

УДК 631/635 : 633.1 : 551.583

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АНОМАЛЬНО ТЕПЛЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ
НА ПЕРЕЗИМОВКУ ОЗИМЫХ ПОСЕВОВ В 2019-2020 С.-Х. ГОДУ**

© 2024 Р.Б. Шарипова, Е.А. Потапова

Самарский федеральный исследовательский центр РАН,
Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

Статья поступила в редакцию 14.03.2024

В статье описывается рекордно аномально тёплый период, который наблюдался осенью и зимой 2019–2020 годов, повторяющийся в регионе раз в 40 лет. Агрометеорологические условия позволили растениям успешно пережить зиму, достичь определённых этапов развития, а также получить достаточно высокий урожай. По данным наблюдений, проведённых на агрометеорологическом посту Тимирязевский в период с 1990 по 2019 год, среднегодовая температура выросла на 1,04 °С, а количество осадков увеличилось на 111,0 мм. В период наиболее активного потепления наибольшее увеличение температуры воздуха и количества осадков наблюдалось в зимние месяцы. Исследование условий зимовки за период с 2015 по 2020 сельскохозяйственный год позволило выявить, что в холодный период 2019–2020 годов наблюдались положительные аномалии температуры, достигавшие 31,0 °С. Количество осадков, выпавших в этот период, превысило многолетние нормы в ноябре 2015 года на 100 мм в месяц. В результате, если ранее урожай озимых культур страдал из-за вымерзания, вызванного бесснежной зимой и сильными морозами, то в последние годы имеют место случаи вымокания и выпревания, при наличии мощного снежного покрова. В процессе обработки и анализа исходных данных были применены различные методы, включая сравнение, анализ и обобщение информации. Для изучения долгосрочных изменений периодической функции, описывающей динамику средней годовой температуры и годовой суммы атмосферных осадков, был использован метод разложения в ряд Фурье. Это позволило определить параметры наилучшей синусоидальной аппроксимации. Также были применены методы корреляционного, тренд и дискриминантного анализа. Практическая значимость работы определялась результатами исследований, направленных на изучение условий перезимовки озимых посевов и адаптации сельского хозяйства к меняющимся условиям регионального климата.

Ключевые слова: глубина промерзания грунта, климат, озимые посевы, температура воздуха, атмосферные осадки, перезимовка, снежный покров, узел кущения.

DOI: 10.37313/2782-6562-2024-3-1-37-45

EDN: RQWZKQ

ВВЕДЕНИЕ

Озимые культуры играют ключевую роль в увеличении производства зерна в регионе [1,2]. Они оптимально используют запасы влаги и питательных веществ с осени и начинают активно развиваться, когда температура воздуха весной достигает +5 °С в середине апреля, что позволяет им быстро наращивать вегетативную массу и быть менее уязвимыми к весенним засухам и суховеям. Более раннее созревание летом также защищает озимые культуры от засушливых явлений, которые в последние годы становятся всё более частыми и интенсивными [3,4,5]. Благодаря ранней уборке озимых культур можно более тщательно подготовить почву для последующих культур и перенести часть полевых ра-

бот на осень. Это значительно снижает нагрузку в период весеннего посева. Кроме того, озимые культуры отличаются высокой урожайностью, которая значительно превышает урожайность яровых зерновых культур при одинаковых энергетических затратах [6].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ условий зимовки озимых культур был проведён на основе ежедневных агрометеорологических данных за период с 2015 по 2020 год.

В качестве источника информации были использованы данные агрометеорологического поста Тимирязевский, расположенного в Ульяновской области. Также были учтены результаты собственных полевых наблюдений за состоянием снежного покрова, глубиной промерзания почвы и температурой на глубине узла кущения на ключевых участках [11].

Для анализа исходных данных были применены различные подходы, такие как сопоставление, исследование и обобщение информации.

Шарипова Разиде Бариевна, кандидат географических наук, старший научный сотрудник отдела земледелия и технологии возделывания сельскохозяйственных культур. E-mail: resedasharipova63@mail.ru
Потапова Екатерина Александровна, младший научный сотрудник отдела селекции. E-mail: par.katerinaa@yandex.ru

Чтобы изучить многолетние изменения периодической функции, описывающей динамику средней годовой температуры и годовой суммы осадков, мы использовали метод разложения в ряд Фурье. Это позволило определить параметры наилучшей синусоидальной аппроксимации. Также были использованы методы корреляционного анализа, тренда и дискриминантного анализа [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В последние три десятилетия в северном полушарии наблюдается наиболее активная фаза потепления климата. В Ульяновской области с 1990 по 2019 год средняя годовая температура увеличилась на 1,04°C, и это с высокой степенью достоверности — 0,1358 (рис.1).

Также было зафиксировано увеличение годового объёма атмосферных осадков на 111,0 мм за последние 30 лет (рис 2.).

Наибольшее нарастание температуры воздуха, и атмосферных осадков на территории происходит в зимние месяцы и сохраняя тем самым растения от вымерзания создаются благоприятные условия для возделывания в регионе озимых культур. Поэтому исследование условий развития, перезимовки на фоне изменяющихся климатических факторов из года в год остается актуальной и имеет большое значение при возможной гибели озимых в устранении ее последствий, связанных с дополнительными материальными затратами на семенной материал и перестройкой планов проведения весенне-полевых работ [13,14,15,16]. В случае значительных повреждений и гибели озимых, неминуемы

опоздание с севом яровых культур, что приводит к снижению урожайности и уменьшение в хлебном балансе доли высококачественного продовольственного зерна.

