DOI 10.12737/2073-0462-2024-18-24
УДК 551.506.3:631.559:633.13

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОВСА В СЕВООБОРОТАХ

П. А. Постников, В. В. Попова, О. В. Васина, П. Ю. Овчинников

Реферат. Исследования проводили с целью оценки влияния предшественников в севооборотах и фона питания на формирование урожайности овса при различных погодных условиях. Работу выполняли в стационарном двухфакторном опыте в 2016–2020 годы в условиях Среднего Урала на темно-серой тяжелосуглинистой почве. Схема эксперимента предусматривала следующие варианты: севообороты (фактор А) – сидеральный (сидеральный пар (рапс), пшеница, овес, горох, ячмень), зернотравяной с долей бобовых культур 40% (горох, пшеница + клевер, клевер 1 г.п., ячмень, овес); фон питания (фактор В) – без минеральных удобрений (контроль); $N_{30}P_{30}K_{36}$ (в среднем на 1 га севооборотной площади – минеральный фон); $N_{24}P_{24}K_{30}$ в сочетании с сидератами и соломой (органоминеральный фон). Наименьший сбор зерна овса отмечен в 2016 году в острозасушливых условиях (ГТК=0,63), он изменялся в зависимости от предшественника и фона питания от 1,30 до 1,70 т/га. Наибольшую продуктивность зернофуражной культуры наблюдали в 2017–2018 годы при гидротермическом коэффициенте 1,8…2,0. В контрольном варианте она варьировала в интервале от 3,09 до 3,69 т/га, при внесении удобрений – 4,20…5,52 т/га. В слабо засушливых условиях 2020 г. урожайность овса в севооборотах в контроле была ниже, чем при благоприятных погодных условиях, на 30%, на фоне удобрений – на 24…33%. В целом продуктивность зернофуражной культуры в контроле мало зависела от предшественника в севооборотах. Размещение овса второй культурой после клевера на минеральном и органоминеральном фонах питания обеспечило заметное превышение сбора зерна, по отношению к сидеральному севообороту (вторая культура после запашки рапса), за исключением 2016 года. В среднем за годы исследований прибавка зерна овса в зернотравяном севообороте составила 0,55…0,56 т/га. Корреляция продуктивности зернофуражной культуры с суммой осадков и величиной ГТК была положительной (r=0,82…0,95), а с температурным режимом в течение вегетации – отрицательной (r=-0,88…-0,97).

Ключевые слова: овес (*Avena sativa*), севооборот, температура, осадки, гидротермический коэффициент, урожайность, коэффициенты корреляции.

**исследования выполнены в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования по теме № FNUW–2022–0002.*

Введение. Обобщенные данные по метеоусловиям за вторую половину прошлого столетия и начала XXI века свидетельствуют о тенденции потепления климата на земном шаре, в том числе территории РФ. Наиболее зависимо от погодных условий сельское хозяйство, поэтому изменения климатических условий следует относить к серьезным рискам в обеспечении продовольственной безопасности страны [1, 2, 3].

Повышение среднегодовой температуры воздуха в южных регионах Российской Федерации ведет к увеличению количества засух [4]. В то же время в северных широтах Нечерноземной зоны России увеличивается сумма активных температур и одновременно отмечена тенденция повышения количества осадков [5], то есть создаются потенциально благоприятные условия для возделывания большинства сельскохозяйственных культур, в том числе малораспространенных, как соя, кукуруза.

Повышение среднегодовой температуры наиболее сильно стало проявляться во второй половине прошлого столетия, скорость потепления в зависимости от региона России возросла до 0,51°С за десятилетие [6, 7]. Аналогичные тенденции выявлены на Урале [8].

Овес – ценная культура, зерно которой используют на пищевые и фуражные цели [9]. Из-за более равномерного усвоения питательных элементов в процессе вегетации овес хорошо реагирует на внесение минеральных и органических удобрений [10, 11, 12]. По мнению многих исследователей варьирование урожайности зернофуражной культуры по годам во многом зависит от тепло- и влагообеспеченности в период вегетации растений [13, 14]. Установлено, что основное влияние на уровень урожайности овса оказывает климат, а затем следуют удобрения, предшественник, сорт [15, 16]. На сегодняшний день недостаточно исследований по изучению реакции овса в севооборотах на повышение среднесуточной температуры воздуха в летний период, в особенности в Уральском регионе.

