

ОЦЕНКА АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПЕРЕЗИМОВКИ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В АНОМАЛЬНО ТЕПЛЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ 2019-2020 СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ГОДА

Немцев Сергей Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, директор «Ульяновский НИИ-ИСХ филиала СамНЦ РАН»

Шарипова Разида Бариевна, кандидат географических наук, старший научный сотрудник отдела земледелия

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

433315, Ульяновская область, Ульяновский район, пос. Тимирязевский, ул. Институтская, д.19; тел: (84254) 34-1-3 e-mail:uniish73@mail

Ключевые слова: климат, озимые культуры, температура воздуха, атмосферные осадки, перезимовка, снежный покров, урожайность.

В статье анализируется период аномально теплого в осенний и зимний период 2019-2020 с.-х. года, который стал рекордным и позволил растениям успешно перезимовать и даже пройти определенный этап в своем развитии и сформировать достаточно высокий урожай. Это крупная аномалия, характерный период возврата которой составляет около 40 лет. По данным наблюдений в агрометеорологическом посту Тимирязевский за 1990-2019 гг., средняя годовая температура выросла на 1,04°C, атмосферные осадки увеличились на 111,0 мм. На фоне наиболее активной фазы потепления наибольшее нарастание температуры воздуха и атмосферных осадков происходило в зимние месяцы. Анализ условий перезимовки за 2015-2020 сельскохозяйственные годы показал, что положительные аномалии температуры за исследуемый холодный период 2019-2020 гг. достигли до 31,0°C. Количество выпавших осадков превышало средние многолетние нормы в ноябре 2015 года на 100 мм, поэтому, если ранее в результате бесснежья и сильных морозов урожай озимых культур снижался из-за вымерзания, то в последние годы, при наличии мощного снежного покрова определенную роль играют вымокание и выпревание. Для обработки анализа исходных данных использовались такие методы, как сравнение, анализ и обобщение данных. Для исследования многолетних изменений периодической функции трансформации динамики средней годовой температуры и годовой суммы атмосферных осадков использовали разложение в ряд Фурье и определяли параметры наилучшей синусоидальной аппроксимации, тренд и методы корреляционного, дискриминантного анализов. Практическая значимость работы определялась результатами выполненных исследований по условиям перезимовки озимых посевов и адаптации сельского хозяйства к изменяющимся условиям регионального климата.

Введение

Озимые культуры имеют важное значение в увеличении производства зерна в регионе [1]. Оптимально используют запасы влаги и питательных веществ с осени и при переходе температуры через +5°C весной в середине апреля до начала посева яровых культур начинают вегетировать, быстро наращивать вегетативную массу и поэтому меньше подвержены весенним засухам и суховеям, а более раннее созревание летом так же ограждает их от засушливых явлений, которые в последние годы стали проявляться чаще и интенсивнее [2,3,4]. Ранняя уборка позволяет более тщательно подготовить почву для последующих культур и часть полевых работ перенести на осень, благодаря чему значительно снизить напряженность в период весеннего посева. Важную роль также играет урожайность, которая существенно превосходит яровые зерновые при одинаковых энергетических затратах [5].

Проблема, которая занимает особое место в современном земледелии при выращивании озимых посевов, – это перезимовка озимых культур, в результате которой возможны частичное повреждение растений или их полное отмирание [6]. В целом на перезимовку влияют несколько определяющих факторов: метеорологические условия, морозостойкость культуры в целом и сорта в том числе, а также особенности агротехники. Наиболее опасным периодом, который определяет, насколько эффективной будет перезимовка озимых, являются последние декады зимнего периода и весенних процессов. Оттаивание снежного покрова, возврат холодов, ледяные корки, выпревание, вымокание и интенсивные заморозки значительно ухудшают степень закалки и морозостойкости растений. Конечно, невозможно потерять растение из-за одного фактора, большие потери урожая обусловлены совокупным действием комплексных

