозцентра по РК).

Лето по температурному режиму в среднем на 1,4 °C превышало норму с варьированием по циклам от 1,0 до 1,6 °C. Повышение температуры воздуха с сильными восточными ветрами приводило к снижению относительной влажности воздуха (до 30% и меньше) и возникновению суховея с пыльными бурями, которые оказывали негативное влияние на формирование урожая (Наблюдения метеопоста п. Верхний Яшкуль и данные учета урожая), приводя к «запалам» и «захватам» зерна. Такие моменты возникали в критические периоды роста и развития растений, когда у озимых и яровых культур наступали налив и молочно-восковая спелость зерна.

Осенний сезон при средней температуре +10,0 °C также характеризовался повышенным (на 0,6 °C) температурным режимом по сравнению с климатической нормой. Особенно такую закономерность наблюдали в 2004–2008 гг., когда средняя температура достигла +10,5 °C, что на 1,1 °C выше нормы.

Детальный анализ по годам внутри каждого пятилетнего цикла показал, что варьирование температурного режима было еще более значительным в сравнении со средним по пятилетним циклам. Самые высокие температуры зарегистрированы в 2009–2013 и 2014–2018 гг. Так, в 2013 г. среднегодовая температура соответствовала +11,3 °C, а в 2016 и 2018 гг. – +12,1; +11,4 °C, что соответственно на 1,9; 2,7; 2,0 °C выше нормы.

Среднегодовое количество осадков в среднем за 20 лет составило 325,2 мм при норме 351,0 мм. Обильным на осадки был пятилетний цикл 1999–2003 гг. со среднегодовым показателем 351,3 мм. Особенно неблагоприятным по количеству осадков был период 2009–2013 гг. с величиной этого показателя 288,2 мм (82,1% от нормы). Однако внутри каждого временного цикла (5 лет) наблюдали значительное варьирование осадков по годам. Так, за 1999–2003 гг. наибольшее количество осадков отмечали в 2000 г. – 416,1 мм, что на 65,1 мм (18,5%) выше нормы. Наиболее контрастной была последняя в исследовании пятилетка (2014–2018 гг.): в 2014 г. – 267,6 мм (76,2% от годовой нормы); в 2015 г. – 253,2 мм; в 2016 г. – 423,9 мм (120,8%); в 2017 г. – 404,0 мм; в 2018 г. – 278,5 мм.

Особенностью климата исследуемой зоны была неравномерность выпадения осадков по сезонам года. В предпоследнюю пятилетку (2009–2013 гг.) в 2011 г. из 362,2 мм годовых осадков за весенне-летнюю вегетацию (март – I декада июля) озимых и яровых зерновых колосовых культур выпало 200,9 мм (55,2%). В 2012 г. из 260,4 мм годовых осадков за весенне-летнюю вегетацию выпало 105,5 мм (40,5%).

Анализ урожайности (озимой пшеницы, озимой тритикале и ярового ячменя) за 20 лет показал, что шесть из них (30%) оказались неблагоприятными. Для озимых колосовых это были 1999, 2003, 2006, 2014 гг., когда в среднем сбор зерна был на уровне 0,42–1,34 т/га. Для ярового ячменя такими отмечены 2000, 2007, 2014 гг. со средней урожайностью 0,57–1,25 т/га. В каждом пятилетнем цикле 1–2 года были неурожайными. Особенно тяжелым был период 1999–2003 гг., где 2000 г. стал неурожайным для ярового ячменя, а 1999 г. – для озимых колосовых культур. В 2014–2018 гг. неурожайным для озимых и яровых колосовых посевов отмечен 2014 г., когда с посевов озимой мягкой пшеницы собрали 1,27 т/га; озимой тритикале – 1,40 т/га; ярового ячменя – 1,25 т/га зерна (табл. 2).

2. Урожайность зерновых культур в Калмыцком НИИСХ им. М. Б. Нармаева – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», т /га 2. Grain crops productivity

in the Kalmykia Research Agricultural Institute
named after M. B. Narmaev, affiliate "PKAFRC RAS"

Пятилетка, гг.	Средняя по сортообразцам урожайность		
	пшеница мягкая озимая	тритикале озимая	ячмень яровой
1999–2003	2,85	1,96	1,97
2004–2008	2,48	2,18	2,18
2009–2013	2,29	2,47	2,19
2014–2018	3,19	3,45	2,53
1999–2018	2,7	2,52	2,22

Наши исследования показали, что изучаемые культуры избирательно реагировали на изменяющиеся климатические условия. Например, озимая мягкая пшеница в среднем за 2014–2018 гг. при урожайности 3,19 т/га показала минимальное повышение продуктивности (на 0,34 т/га) по сравнению с озимой тритикале (на 1,49 т/га) и яровым ячменем (на 0,56 т/га) над 1999–2003 гг. На наш взгляд, это связано с более высоким уровнем их устойчивости к стрессовым факторам внешней среды, более высокой экологической адаптивностью. Это также может быть связано с результатами селекции, так как с каждым годом в Реестр селекционных достижений вносят сорта, имеющие большую потенциальную продуктивность и большую стрессоустойчивость. Для озимой тритикале более высокая адаптивность объясняется, на наш взгляд, наличием в своей родословной гена озимой ржи, которая в экстремальных условиях проявляет повышенную жизнеспособность и отличается стабильной продуктивностью, а яровой ячмень по своей биологии – одна из наиболее засухоустойчивых среди яровых колосовых культур (Борисоник, 1974; Грициенко, 2012; Портуровская и др., 2002). Исследование целого ряда неблагоприятных лет показывало, что на формирование урожая зерновых культур в центральной зоне Калмыкии оказывали значительное влияние не только осадки, но и другие не менее важные факторы, как температура и относительная влажность воздуха, суховеи, пыльные бури, условия зимовки (для озимых посевов) и некоторые другие. Успех возможен только

при оптимальном сочетании всех вышеперечисленных факторов, что достигается очень редко.