Такого рода аномально теплая зима, которая побила все предыдущие рекорды наблюдалась впервые. Сумма положительных отклонений в период перезимовки за 2019-2020 гг. составила +31,0°C. За годы исследований, аналогично теплая погода, но чуть с меньшим отклонением, наблюдалась также в 2015-2016 с.-х. годы (+21,7°C). В 2016-2017 и 2018-2019 с.-х. годы отклонения были соответственно +9,5 и +9,6°C, и в 2017-2018 с.-х. году +3,0°C (таблица 1).

Рекордное количество осадков выпало в зимний период 2015-2016 года (+223,4 мм), в 2018-2019 с.-х. году +138,1 мм, в 2016-2017 и 2017-2018 гг. – 64,4 и 70,1 мм соответственно (табл. 1).

Относительно осадков, в 2019-2020 году напротив, наблюдалось минимальное положительное отклонение +43,7, однако, если учитывать, что норма за ноябрь - март составляет 124 мм, и прибавить 43,7 мм, означает, что даже в годы минимальных положительных аномалий за зимние месяцы в виде твердых осадков выпадало 167,7 мм, (135% от нормы).

В поведении осенних осадков (август - октябрь) в основном наблюдается отрицательная аномалия, лишь в 2019-2020 с.-х. году положительное отклонение составила +75,0 мм, также, если учитывать, что дожди выпадали в первых числах августа в виде сильных ливней, к началу посевных работ верхний 5 см слой был абсолютно иссушен.

Таким образом, в 2019 году климатическая осень стала третьей самой теплой в истории на-

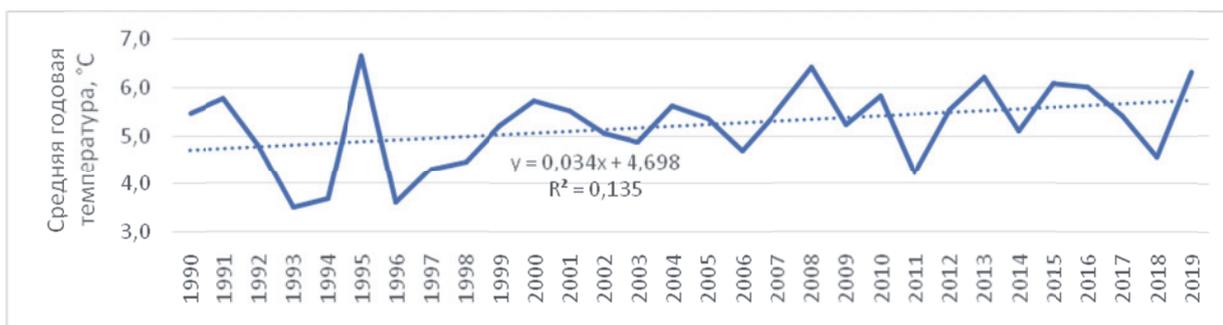


Рис. 1. Динамика средней годовой температуры воздуха в Ульяновской области за 1990-2019 гг.

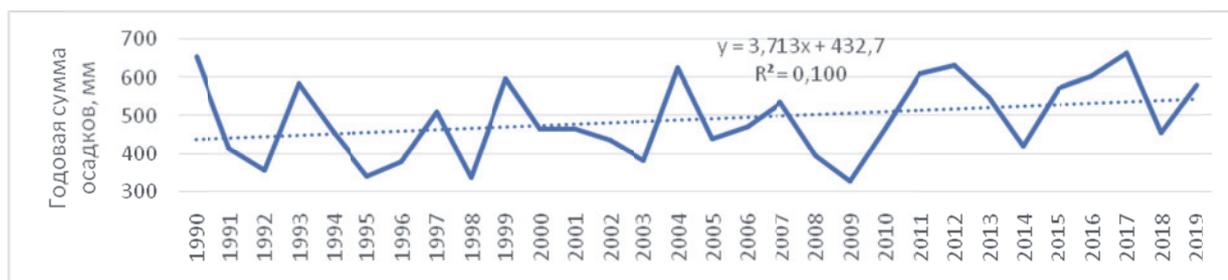


Рис. 2. Динамика изменения количества осадков за 1990-2019 гг.

Таблица 1. Отклонения от климатических норм температуры воздуха и количества выпавших атмосферных осадков и их корреляционная связь с урожайностью озимых культур