Цель исследований – подобрать наилучший предшественник в севооборотах и оптимальный фон питания для получения высокой урожайность овса в изменяющихся погодных условиях вегетационного периода.

Условия, материалы и методы. В Уральском научно-исследовательском институте сельского хозяйства – филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» в Свердловской области проведены исследования в стационарном двухфакторном опыте в течение 2016–2020 годы.

Фактор А – севообороты: сидеральный – сидеральный пар (рапс), пшеница, *овес*, горох,

ячмень; зернотравяной (бобовые культуры 40%) – горох, пшеница + клевер, клевер 1 года пользования, ячмень, *овес*. Культуры севооборотов на опытном участке размещены в пространстве и во времени, в трехкратной повторности. В первом ярусе распределение полей систематическое, во втором и третьем – рендомизированное. Общая площадь делянки – 156 м^2 (40×3,9 м), субделянки – 78 м^2 (20×3,9 м).

Фактор В – фон питания: контроль (без минеральных удобрений); минеральный фон – $N_{30}P_{30}K_{36}$ (в среднем на 1 га севооборотной площади); органоминеральный фон – $N_{24}P_{24}K_{30}$ в сочетании с сидератами и соломой. В качестве минерального удобрения использовали азофоску с врезанием в почву перед посевом сеялкой СН-16. Для выравнивания баланса калия один раз за ротацию севооборотов дополнительно внесен хлористый калий в дозе K_{30}.

Почва опытного участка темно-серая лесная тяжелосуглинистая. Пахотный слой перед закладкой опыта характеризовался следующей агрохимической характеристикой: содержание легкогидролизуемого азота – 146-168 (по Корнфильду); подвижного фосфора – 206-236 и обменного калия – 132-178 мг/кг (ГОСТ 54650-2011); pH солевой вытяжки – 4,97-5,09 (ГОСТ 26483-85) гумуса – 4,84-5,07% (ГОСТ 26213-91).

В опыте высевали овес Стайер нормой 5,5 млн всхожих семян на 1 га. Агротехника при возделывании яровой зерновой культуры в опыте соответствовала рекомендациям для Среднего Урала [17]. Дисперсионный и корреляционный анализ результатов исследований осуществляли с использованием прикладных программ Microsoft Excel 2007.

В течение ротации изучаемых севооборотов метеоусловия за вегетационный период с мая по август заметно варьировали, по сравнению со среднемноголетними показателями. В 2016 году недобор осадков отмечен в течение всей вегетации растений, наиболее критичным оказались май и июнь, когда происходило кущение зерновых культур и формирование биомассы однолетних и многолетних культур (табл. 1). Снижение количества осадков в июле–августе отрицательно повлияло на налив зерна. В летний период среднесуточная температура за месяц была выше на 1,1…6,7^{o}С, максимум выявлен в августе, что существенно снизило урожайность зернофуражной культуры.

Таблица 1 – Отклонения метеорологических показателей от среднемноголетних показаний в период с мая по август, АГМС «Исток»

Месяц	Показатель	Средне-многолетнее	Год				
			2016	2017	2018	2019	2020
Май	осадки, мм	46,0	-37,0	-5,1	-23,2	-9,9	-32,3
	температура, ^{0}С	10,4	2,1	-1,0	-1,7	2,1	2,7
Июнь	осадки, мм	68,0	-28,0	24,5	-13,4	-20,4	4,6
	температура, ^{0}С	15,1	1,1	-0,6	-1,4	-0,1	-1,2
Июль	осадки, мм	84,0	-21,0	54,0	23,4	74,9	-60,2
	температура, ^{0}С	17,6	1,2	-0,1	1,9	0,8	3,1
Август	осадки, мм	74,0	-56,1	-31,8	-8,6	18,9	62,6
	температура, ^{0}С	14,5	6,7	1,9	0,3	0,4	2,9
В среднем за май – август	осадки, мм	272	-35,5	41,6	-21,6	15,8	-5,9
	температура, ^{0}С	14,4	2,79	0,1	-0,2	0,8	1,9

В 2017 году отмечено превышение количества атмосферных осадков в июне – июле на 36…64% с небольшим недобором среднесуточных температур в первой половине вегетации растений. В среднем за май – август температура воздуха была практически на уровне среднемноголетнего значения, общее количество осадков превысило норму на 15%.