Сделанный нами более ранний (Гриценко, 2012) прогноз меняющемуся климату в зоне исследования подтверждается сегодня гидротермическими параметрами за более продолжительный (20 лет) период, что указывает на устойчивую тенденцию потепления и аридизации климата центральной зоны Республики Калмыкия.

Выводы. Таким образом, проведенный анализ метеорологической информации за последние 20 лет (1999–2018 гг.) позволяет утверждать, что климат центральной зоны Республики Калмыкия имеет устойчивую тенденцию к потеплению и аридизации. Среднегодовая температура воздуха в среднем

за 20 лет превысила на 1,3 °С климатическую норму. Количество осадков за летний период уменьшилось на 25,6% от нормы. Аналогичные изменения отмечены и по другим сезонам года.

Изучаемые культуры проявляли различную избирательность к меняющимся климатическим условиям. Озимая мягкая пшеница в среднем за 2014–2018 гг. при урожайности 3,19 т/га показала повышение продуктивности на 0,34 т/га над 1999–2003 гг. Озимая тритикале и яровой ячмень, как более устойчивые к стрессовым факторам внешней среды и наиболее адаптированные, в среднем за 2014–2018 гг. показали повышение продуктивности на 1,49 и 0,56 т/га соответственно над 1999–2003 гг.

Библиографические ссылки

1. Бернштейн Л., Бош П., Канциани О. Изменение климата. Женева, Швейцария: МГЭКИК, 2007. 104 с.
2. Борисоник З. Б. Ячмень яровой. М.: Колос, 1974. 253 с.
3. Гриценко В. Г. Погода и урожай зерновых культур в засушливой центральной зоне Республики Калмыкия // Поле деятельности. 2012. № 8. С. 40–41.
4. Гриценко В. Г. Яровой ячмень в засушливых условиях Юга России. Элиста: «НПП «Джангар», 2012. 131 с.
5. Груза Г. В., Бардин М. Ю., Ранькова Э. Я. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2014 год. М.: Госгидромет, 2015. 107 с.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 336 с.
7. Мазуров Г. И., Вишнякова Т. В., Акселевич В. И. Меняется ли климат Земли? // Визуальные методы оценки цикличности в ходе метеозаписей: мат. Междунар. науч.-практ. конференции. Пермь, 2002. С. 57–60.
8. Народецкая Ш. Ш. Агроклиматические ресурсы Калмыцкой АССР. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 172 с.
9. Портуровская С. П., Огарев В. Д. Ячмень на Ставрополье. Ставрополь, 2002. 111 с.
10. Урманова А. Г., Наумов Э. П., Николаев А. А. и др. Проявления современного потепления климата Земли. М.: Мир, 2007. 165 с.
11. Федин М. А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. 261 с.

References

1. Bernshtejn L., Bosh P., Kanciani O. Izmenenie klimata [Climate changing]. Zheneva, Shvejcarija: MGEHKIK, 2007. 104 s.
2. Borisonik Z. B. Yachmen' yarovoj [Spring barley]. M.: Kolos, 1974. 253 s.
3. Gricenko V. G. Pogoda i urozhaj zernovykh kul'tur v zasushlivoj central'noj zone Respubliki Kalmykiya [Weather and yields of grain crops in the arid central zone of the Republic of Kalmykia] // Pole deyatel'nosti. 2012. № 8. S. 40–41.
4. Gricenko V. G. Yarovoj yachmen' v zasushlivykh usloviyakh Yuga Rossii [Spring barley in arid conditions of the South of Russia]. Ehlista: "NPP "Dzhangar", 2012. 131 s.
5. Gruza G. V., Bardin M. Yu., Ran'kova Eh. Ya. Doklad ob osobennostyakh klimata na territorii Rossijskoj Federacii za 2014 god [The report on climate features in the territory of the Russian Federation for 2014]. M.: Gosgidromet, 2015. 107 s.
6. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Kolos, 1985. 336 s.
7. Mazurov G. I., Vishnyakova T. V., Akselevich V. I. Menyaetsya li klimat Zemli? / [Is the climate of the Earth changing?] // Vizual'nye metody ocenki ciklichnosti v hode meteoelementov: mat. Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii. Perm', 2002. S. 57–60.
8. Narodeckaya Sh. Sh. Agroklimaticheskie resursy Kalmyckoj ASSR [Agroclimatic resources of the Kalmykskoy ASSR]. L.: Gidrometeizdat, 1974. 172 s.
9. Porturovskaya S. P., Ogarev V. D. Yachmen' na Stavropol'e [Barley in the Stavropol region]. Stavropol, 2002. 111 s.
10. Uрманова A. G., Naumov Eh. P., Nikolaev A. A. i dr. Proyavleniya sovremennogo potepeniya klimata Zemli [Manifestations of the Earth climate warming nowadays]. M.: Mir, 2007. 165 s.
11. Fedin M. A. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skhozaystvennykh kul'tur [Methodology of the State Variety Testing of agricultural crops]. M., 1985. 261 s.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.