Месяц	Отклонение температуры воздуха от нормы, ±°С					Среднее	К-т корреляции
	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020		
Август	0,0	+6,8	+2,2	+3,3	+0,3	+2,5	-0,156
Сентябрь	+5,8	+0,9	+2,1	+3,9	+0,2	+2,6	0,996
Октябрь	+0,6	+0,8	+1,0	+3,5	+5,5	+2,3	-0,723
Сумма отклонений	+6,4	+8,5	+5,3	+10,7	+6,0	+7,4	0,327
Ноябрь	+3,4	+0,5	+3,7	+1,0	+2,3	+2,2	0,327
Декабрь	+6,0	-1,9	+4,0	+0,1	+4,5	+2,5	0,370
Январь	-1,1	+0,9	+1,6	-0,1	+8,0	+1,9	0,305
Февраль	+9,0	+5,6	-2,0	+4,2	+7,8	+4,9	0,354
Март	-4,4	+4,4	-4,3	+4,1	+8,4	+1,6	-0,109
Сумма отклонений	+21,7	+9,5	+3,0	+9,6	+31,0	+15,0	0,440
Апрель	0,0	+3,9	+0,6	+1,1	+1,3	+1,4	0,172
Май	+2,2	+2,0	-0,8	+4,4	+0,4	+1,6	-0,606
Июнь	+3,5	+0,2	+3,0	+1,6	-0,3	+1,6	-0,105
Июль	-0,5	+2,4	+0,1	+0,1	+3,0	+1,0	0,406
Сумма отклонений	+5,2	+8,5	+2,9	+7,2	+4,4	+5,6	-0,214
Отклонение количества выпавших атмосферных осадков от нормы, ±мм							
Август	-31,5	-40,4	-36,8	-48,5	+54,7	-20,5	0,425
Сентябрь	-24,4	+53,0	-35,0	-19,3	-12,9	-7,7	0,303
Октябрь	+26,3	-17,3	+29,0	+6,7	+33,2	+15,6	0,149
Сумма отклонений	-29,6	-4,7	-42,8	-61,3	+75,0	-12,7	0,599
Ноябрь	+99,3	+37,7	+8,8	-12,9	-15,9	+23,4	0,513
Декабрь	+28,6	+5,4	+25,8	+33,6	+6,8	+20,0	0,649
Январь	+67,7	+20,8	+8,0	+32,7	+21,6	+30,2	0,112
Февраль	+10,5	+18,4	-0,1	+35,0	+13,1	+15,4	-0,695
Март	+17,3	+2,3	+27,6	+49,7	+18,1	+23,0	-0,921
Сумма отклонений	+223,4	+64,6	+70,1	+138,1	+43,7	+108,0	-0,128
Апрель	+63,0	+8,5	+27,7	-15,7	+21,5	+21,0	0,718
Май	-17,8	-0,4	+13,5	-24,0	+7,4	-4,3	0,517
Июнь	+6,2	-13,7	+14,7	-35,2	+59,8	+6,4	0,628
Июль	+4,3	+12,2	+105,0	+2,1	+44,7	+33,7	0,154
Сумма отклонений	+55,7	+6,6	+160,9	-72,8	+133,4	+56,8	0,611

блюдений. Более теплые сезоны отмечались только в 1938 и 1974 г. Это крупная аномалия, характерный период возврата которой составляет около 40 лет. Поэтому далее более детально остановимся на анализе условий перезимовки и летней вегетации озимых посевов в 2019-2020 с.-х. году.

ОБСУЖДЕНИЯ

Отсутствие осадков на фоне жаркой погоды во второй и третьей декаде августа обусловило распространение и усиление атмосферно-по-

чвенной засухи, интенсивность которой достигла критерии «сильной». ГТК во второй декаде составил -0,2, третьей -0,1, при норме 1,0. Суховейные явления: низкая относительная влажность воздуха днем - 15-30%, сильные ветра отмечались по всей территории области.

Создавались неблагоприятные условия для подготовки почвы и посева озимых под урожай 2020 года не только из-за дефицита осадков, а еще и стабильно высоких температур воздуха и почвы. Из-за отсутствия дождей были совершенно исчерпаны запасы влаги в верхнем 6-8

см слое, когда в метровом слое содержалось около 110-140 мм. Вопрос приостановления посева озимых в сухую землю с недостаточным количеством осадков возникла уже вторую посевную компанию подряд. Требовалось заранее подготовиться к этому ответственному мероприятию, квалифицированно отнестись к семенному материалу, сортовому составу и качеству семян. Решающее значение имела глубина заделки семян и норма высева. Обязательным технологическим приёмом также являлось предпосевное протравливание семян.

В первой половине сентября также удерживалась аномально теплая (днём до 24...27°) и сухая, благоприятная для проведения уборочных работ погода. Во второй половине месяца похолодало, и погода с пониженным температурным режимом, дождями различной интенсивности удерживалась до конца месяца. В результате до середины сентября сохранялись неблагоприятные агрометеорологические условия для всходов и начального роста озимых из-за интенсивной атмосферно-почвенной засухи.

С выпадением дождей во второй пятидневке второй декады сентября в количестве 22,7 мм, произошло увлажнение верхних слоев почвы, улучшились условия для прорастания зерна и формирования всходов озимых на уже засеянных площадях. Суммарное количество осадков за месяц в количестве 42,1 мм явилось достаточной для прекращения засухи (табл. 1). После прошедших фронтальных систем с осадками в третьей декаде сентября резко понизилась среднесуточная температура воздуха до 5-7°С, (на 3 градуса ниже нормативных значений), что явилось основной причиной задержки всходов.

Таким образом, из-за отсутствия влаги в первой половине месяца и недостатка тепла во второй, начальные условия вегетации озимых культур были чрезвычайно сложными, прорастание семян и появление всходов озимых сдерживалось.