В первой половине вегетации 2019 года отмечена прохладная погода с недобором осадков. Выпадение осадков во второй половине июня и в начале июля и улучшение температурного режима несколько сгладили отрицательный эффект от засушливых условий в мае–июне. Избыточное увлажнение в июле способствовало увеличению продолжительности периода налива овса.

Стоит отметить, что в мае 2020 года, аналогично предыдущим годам, выявлен недобор осадков, при повышении среднемесячной температуры на 2,7^{o}С. В июне наблюдали умерено теплую погоду. Резкий недостаток осадков в июле и превышение среднесуточной температуры воздуха выше нормы (17,6^{o}С) на 3,1^{o}С отрицательно повлияли на уровень урожайности. Избыточное выпадение дождей в августе пришлось на послеуборочный период.

В большинстве лет исследований срок посева яровых зерновых культур приходился на 1 декаду мая, а полная спелость, в зависимости от гидротермических условий лета, наступала в течение августа. Весной в 2016–2017 годы переход среднесуточной температуры через 1°С наступил на 4…5 дней позднее многолетнего значения (норма – 13.05), а в 2018 году из-за прохладных условий произошло запаздывание даты наступления указанного периода на целый месяц. В последующие годы весеннее возобновление вегетации отмечено на 8…9 дней раньше. В среднем за 5 лет срок наступления даты с температурой выше 10 градусов

был позднее на 5 суток, по сравнению с многолетней датой.

Прекращение активной вегетации осенью 2016–2017 годы произошло на 6…9 дней раньше многолетнего срока (14.09). В то же время в последние три года исследований прекращение осенней вегетации наступало на 5…14 суток

В течение ротации севооборотов обнаружено повышение суммы эффективных температур (выше 10°С), разница по отношению к многолетнему значению варьировала в интервале от 41,5 до 382,6°С. Самые низкие величины этого показателя выявлены в 2017–2018 годы, высокие – в 2016 году.

Сопоставляя динамику накопления суммы положительных температур за весь период, можно отметить, что в 2017–2018 годы она была ниже нормы на 75…138°С. В другие годы разница в сторону повышения суммы положительных температур заметно возросла. Несмотря на такие изменения в течение ротации, в среднем среднесуточная температура воздуха за период активной вегетации растений была выше на 0,5…4,0°С, по сравнению с многолетними данными.

Таблица 2 – Агроклиматическая характеристика периода с температурой выше 10°С

Показатель	Средне-много-летнее	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее
Начало периода	13.05	17.05	18.05	13.06	04.05	05.05	18.05
Конец периода	14.09	08.09	05.09	28.09	19.09	20.09	16.09
Продолжительность периода	124	114	110	107	138	138	121
Сумма эффективных температур, °С	557	939,6	610,9	598,5	722,8	817,7	737,9
Сумма положительных температур, °С	1763	2080	1668	1625	2028	2162	1913
Среднесуточная температура, °С	14,2	18,2	15,1	15,2	14,7	15,7	15,8
Осадки, мм	276	132	300	227	360,6	422,2	288,4
ГТК	1,64	0,63	1,80	1,40	1,78	1,95	1,51

По поступлению атмосферных осадков за период с температурой выше 10°С выявлены заметные колебания, минимальное их количество отмечено в 2016, 2018 годы, максимальное – в 2019–2020 годы. Расчеты гидротермического коэффициента (ГТК), характеризующего увлажненность периода с активными температурами, показали, что в большинстве лет он соответствовал нижней градации избыточного увлажнения, несмотря на недостаток осадков в отдельные месяцы. Из всех лет наблюдений за ротацию севооборотов наиболее засушливые условия за вегетационный период выявлены в 2016 году.

Результаты и обсуждение. Недостаток осадков и повышенные температуры в течении всей вегетации 2016 года очень отрицательно отразились на продуктивности овса. Его урожайность при применении удобрений не превысила 1,7 т/га, в контроле – не выше 1,4 т/га (табл. 3). При дефиците атмосферных осадков в течение летнего периода 2016 года прибавки зерна овса в изучаемых севооборотах на минеральном и органоминеральном фонах питания составили всего 0,18…0,30 т/га, по отношению к контрольному варианту. Достоверные различия в урожаях между контролем и удобренными фонами выявлены только в зернотравяном севообороте, где зернофуражная культура размещена второй культурой после клевера.