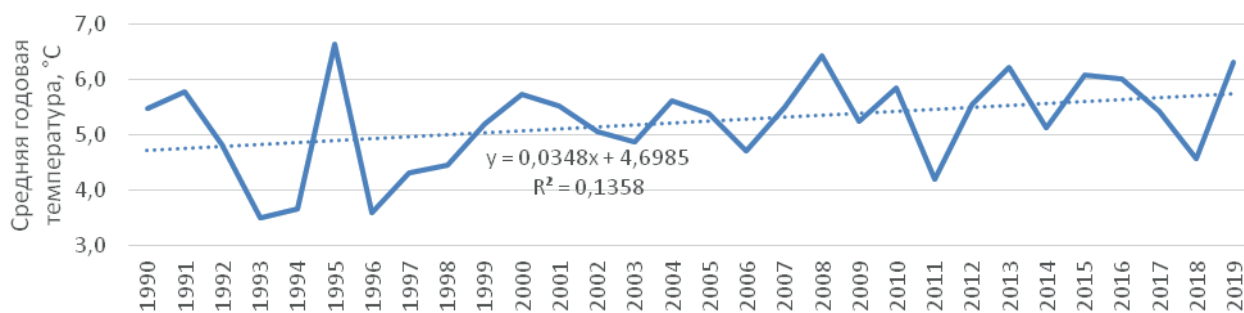


Рис. 1. - Динамика средней годовой температуры воздуха в Ульяновской области за 1990-2019 гг.

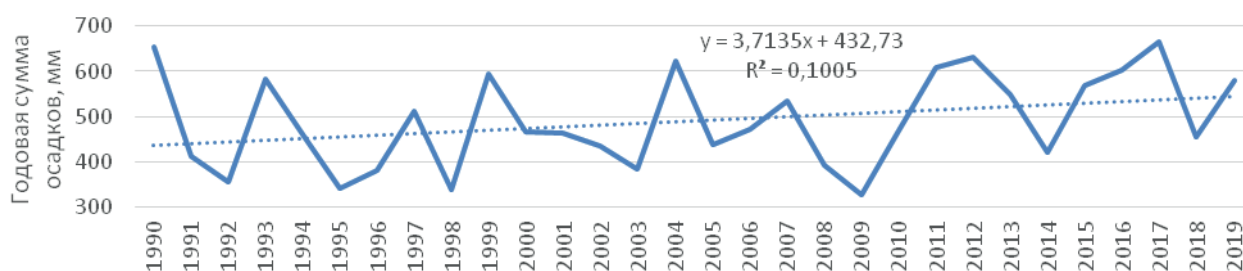


Рис 2. - Динамика изменения количества осадков за 1990-2019 гг.

причин [6,7].

Материалы и методы исследований

Оценка условий перезимовки озимых культур проводилась на основе ежедневных агрометеорологических данных за 2015-2020 сельскохозяйственные годы. В качестве информационной основы использованы данные агрометеорологического поста Тимирязевский Ульяновской области, собственные полевые наблюдения за снежным покровом, глубиной промерзания почвы, температурой на глубине узла кущения на ключевых участках [8].

Для обработки анализа исходных данных использовались такие методы, как сравнение, анализ и обобщение данных. Для исследования многолетних изменений периодической функции трансформации динамики средней годовой температуры и годовой суммы атмосферных осадков использовали разложение в ряд Фурье и определяли параметры наилучшей синусоидальной аппроксимации, тренд и метод корреляционного, дискриминантного анализов [9].

Результаты исследований

За последние три десятилетия в северном полушарии наблюдается наиболее активная фаза потепления климата: за 1990-2019 гг. в Ульяновской области средняя годовая температура повысилась на 1,04°C с достаточно высокой достоверностью 0,1358 (рис.1).

Произошло также увеличение годового количества атмосферных осадков на 111,0 мм за 30 лет (рис 2.).

Наибольшее нарастание температуры воздуха и атмосферных осадков на территории происходит в зимние месяцы, сохраняя тем самым растения от вымерзания и создавая благоприятные условия для возделывания в регионе озимых культур. Поэтому исследование условий развития, перезимовки на фоне изменяющихся климатических факторов из года в год остается актуальным 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 [10,11]. В случае значительных повреждений и гибели озимых неминуемо опоздание с севом яровых культур, что приводит к снижению урожайности и уменьшению 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 сельскохозяйственный год (+21,7°C). В 2016-2017 и 2018-2019 годы отклонения были соответственно +9,5 и +9,6°C, и в 2017-2018 с.-х. году +3,0°C (табл. 1).

Рекордное количество осадков выпало в зимний период 2015-2016 года (+223,4 мм),

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, $\pm^{\circ}\text{C}$					Среднее	Коеф. 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, $\pm\text{мм}$							
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

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, это 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 наблюдалась отрицательная

аномалия, лишь в 2019-2020 с.-х. году положительное отклонение составило +75,0 мм. Дожди выпадали в первых числах августа в виде сильных ливней, к началу посевных работ верхний пятисантиметровый слой был, как правило, абсолютно иссушен.