По результатам отбора проб почвы на влагу, 2015 год превосходил последующие годы, июльские осадки в количестве 62,3 мм, а также

существенные дожди в августе (таблица 1) дополнили влагу в почве по чистому пару до оптимальных значений (таблица 2).

Запасы продуктивной влаги в почве к началу посевных работ (20.08) в 2019 году были выше, чем 2016, 2017, 2018 гг., из-за рекордно обильных осадков выпавших в первой декаде августа в количестве 104,3 мм. Однако, несмотря на достаточное количество осадков в пахотном и метровом слое, верхний 5-8 см слой был иссушен. По данным отбора проб почвы на влагу 20 сентября после осадков, выпавших 18-19 сентября в количестве 23 мм, в верхнем (0-20 см) слое сохранилось оптимальное количество влаги 35-42 мм, в метровом 144-166 мм. (таблица 2).

Довольно сложная агрометеорологическая обстановка для проведения полевых сельскохозяйственных работ, вследствие обильных дождей, прошедших 15 октября в количестве 25,6 мм. На переувлажненных почвах проведение уборки сельскохозяйственных культур, агротехнических мероприятий по уходу за посевами озимых культур, подъем ячи были затруднены (табл. 1).

Продуктивность озимых культур определялась суммой активных температур в период всходов и осенней вегетации. За годы исследований недостаток активных температур наблюдалось 2017, 2018 и 2016 гг., а 2015 и 2019 г положительная аномалия составляла 15-111°С соответственно (табл. 3).

Переход среднесуточной температур воздуха через +10° в сторону понижения в регионе осуществляется в среднем 27 сентября, в 2015, 2016 годы, переход произошел 6-8 октября, 2017 году на неделю раньше обычных сроков, 2018 г. на две недели, а в 2019 г. на целый месяц позже климатических норм.

Средняя дата прекращения вегетации озимых посевов осенью в регионе зафиксировано 15 октября: в 2015, 2016 и 2017 гг. растения прекращали вегетировать в сроки близкие обычным значениям, а в 2018 году на 12 дней, 2019 г. на 24 дня позже.

С прекращением вегетации озимых в последних числах октября и ноябре в условиях

Таблица 2 Динамика запасов продуктивной влаги (мм) в период осенней вегетации озимых в 2015 и 2019 гг. в пахотном и метровом слое

Дата	2015		2016		2017		2018		2019	
	Чистый пар	Занятый пар								
20.08	34/161	18/52	15/117	4/34	21/57	8/96	11/152	2/34	29/144	19/112
30.08	30/149	19/63	16/155	7/42	16/154	9/85	22/145	7/10	28/151	20/125
10.09	25/120	18/60	37/189	30/91	19/413	6/77	16/130	9/20	27/146	17/120
20.09	15/132	9/48	35/191	33/122	12/123	10/84	18/120	11/48	42/166	35/124
30.09	09/106	12/52	36/199	35/157	17/123	10/85	27/122	11/52	40/170	34/122
10.10	32/155	22/106	37/199	33/150	17/156	11/107	22/137	16/50	42/180	33/166
20.10	-	-	36/195	35/152	26/144	24/125	36/140	34/120	38/160	30/128
30.10	-	-	38/196	33/151	36/153	26/129	23/136	14/52	34/157	25/133

интенсивного освещения проходила закалка озимых, т.е. адаптация растений к сезонным изменениям климата: накапливались пластические вещества – сахара. Перед уходом в зиму у озимых культур накопилось 19-23% сахаров в пересчете на сухое вещество, с таким содержанием сахара, озимые способны выдерживать температуру на глубине узла кущения зимой до -14...-16°C. Для прохождения первой фазы закаливания требовалось около двух недель, и для полной закаливания – 20-25 дней. Вторая фаза закаливания протекала при более низких температурах (0...-5°C) – происходил процесс обезвоживания клеток, после чего озимые способны переносить морозы до -16...-18°C.

Мониторинг проведенных осенних обследований сельскохозяйственных угодий выявил также, наличие мышевидных грызунов, которыми заселено более половины площади на полях, расположенных внутри лесополос. Поэтому были приняты меры по защите полей озимых растений и проводились барьерные обработки.

Таким образом, по данным мониторинга за 21 октября, перед уходом в зиму, растения находились в фазе третьего листа, начало кущения, в квадратном метре 350-400 растений, высота растений 12-15 см. Состояние растений было хорошее.

В итоге, основной вклад в теплый итог для развития озимых растений внесли октябрь и ноябрь. Продолжительная засушливая погода в сентябре способствовала поздним всходам и только за счет теплых осенних месяцев растения сформировали в среднем 2-3 побега, наблюдался значительный прирост зеленой массы. Повышение температуры 7 ноября до +17,0°C способствовала вегетации озимых посевов до 9 ноября (таблица 3). Растения в зиму ушли с хорошо развитой корневой системой, равномерной плотностью, оптимальной закалкой и достаточным содержанием сахара.

Осадков за сентябрь - ноябрь выпало 132,4 мм, при норме 128 мм (таблица 1) Сумма активной температуры накопилась 611°C, что на

Таблица 3. Значение агрометеорологических величин за 2015-2020 гг.