Из всех лет исследований самый высокий сбор зерна в контрольном варианте достигнут в 2017 г., независимо от вида севооборота – 3,69…3,75 т/га. Умеренный температурный режим в период активной вегетации растений, несмотря на избыток осадков в июне–июле, способствовали высоким урожаям зернофуражной культуры.

В среднем по севооборотам прибавки зерна овса на удобренных фонах питания за годы исследований составили 1,12…26 т/га, по сравнению с естественным уровнем плодородия.

Таблица 3 –Урожайность овса в севооборотах в зависимости от фона питания, т/га

Севооборот (Фактор А)	Фон питания (фактор В)	Год					Сред-нее
		2016	2017	2018	2019	2020	
Сидеральный	контроль	1,37	3,69	3,10	2,60	2,43	2,64
	минеральный	1,57	4,66	4,22	4,18	3,34	3,59
	органоминеральный	1,55	4,55	4,20	4,01	3,29	3,52
Зернотравяной (бобовые культуры 40%)	контроль	1,29	3,75	3,09	2,99	2,39	2,70
	минеральный	1,70	5,03	5,52	4,82	3,61	4,14
	органоминеральный	1,64	5,41	5,40	4,41	3,53	4,08
$НСР_{05}$ фон питания	–	0,22	0,61	0,38	0,33	0,34	
$НСР_{05}$ севооборот	–	0,18	0,50	0,31	0,27	0,28	

В 2018 году при прохладной погоде с небольшим дефицитом осадков в первой половине вегетации выявлена тенденция снижения сбора зерна, по сравнению с предыдущим годом, в сидеральном севообороте в контроле на 0,59 т, при внесении удобрений – на 0,35…0,44 т/га. В то же время в зернотравяном севообороте достигнута максимальная урожайность зернофуражной культуры, в сравнении с другими годами исследований. На наш взгляд, при более увеличенной продолжительности периода налива и созревания зерна, растения лучше использовали питательные вещества как из удобрений, так при минерализации растительных остатков многолетней бобовой культуры.

В последующие годы исследований в период от посева до начала выхода в трубку овса выявлен недобор осадков на фоне повышения температурного режима, что отрицательно сказалось на кущении растений и закладке зерновок в метелке. В 2018 году улучшение режима влажности в июле в период налива зерна способствовали увеличению массы 1000 зерен при внесении удобрений до 38,6…39,3 г в зернотравяном севообороте, что выше на 1,5…2,1 г, по отношению к сидеральному. Это обеспечило формированию более высокой урожайности овса при размещении его второй культурой после распашки клевера.

В 2020 году в начале вегетационного периода отмечены аналогичные тенденции, что и в предыдущем году. В отличие от 2019 года в период от выметывания до полной спелости зерна отмечен дефицит атмосферных осадков на фоне повышения температурного режима, в результате полное созревание овса наступило уже в конце июля. Даже при недостаточном наливе зерна сбор основной продукции при применении удобрений достиг уровня 3,3…3,6 т/га.

При этом прибавки урожая в сидеральном севообороте были в пределах от 0,86 до 0,91 т/га по отношению к контролю, в зернотравяном – на уровне 1,14…1,22 т/га. Эти урожайные данные подтверждают, что сорта овса, выведенные в Красноуфимском селекционном центре, при соблюдении агротехники, способны обеспечивать достаточно высокий уровень продуктивности зернофуражной культуры овса в условиях кратковременной засухи в начале вегетации или в период налива зерна в метелках [14].

Усредненные данные по урожайности овса за ротацию севооборотов свидетельствуют, что на естественном фоне плодородия разницы по воздействию различных предшественников на продуктивность зернофуражной культуры не установлено.

В то же время размещение овса второй культурой после клевера на фоне удобрений имело заметное преимущество по сбору зерна по отношению к сидеральному севообороту, прибавка урожая составила в среднем 0,55…0,56 т/га. Высокую эффективность использования клевера в качестве предшественника выявили также другие исследователи [18].