Таким образом, в 2019 году климатическая осень стала третьей самой теплой в истории наблюдений. 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 сельскохозяйственном году.

Результаты исследований

Отсутствие осадков на фоне жаркой погоды во второй и третьей декадах августа 2019 года обуславливало распространение и усиление атмосферно-почвенной засухи, интенсивность которой достигла критерия «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 почву в связи с недостаточным количеством осадков возникал 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.

После выпадения 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 достаточным 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 значе-

ний), 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 запасам влаги в почве 2015 год превосходил последующие годы, июльские осадки в количестве 62,3 мм, а также существенные дожди в августе (табл. 1) пополнили влагу в почве по чистому пару до оптимальных значений (табл.2).

Запасы продуктивной влаги в почве к началу посевных работ (20.08) в 2019 году были также выше, чем в 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 слоях, 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 пахотном (0-20 см) слое содержалось оптимальное количество влаги 35-42 мм, в метровом - 144-166 мм. (табл.2).

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

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

Средняя дата прекращения вегетации озимых посевов осенью в регионе - 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 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 пере-

Таблица 2

Динамика запасов продуктивной влаги (мм) в период осенней вегетации озимых в 2015 и 2019

гг. в пахотном и метровом слоях

Дата	2015 г.		2016 г.		2017 г.		2018 г.		2019 г.	
	Чистый пар	Занятый пар	Чистый пар	Занятый пар	Чистый пар	Занятый пар	Чистый пар	Занятый пар	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

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 (опт.)	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°С, осенью	06.10	08.10	21.09	12.10	28.10	27.09	0,068
Дата перехода температуры через +10°С, 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		

счете на сухое вещество, с таким содержанием сахара озимые способны выдерживать температуру на глубине узла кущения зимой до -14...-16°С. Для прохождения первой фазы закалки требовалось около двух недель и для полной закалки – 20-25 дней. Вторая фаза закалки протекала при более низких температурах (0...-5°С), происходил процесс обезвоживания клеток, после чего озимые способны были переносить морозы до -16...-18°С.

Осеннее обследование сельскохозяйственных угодий выявило также наличие мыше-

видных 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 на 21 октября, перед уходом в зиму растения находились в фазе третьего листа, начало кущения, на квадратном метре насчитывалось 350-400 растений, высота растений 12-15 см. Состояние растений было хорошее.

В итоге наиболее существенное влияние

на озимые растения оказали октябрь и ноябрь. Продолжительная засушливая погода в сентябре стала причиной поздних всходов, и только за счет теплых осенних месяцев растения сформировали в среднем 2-3 побега, наблюдался значительный прирост зеленой массы. Повышение температуры 7 ноября до $+17,0^{\circ}\text{C}$ способствовало вегетации озимых посевов до 9 ноября (табл. 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 (табл. 1). Активной температуры накопилось 611°C , что на 111°C выше многолетних значений и наибольшее количество за годы исследований (табл. 3).

С 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 (табл. 1).

Мониторинг 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. 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.

Аномально теплая и бесснежная погода наблюдалась и в последующие месяцы. Температура на глубине узла кущения даже в самые прохладные дни ниже $-7,2^{\circ}\text{C}$ не понижалась (оптим. $-5,0^{\circ}\text{C}$). Значимые осадки в виде снега начали выпадать 31 декабря, в течение первой декады января поля покрывались снегом высотой до 10-15 см, к концу второй декады теплая погода полностью разрушила снежный покров. В начале третьей декады января вновь устано-

вился снежный покров и к концу месяца достиг до 26-30 см. Оттепельная погода в феврале медленно разрушала снег и 20 февраля высота его составляла 10-15 см при плотности $0,24 \text{ г/см}^3$. Запас воды в снеге - 43,2 мм. Почва промерзла на глубину 35 - 40 см (табл.3).

Пробы на отрастание в виде монолитов отбирали 25 января и 23 февраля, подсчет результатов проведенных на 15 день после взятия проб показал, что растения находились 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 он составлял 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 теплой. 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 2019-2020 сельскохозяйственный год, аномально теплые зимы благоприятны для озимых при отсутствии высокого снежного покрова. Они всю зиму сохранялись зелеными, потому что снежный покров практически отсутствовал и озимые достаточно хорошо перезимовали. Весной, учитывая общее состояние посевов озимых и отсутствие экстремальных погодных явлений, сложились 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 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 $+5^{\circ}\text{C}$ за-

фиксирован 10 марта с опережением 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°C озимые посеы возобновили вегетацию. Температура на глубине узла кущения в утренние часы составляли 0,5-1,0°C, а в дневные часы достигали до 6-8° 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 проведенного мониторинга состояние озимых хорошее. Осадки, выпавшие 24 марта в количестве 20,0 мм, создали 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 закосились, и буквально следом отмечено цветение при высоте 60-70 см. А вот третья декада июня оказалась холодной, 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 начались уборочные работы.