Метеовеличины	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020	Сред. мног. норма	К-т корреляции
ГТК	0,8	1,5	0,4	0,9	1,3	1,0	0,301
Запас воды весной в снеге, мм	107,0	102,0	112,0	126,0	43,0	100	-0,556
Количество осадков сентябрь-октябрь, мм	74,9	129,7	88,0	81,4	114,3	94	0,441
Количество осадков ноябрь-март	347,4	208,6	194,1	262,1	167,7	124	-0,091
Количество выпавших осадков апрель -июнь	125,4	190,9	127,0	59,8	224,2	135	0,802
Миним. Т-ра на глубине узла кущения, °С	-8,0	-4,0	-3,9	-7,0	-7,0	-5,0 (нм.)	0,128
Макс. высота снежного покрова, см	56	55	71	61	28	-	-0,396
Сумма активных температур осенью, °С	515	491	405	469	611	500	0,398
Сумма активных температур летом, °С	2979	2411	2783	2563	2621	2500	0,207
Дата перехода т-ры через +10°C, осенью	06.10	08.10	21.09	12.10	28.10	27.09	0,068
Дата перехода температуры через +10°C, весной	25.04	27.04	27.04	03.05	26.04	27.04	-0,970
Дата прекращения вегетации осенью	11.10	10.10	20.10	27.10	09.11	15.10	-0,267
Дата возобновления вегетации	07.04	14.04	15.04	05.04	30.03	15.04	-0,101
Макс. глубина промерзания почвы, см	15	34	38	27	35	-	0,010
Урожайность, ц/га	49,2	48,4	40,7	19,5	48,2		

111°C выше многолетних значений и наибольшее количество за годы исследований. Эффективной температуры было достаточно для продолжения роста и развития озимых культур.

С дальнейшим понижением температуры воздуха, стала понижаться температура на глубине узла кущения и 25 ноября достигла до $-6,2^{\circ}\text{C}$, почва к концу ноября промерзла на глубину 20 см. Снежный покров установился 1 декабря, пятого числа высота достигала 10-11 см, далее с установлением положительных температур днем до $+3^{\circ}\text{C}$, снежный покров к концу декады растаял. В декабре среднемесячная температура оказалась на $6,2^{\circ}\text{C}$ теплее нормативных значений (таблица 1).

Мониторинг проведенных обследований сельскохозяйственных угодий 20 января после схода снежного покрова при визуальном осмотре выявил пожелтение листьев озимых посевов. Причин было несколько: главная причина - в местах, где продолжительное время застаивалась вода - избыточная влажность в сочетании с уплотнением почвы препятствовали свободному обмену газа в подземных канальцах; существенный дефицит питательных веществ: главным образом магния, азота и марганца, а также - болезни: незначительные серо-коричневые бугорки явились тому доказательством. Пожелтение могло так же наблюдаться из-за внесенных незадолго до мороза гербицидов. Поэтому растения были проверены на наличие зерновой плесени, болезнь не была выявлена и угрозы урожаю из-за аномально теплой зимы не обнаруживалось, бесснежная погода не сказалась на состоянии озимых культур. Тем не менее, определенное напряжение существовала, ситуацию могли усугубить значительное понижение температуры, так как в посевы не были закрыты достаточно снегом, и резкое похолодание могло привести к определенным сложностям.

Аномально теплая и бесснежная погода наблюдались и в последующие месяцы. Температура на глубине узла кущения даже в самые прохладные дни ниже $-7,2^{\circ}\text{C}$ не понижалась (оптим. $-5,0^{\circ}\text{C}$). Критические температуры на глубине узла кущения для зерновых культур ниже -14 ; -16°C . Снежный покров устанавливался в первых декадах ноября и декабря, однако под действием оттепельной погоды разрушался. Значимые осадки в виде снега, начали выпадать 31 декабря, в течение первой декады поля покрывались снегом высотой до 10-15 см, к концу второй декады теплая погода полностью разрушила снежный покров. В начале третьей декады января вновь установился снежный покров и к концу месяца достиг до 26-30 см. Оттепельная погода в феврале медленно разрушал и 20 февраля высота его составляла 10-15 см, при плотности $0,24 \text{ г/см}^3$. Запас воды в снеге 43,2 мм. Промерзание почвы 35 - 40 см (табл3).

Пробы на отрастание в виде монолитов отбирали 25 января и 23 февраля, подсчет результатов проведенных на 15 день после взятия проб показал, что растения находятся в хорошем и удовлетворительном состоянии, изреженность посевов не превышал 10-15%, кущение составляло от 3 до 5 стеблей.

Показатель содержания сахаров является весьма надежным критерием оценки состояния растений в период возобновления вегетации весной, у хорошо развитых растений к концу перезимовки они составляли 12-14%, у слабо развитых - 10-12%, что соответствует хорошему и удовлетворительному уровню. Подземные части растений были здоровые и сохраняли тургор.