Для выявления степени воздействия агрометеорологических факторов на урожайность овса проведен корреляционный анализ. Он свидетельствует, что между урожаями овса и количеством выпавших осадках в течение вегетации растений выявлена прямая зависимость. В начале вегетации зернофуражной культуры в период от посева и до начала кущения выявлена средняя положительная взаимосвязь между осадками и урожаем овса, коэффициент корреляции (r) варьировал на уровне 0,47…0,53 (табл. 4). В июне – июле сопряженность между урожайностью и влагообеспеченностью приближалась к градации сильной корреляции (r=0,7 и выше). В августе, где в большинстве лет исследований полное созревание зерна отмечено во второй декаде, выявлена слабая корреляционная связь. В целом за вегетационный период от посева до полной спелости зерна обнаружена сильная положительная корреляционная связь, при этом наибольший коэффициент корреляции выявлен на удобренных фонах питания (r=0,92…0,95). Это свидетельствует о высокой зависимости эффективности удобрений от количества выпавших осадков в течение вегетации.

Корреляционный анализ показал, что между урожайностью овса и суммой эффективных и активных температур существует отрицательная связь. Интересно отметить, что в начале вегетации растений коэффициенты корреляции по температурному режиму мало зависели от фона питания. В июне в период от кущения до выбрасывания метелки при применении удобрений величина отрицательной корреляционной зависимости приближалась к градации сильной взаимосвязи, коэффициент корреляции между урожаем овса и теплообеспеченностью был на уровне 0,69.

В июле выявлена обратная закономерность, на естественном фоне плодородия коэффициенты корреляции остались на уровне средней сопряженности, а на минеральном и органоминеральном фонах питания корреляционная связь между урожаями овса и температурным режимом снизилась до уровня слабой взаимосвязи. В целом за вегетационный период наиболее высокие коэффициенты корреляции обнаружены между урожайностью овса и суммой активных температур (r=0,88…0,92), независимо от фона питания.

Достоверные связи между урожайностью овса и показателем ГТК в период вегетации оказали существенное влияние на величину продуктивности зернофуражной культуры в годы наблюдений, коэффициент корреляции за период вегетации в контроле равнялся 0,86, при использовании удобрений – на уровне 0,95…0,96.

Таблица 4 – Корреляционные связи (*r*) между урожайностью овса и метеорологическими показателями в период от посева до полной спелости, (2016–2020 годы)

Показатель	Период	Фон питания		
		1	2	3
Осадки, мм	май	0,53	0,47	0,47
	июнь	0,58	0,63	0,65
	июль	0,61	0,64	0,62
	август	0,05	0,22	0,16
	май – август	0,82*	0,95*	0,92*
Сумма активных температур, ^{0}С	май	-0,62	-0,56	-0,61
	июнь	-0,58	-0,69	-0,69
	июль	-0,46	-0,29	-0,33
	август	-0,48	-0,92*	-0,88*
	май – август	-0,94*	-0,96*	-0,97*
Сумма эффективных температур, ^{0}С	май	-0,57	-0,53	-0,58
	июнь	-0,47	-0,59	-0,58
	июль	-0,46	-0,29	-0,33
	август	-0,74	-0,90*	-0,85*
	май – август	-0,88*	-0,93*	-0,94*
ГТК	май	0,78	0,66	0,69
	июнь	0,56	0,62	0,64
	июль	0,64	0,64	0,62
	август	0,09	0,28	0,21
	май – август	0,86*	0,97*	0,95*

**Коэффициенты корреляции достоверны на 5-% уровне значимости.*

Достоверные связи между урожайностью овса и показателем ГТК в период вегетации оказали существенное влияние на величину продуктивности зернофуражной культуры в годы наблюдений, коэффициент корреляции за период вегетации в контроле равнялся 0,86, при использовании удобрений – на уровне 0,95…0,96.

Наименьший усредненный сбор зерна по севооборотам был в 2016 году, когда увлажненность периода от посева до полной спелости овса соответствовала засушливым условиям (ГТК – 0,63). Средняя урожайность овса в контроле составила 1,33 т/га, на минеральном и органоминеральном фонах питания не превысила 1,63 т/га (см. рисунок).