По данным табл. 3 наибольшая урожайность озимых культур (49,2 ц/га) наблюдалась в 2016 году. Этому способствовали выпадение максимального количества осадков в августе и сентябре 2015 г. при пониженном температурном режиме и апреле - июне 2016 г., умеренно повышенное количество выпавшего снега (230,3 мм) за период октябрь-март, оптимальной запаса воды в снеге (103,0 г/см³) и повышенный ГТК (1,5) (табл. 3).

В 2017-2018 гг. также собрали довольно высокий урожай (40,7 ц/га), несмотря на засушливую погоду (ГТК – 0,4) в предпосевную

компанию (осадки август-сентябрь – 42,2 мм). Благоприятные условия создавались в зимний период: снежный покров установился на промерзшую почву, и в течение зимы варьировал от 30 до 35 см, лишь в конце марта ненадолго повысился до 55 см, почва промерзла на глубину 38 см, запас воды в снеге составил 112 г/см³. В весенний период после перезимовки выпало 105,9 мм, и отмечался оптимальный температурный режим (12,9°C).

По данным корреляционного анализа, наибольшее влияние 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 самой высокой за период инструментальных наблюдений. Предыдущие максимальные значения 6,6°C наблюдались в 2008 и 2016 годах. 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 экстремально теплой в течение всего периода. Средняя годовая температура воздуха составила 7,2° тепла и была на 3°C выше средней многолетней нормы. В течение года наблюдалось лишь ее нарастание, наибольшее - в феврале (+4,9°). Относительно осадков в среднем также наблюдалось 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.

Библиографический список

1. Павлова, В. Н. Оценки степени уязвимости территории и климатического риска крупных неурожав зерновых культур в зерносеющих регионах России / В. Н. Павлова, С. Е. Варчева // Метеорология и гидрология. – 2017. – № 8. – С. 39-50.
2. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2019 год. – Москва : Научно-исследовательское учреждение Росгидромета Росгидромет, 2020. – С. 11–72.
3. Изменение показателей экстремальности термического режима в XXI в.: ансамблевые оценки для территории России / Е. И. Хлебникова, Ю. Л. Рудакова, И. А. Салль, С. В. Ефимов, И. М. Школьник // Метеорология и гидрология. – 2019. – № 3. – С. 11-24.
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. Журавлева, Е. В. Засуха как один из факторов риска в экономике растениеводства Российской Федерации / Е. В. Журавлева, С. В. Фурсов // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 9. – С. 88-90.
6. 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.
7. Шарипова, Р. Б. Влияние предшествующих и сроков посева на перезимовку и урожайность озимой пшеницы в изменяющихся условиях регионального климата / Р. Б. Шарипова, Р. А. Хакимов, Н. В. Хакимова // Вестник Казанского ГАУ. – 2020. – № 2(58). – С. 66-71.
8. Сельское хозяйство Ульяновской области. Отдел экономических программ, анализа и ценообразования Департамента сельского хозяйства. – Ульяновск : Печатный двор, 2019. – 32 с.
9. Сиротенко, О. Д. Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том II. Методы расчетов и прогнозов в агрометеорологии. Книга 1. Математические модели в агрометеорологии / О. Д. Сиротенко. – Обнинск : ФГБУ ВНИИГМИ-МЦД, 2012. – 136 с. – ISBN 978-5-8493-0196-9 (том II, книга 1).
10. Шарипова, Р. Б. Тенденции изменения климата и агроклиматических ресурсов Ульяновской области и их влияние на урожайность зерновых культур / Р. Б. Шарипова. – Ульяновск : УлГТУ, 2020. – С. 13-49. – ISBN 978-5-9795-2034-6.
11. Сабитов, М. М. Экономическая эффективность технологий возделывания культур в зернопаровом севообороте / М. М. Сабитов // Достижение науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35, № 2. – С. 13-18.

ASSESSMENT OF AGROMETEOROLOGICAL CONDITIONS FOR WINTERING OF WINTER GRAIN CROPS IN ABNORMALLY WARM WEATHER CONDITIONS OF 2019-2020 AGRICULTURAL YEAR

Nemzev S.N., Sharipova R.B.

Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ulyanovsk Research Institute of Agriculture
433315, Ulyanovsk region, Ulyanovsk district, v. Timiryazevskiy, Institutskaya st., 19; tel: (84254) 34-1-3 e-mail: uniish73@mail.ru

Keywords: climate, winter crops, air temperature, precipitation, wintering, snow cover, productivity.

The article analyzes the period of abnormally hot weather in the autumn and winter periods of 2019-2020 agricultural year, which was unprecedented and allowed the plants to overwinter successfully and even to go through a certain stage in their development and form a fairly high yield. It is a great anomaly with a typical return period of about 40 years. According to observations at Timiryazevsky agrometeorological post for 1990-2019, the average annual temperature increased by 1.04 °C, atmospheric precipitation increased by 111.0 mm. The greatest increase of air temperature and atmospheric precipitation occurred in winter months. Analysis of wintering 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 years long norms in November 2015 by 100 mm. Therefore, if earlier, the harvest of winter crops decreased due to freezing, as a result of snowlessness and severe frosts, then in recent years, soaking and asphyxiation played a certain role due to powerful snow cover. Such methods, as comparison, analysis and generalization of data, were used to process the analysis of the original data. To study the long-term changes of the periodic transformation function of the average annual temperature dynamics and the annual sum of atmospheric precipitation, the Fourier series was used and the parameters of the best sinusoidal approximation, the trend and the method of correlation, discriminant analysis were determined. The practical significance of the work was determined by the results of the research on the conditions for overwintering of winter crops and adaptation of agriculture to the changing conditions of the regional climate.

Bibliography:

1. Pavlova, V.N. Assessment of territory vulnerability degree and climatic risk of large crop failures of grain crops in the grain-sowing regions of Russia / V.N. Pavlova, S.E. Varcheva // *Meteorology and Hydrology*. - 2017. - № 8. - P. 39-50.
2. Report on climate peculiarities on the territory of the Russian Federation for 2019. - Moscow: Research Institution of Roshydromet, Roshydromet, 2020. - P. 11-72.
3. Changes of thermal regime extremeness in the XXI century: ensemble estimates for the territory of Russia / E. I. Khlebnikova, Yu. L. Rudakova, I. A. Sall, S. V. Efimov, I. M. Shkolnik // *Meteorology and hydrology*. - 2019. - № 3. - P. 11-24.
4. Dobrovolskiy, S.G. Droughts of the world and their evolution in the course of: agricultural, meteorological and hydrological aspects / S.G. Dobrovolskiy // *Water resources*. - 2015. - V. 42, № 2. - P. 119-132.
5. Zhuravleva, E. V. Drought as one of the risk factors in agricultural economy of the Russian Federation / E. V. Zhuravleva, S. V. Fursov // *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. - 2016. - V. 30, № 9. - P. 88-90.
6. Mokhov, I.I. Weather and climatic anomalies in Russian regions and their relationship with global climate change / I.I. Mokhov, V.A. Semenov // *Meteorology and Hydrology*. - 2016. - № 2. - P.16-28.
7. Sharipova, R.B. Influence of forecrops and sowing dates on overwintering and yield of winter wheat in changing conditions of regional climate / R.B. Sharipova, R.A. Khakimov, N.V. Khakimova // *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. - 2020. - № 2 (58). - P. 66-71.
8. Agriculture of Ulyanovsk region. Department of Economic Programs, Analysis and Pricing of the Department of Agriculture. - Ulyanovsk: Pechatnyi dom, 2019. — 32 p.
9. Sirotenko, O.D. Fundamentals of agricultural meteorology. Volume II. Methods of calculations and forecast in agrometeorology. Book 1. Mathematical models in agrometeorology / O.D. Sirotenko. - Obninsk: Federal State Budgetary Institution "All-Russian Research Institute of Hydrometeorological Information - World Data Center", 2012. - 136 p. - ISBN 978-5-8493-0196-9 (Volume II, Book 1).
10. Sharipova, R.B. Trends in climate change and agroclimatic resources of Ulyanovsk region and their impact on yield of grain crops / R.B. Sharipova. - Ulyanovsk: UISTU, 2020. - P. 13-49. - ISBN 978-5-9795-2034-6.
11. Sabitov, M.M. Economic efficiency of cultivation technologies in grain-fallow crop rotation / M.M. Sabitov // *Achievement of science and technology of the agro-industrial complex*. - 2021. - V. 35, № 2. - P. 13-18.