Таким образом, анализируемую зиму можно отнести к аномально теплым. Январь был теплее нормы на 8,4 градуса, февраль - на 7,5. Высокая температура воздуха была в ноябре и декабре. В целом, конечно, как показал прошедший год, аномально теплые зимы благоприятны для сельского хозяйства, при отсутствии высокого снежного покрова. Они всю зиму стоят зелеными, потому что снежный покров практически отсутствовал и озимые достаточно хорошо перезимовали. Весной, учитывая общее состояние посевов озимых и отсутствие экстремальных погодных явлений, давали предпосылки для получения хорошего урожая озимых в 2020 году. Несмотря на то, что влаги было на 20-30% меньше, чем в снежные зимы, больших опасений это не вызывало. Отсутствие сильных морозов, не промерзшая почва, способствовали таянию снега, и все осадки, которые выпадали в течение зимы, оставались на полях. Отсутствие паводков положительно сказалось на озимых. Однако, были опасения того, что интенсивное дыхание и рост растений смогли снизить концентрацию клеточного сока и снизить запасы сахаров в узлах кущения. Однако, существенного расхода не наблюдалось и озимые возобновили вегетацию в хорошем и удовлетворительном состоянии с небольшой изреженностью.

Весенние процессы начались с первых дней марта, когда произошел переход температуры через 0°C , с опережением обычных сроков на 27 дней. Переход температуры через $+5^{\circ}\text{C}$ зафиксирован 10 марта с опережением на многолетних данных на 34 дня. 16 марта почва полностью оттаяла и растения вышли из состояния покоя.

С повышением максимальных температур воздуха 27-29 марта днем до $15-17^{\circ}\text{C}$, озимые посевы возобновили вегетацию. Температура на глубине узла кущения в утренние часы составляет $0,5-1,0^{\circ}\text{C}$, а в дневные часы достигали до $6-8^{\circ}\text{C}$, тепла.

Продуктивность озимой пшеницы во многом определяется характером роста и развития в весенний период вегетации, когда с переходом в

третий этап онтогенеза ещё продолжается фаза кущения, что свидетельствует о продолжении процесса формирования вегетативной зоны зачаточных стеблей, роста стеблевых листьев. По данным мониторинга состояние озимых хорошее. Осадки, выпавшие 24 марта в количестве 20,0 мм, оказали благоприятные условия для начала вегетации и эффективного усвоения растениями весенней подкормки.

В апреле растения кустились при повышенном температурном режиме, и в конце апреля достигли 20-25 см высоты. Май запомнился положительным температурным рекордом 8 числа, когда максимальная температура повысилась в регионе до +28°C, у растений в этот период началось трубкование, в конце второй декады появился нижний узел соломины, при высоте 40-45 см. Очень контрастным дождливым выдался июнь. Первая половина отметилась преимущественно теплой погодой с 30 градусными отметками в отдельные дни, озимые заколосились, и буквально за следом отмечено цветение при высоте 60-70 см. А вот третья декада июня оказалась холодной, сводив на нет впечатление от прошедшего в целом комфортного летнего сезона, но тем не менее благоприятной для налива зерна. Июль отметился жарким периодом с 3 по 24 число, при этом, с 7 по 14 июля температура поднималась выше 35°C. При благоприятных метеорологических условиях проводились уборочные работы.

По данным таблицы 1, наибольшая урожайность озимых культур (49,2 ц/га) наблюдалось в 2016 году; этому способствовали: выпадение максимального количества осадков в августе и сентябре 2016 г., при пониженном температурном режиме, и апреле - июне 2017 г., умеренно повышенное количество выпавшего снега (230,3 мм) за период октябрь - март, оптимальное количество запаса воды в снеге (103,0 г/см³) и повышенный ГТК (1,5) (таблица 3).

В 2017-2018 гг. также собрали довольно высокий урожай в регионе (40,7 ц/га), несмотря на засушливую погоду (ГТК -0,4) в предпосевную кампанию (осадки август - сентябрь -42,2 мм) и в весенний период после перезимовки (105,9 мм), в сочетании оптимальным температурным режимом (12,9°C). Благоприятные условия создавались в зимний период: снежный покров установился на промерзшую почву, и в течение зимы колебалась от 30 до 35 см, лишь в конце марта ненадолго повысилась до 55 см, почва промерзла на глубину 38 см, запас воды в снеге составил 112 г/см³.

По данным корреляционного анализа, наибольший вклад на формирование урожая оказали влияние температурный режим в сентябре и октябре, а также осадки в марте, феврале и декабре.

Регулярные метеорологические наблюдения в агрометеорологическом посту Тимирязевский ведутся с 1 апреля 1913 года. Самый теплый день зимы был зафиксирован в 2008 году: 7 декабря воздух прогрелся до +6,1 градуса. Рекордно высокая дневная температура для января отмечена в 2007 году, когда 20 января столбик термометра поднялся до +5,0 градуса. Самый теплый февраль наблюдался в 2002 году - среднемесячная температура -1,8°C. Средняя годовая температура за 2020 год 7,2°C оказалась самым теплым годом за период инструментальных наблюдений. Предыдущие значения 6,6°C наблюдалась в 2008 и 2016 году. Необычайно теплым выдался зимний сезон 2006-2007 годов. В период с 1 по 13 декабря 2006 года плюсовыми были не только дневные, но и ночные температуры, максимум пришелся на 16-17 декабря с дневной температурой +5,1 градуса. С начала 2007 года до 23 января включительно температура днем поднималась выше нулевой отметки. Из них самыми теплыми были 20 января: +5 градусов. И самое главное, все рекорды температуры наблюдались в XXI веке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Календарная зима 2019-2020 года стала самой продолжительной и экстремально теплой. Средняя годовая температура воздуха составила 7,2°C тепла и была на 3°C выше средней многолетней нормы. В течение года наблюдается лишь ее нарастание, наибольшее в феврале (+4,9°C). Относительно осадков, в среднем, также наблюдается преимущественно положительное отклонение температуры: максимум в июле (+33,7мм) и январе (+30,2 мм). Уменьшение количества атмосферных осадков отмечено в наиболее ответственные периоды роста, развития озимых и накопления влаги: августе (-20,5 мм), сентябре (-7,7 мм) и мае (-4,3 мм). Если в мае месяце за счет зимних и весенних осадков есть возможность получить дружные всходы, то осенью, как показали 2018 и 2019 годы, сокращение осадков ставит земледельцев в крайне тяжелое положение. Необходимо сместить сроки посева весной, на более ранние, а осенью на более поздние сроки. Положительным фактором для озимых зерновых культур на фоне общего повышения температуры воздуха отмечающегося в последние годы являются сравнительно теплые зимы, которые позволяют растениям успешно перезимовать и даже пройти определенный этап в своем развитии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлова, В.Н. Оценки степени уязвимости территории и климатического риска крупных неурожаяев зерновых культур в зерносеющих регионах

- России / В.Н. Павлова, Варчева С.Е. // *Метеорология и гидрология* –2017. – № 8. – С.39-50.
2. Влияния изменения климата на сельское хозяйство России: национальные и региональные аспекты (на примере производства зерна) // М.: ОКСФАМ, 2013. № 4. – С. 37–54.
 3. Кабанов, П.Г. Погода и поле / Кабанов П.Г. Саратов: Приволжское книжное издательство, 1975. – С. 96-143.
 4. Добровольский, С.Г. Засухи мира и их эволюция во времени: сельскохозяйственный, метеорологический и гидрологический аспекты / С.Г. Добровольский // *Водные ресурсы*. –2015. Т. 42. – № 2. – С. 119–132.
 5. Каргин, И.Ф. Засуха и борьба с ней: ретроспектива и современность / И.Ф. Каргин, С.Н. Немцев, В.И. Каргин, Н.А. Перов, М.В. Боровой. – Саранск, 2011.– С. 57-80.
 6. Захаров, А.И. Основные причины гибели озимых посевов 2011/2012 гг. в Ульяновской области / А.И. Захаров, С.Н. Никитин, Р.Б. Шарипова // *Земледелие*. – 2014. – № 2. – С. 5–6.
 7. Мохов, И.И. Погодно-климатические аномалии в российских регионах и их связь с глобальными изменениями климата / И.И. Мохов, В.А. Семенов // *Метеорология и гидрология*. – 2016. – № 2. – С. 16-28.
 8. Захаров, А.И. Эффективность адаптивно-ландшафтной системы земледелия в засушливых условиях Ульяновской области / А.И. Захаров, С.Н. Никитин // *Земледелие*. –2013. – № 3. – С.1–3.
 9. Сиротенко, О.Д. Методы оценки изменений климата для сельского хозяйства и зем-
лепользования / О.Д. Сиротенко. – М. Росгидромет, 2007. – С. 26-41.
 10. Рочева, Э.В. Возможное представление засух в сельскохозяйственных районах России / Э. В. Рочева // *Метеорология и гидрология*. – 2012. – С. 5-19.
 11. Сельское хозяйство Ульяновской области. Отдел экономических программ, анализа и ценообразования Департамента сельского хозяйства. – Ульяновск: Печатный двор, 2019. – 32 с.
 12. Уланова, Е.С. Методы корреляционного и регрессионного анализа в агрометеорологии / Е.С. Уланова, В.Н. Забелин. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – С. 9-27.
 13. Переведенцев, Ю.П. Современные тенденции изменения климата в Приволжском федеральном округе / Ю.П. Переведенцев, Н.А. Важнова, Э.П. Наумов, К.М. Шанталинский, Р.Б. Шарипова // *Гео-ресурсы*. – 2012. – № 6(48). – С. 19-24.
 14. Шарипова, Р.Б. Тенденции изменения климата и агроклиматических ресурсов Ульяновской области и их влияние на урожайность зерновых культур / Р.Б. Шарипова. – Ульяновск: УлГТУ. – С. 13-49.
 15. Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 года и дальнейшую перспективу [под ред. В.М. Катцова, Б.Н. Порфирьева]. – М.: Д'АРТ, Главная геофизическая обсерватория, 2011. – 252 с.
 16. Сабитов, М.М. Совершенствование элементов технологии возделывания озимой пшеницы / М.М. Сабитов, А.И. Захаров // *Земледелие*. – 2002. – № 4. – С. 11.

INFLUENCE OF ABNORMALLY WARM WEATHER ON OVERWINTERING OF WINTER CROPS IN 2019-2020 AGRICULTURAL YEARS

© 2024 R.B. Sharipova, E.A. Potapova

Samara Federal Research Scientific Center RAS,
Ulyanovsk Scientific Research Agriculture Institute

This article analyzes the period of abnormal warmth during the autumn and winter period of 2019-2020, which became a record and allowed plants to successfully overcome winter and even pass a certain stage in their development and get a fairly high yield. According to observations of the Timiryazevsky agrometeorological post for 1990-2019, average annual temperature increased by 1.04°C, precipitation increased by 111.0 mm. During the most active phase of warming, the greatest increase in air temperature and precipitation occurs in the winter months. The analysis of overwintering conditions for 2015-2020 agricultural years showed, that positive temperature anomalies for the studied cold period of 2019-2020 reached up to 31.0°C, the amount of precipitation exceeded the average long-term norms in November 2015 to 100 mm per month. Therefore, if earlier as a result of snowless weather and severe frosts, the yield of winter crops decreased due to freezing, then in recent years, a certain role is played by evaporation, in the presence of powerful snow cover.

Key words: soil freezing depth, climate, winter crops, air temperature, precipitation, overwintering, snow cover, tillering node.

DOI: 10.37313/2782-6562-2024-3-1-37-45

EDN: RQWZKQ

REFERENCES

1. Pavlova, V.N. Ocenki stepeni uyazvimosti territorii i klimaticheskogo riska krup-nyh neurozhaev zernovykh kul'tur v zernoseyushchih regionah Rossii / V.N. Pavlova, Varcheva S.E. // *Meteorologiya i gidrologiya* –2017. – №8. – С.39-50.
2. Vliyaniya izmeneniya klimata na sel'skoe hozyajstvo Rossii: nacional'nye i regio-nal'nye aspekty (na primere proizvodstva zerna)//M.: OKSFAM, –2013. № 4. –С. 37–54.

3. *Kabanov, P.G.* Pogoda i pole / Kabanov P.G. Saratov: Privolzhskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1975. – S. 96-143.
4. *Dobrovolskij, S.G.* Zasuhi mira i ih evolyuciya vo vremeni: sel'skohozyajstvennyj, meteorologicheskij i gidrologicheskij aspekty / S.G. Dobrovolskij // Vodnye resursy. – 2015. T. 42, – № 2. – S. 119–132.
5. *Kargin, I.F.* Zasuha i bor'ba s nej: retrospektiva i sovremennost' / I.F. Kargin, S.N. Nemcev, V.I. Kargin, N.A. Perov, M.V. Borovoj // Saransk, 2011. – S. 57-80.
6. *Zaharov, A.I.* Osnovnye prichiny gibeli ozimyh posevov 2011/2012 gg. v Ul'yanovskoj oblasti / A.I. Zaharov, S.N. Nikitin, R.B. Sharipova // Zemledelie. – 2014. – № 2. – S. 5–6.
7. *Mohov, I.I.* Pogodno-klimaticheskie anomalii v rossijskih regionah i ih svyaz' s global'nymi izmeneniyami klimata / I.I. Mohov, V.A. Semenov // Meteorologiya i gidrologiya. – 2016. – № 2 – S. 16-28.
8. *Zaharov, A.I.* Effektivnost' adaptivno-landshaftnoj sistemy zemledeliya v zasushlivyh usloviyah Ul'yanovskoj oblasti / A.I. Zaharov, S.N. Nikitin // Zemledelie. – 2013. – № 3. – S.1–3.
9. *Sirotenko, O.D.* Metody ocenki izmenenij klimata dlya sel'skogo hozyajstva i zemlepol'zovaniya / O.D. Sirotenko. – M. Rosgidromet, 2007. – S. 26-41.
10. *Rocheva, E.V.* Vozmozhnoe predstavlenie zasuh v sel'skohozyajstvennyh rajonah Rossii / E. V. Rocheva // Meteorologiya i gidrologiya. – 2012. – S.5-19.
11. Sel'skoe hozyajstvo Ul'yanovskoj oblasti. Otdel ekonomicheskikh programm, analiza i cenoobrazovaniya Departamenta sel'skogo hozyajstva. – Ul'yanovsk: Pечатnyj dvor, 2019. – 32 s.
12. *Ulanova, E.S.* Metody korrelyacionnogo i regressionnogo analiza v agrometeorologii / E.S. Ulanova, V.N. Zabelin. – L.: Gidrometeoizdat, 1990. – S. 9-27.
13. *Perevedencev, Yu.P.* Sovremennye tendencii izmeneniya klimata v Privolzhskom federal'nom okruge / Yu.P. Perevedencev, N.A. Vazhnova, E.P. Naumov, K.M. Shantalinskij, R.B. Sharipova // Georesursy. – 2012. – № 6(48). – S. 19-24.
14. *Sharipova, R.B.* Tendencii izmeneniya klimata i agroklimaticheskih resursov Ul'yanovskoj oblasti i ih vliyanie na urozhajnost' zernovykh kul'tur / R.B. Sharipova. – Ul'yanovsk: UIGTU. – S. 13-49.
15. Ocenka makroekonomicheskikh posledstvij izmenenij klimata na territorii Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda i dal'nejshuyu perspektivu [pod red. V.M. Katcova, B.N. Porfir'eva]. – M.: D\ART, Glavnaya geofizicheskaya observatoriya, 2011. – 252 s.
16. *Sabitov, M.M.* Sovershenstvovanie elementov tekhnologii vozdel'yvaniya ozimoj pshenicy / M.M. Sabitov, A.I. Zaharov // Zemledelie. – 2002. – № 4. – S. 11.

Razide Sharipova, PhD of Geographical Science Senior Researcher of the Department of Agriculture.

E-mail: resedasharipova63@mail.ru

Ekaterina Potapova, Junior Researcher, Department of Breeding. E-mail: par.katerinaa@yandex.ru