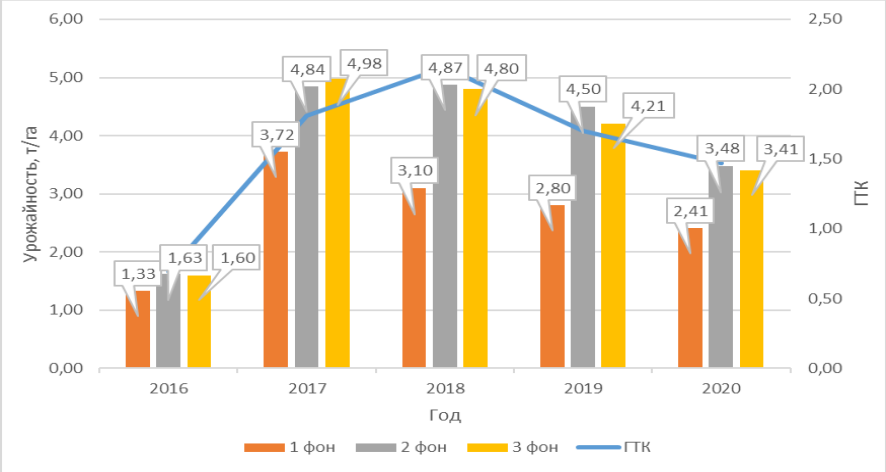

Рисунок – Усредненная урожайность овса по севооборотам в зависимости от гидротермического коэффициента на различных фонах питания, т/га

Повышение гидротермического коэффициента в 2017–2018 годы до 1,81…2,16 ед. обеспечило максимальную урожайность овса, как в контрольном варианте, так на минеральном и органоминеральном фонах питания. По сравнению с засушливым годом (2016 г.) сбор зерна в контроле возрос на 2,08 т/га, на удобренных вариантах – на 3,22…3,29 т/га.

Это свидетельствует, что избыток влаги в отдельные фазы развития растений при умеренном температурном режиме не оказал отрицательного воздействия на урожай. Это стало возможным при возделывании сорта овса Стайер, устойчивого

к полеганию стеблей при избыточном увлажнении [14].

В 2019–2020 годы, несмотря на ГТК в мае–августе на уровне 1,47…1,70 ед., соответствующий умеренному увлажнению, из-за повышенных температур воздуха и недобора осадков в начале вегетации, когда происходило кущение и закладка колоса, выявлена четкая закономерность снижения урожайности овса в среднем по севооборотам в контроле на 0,81 т/га, на минеральном фоне питания – на 0,42 т/га, органоминеральном – 1,08 т/га, по отношению к 2017–2018 годам.

Выводы. Урожайность овса в контроле в меньшей степени зависела от предшественника в севооборотах. Размещение овса в зернотравяном севообороте второй культурой после клевера на минеральном и органоминеральном фонах обеспечило заметное увеличение сбора зерна, по отношению к сидеральному (вторая культура после запашки рапса), прибавка в среднем за годы исследований составила 0,55…0,56 т/га.

Существует сильная положительная связь между размерами урожая овса и количеством выпавших осадков (r=0,82…0,95), а также гидротермическим коэффициентом в период от посева до полного созревания зерна (*r*=0,82…0,95). Между урожайностью зернофуражной культуры и температурным режимом отмечена отрицательная взаимосвязь с коэффициентом корреляции *r*=-0,88…-0,97.

Внесение удобрений при величине гидротермического коэффициента в период вегетации 1,5…2,0 возможен сбор зерна овса в севооборотах на уровне 5,0 т/га и более. Избыток или недостаток влаги в отдельные фазы развития растений при умеренном температурном режиме не оказывает отрицательного воздействия на урожайность зернофуражной культуры.

Литература

1. Шиловская С. А. Влияние изменения климата на сельское хозяйство и обеспечение продовольственной безопасности // АПК: экономика и управление. 2014. № 10. С. 67–73.

2. Pereira L. Climate Change Impacts on Agriculture across Africa. In: Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science. Oxford, UK: Oxford University Press, 2017. URL: https://www0.sun.ac.za/cst/wp-content/uploads/2017/07/Pereira-2017.pdf (дата обращения: 28.03.2023). doi: 10.1093/acrefore/9780199389414.013.292.3.

3. Ciscar J-C., Fisher-Vanden K., Lobell D. B. Synthesis and Review: an inter-method comparison of climate change impacts on agriculture // Environ. *RES. Lett.* 2018. Vol. 13. No. 7. Article 070401. URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aac7cb (дата обращения: 28.03.2023). doi: 10.1088/1748-9326/aac7cb.

4. Романенков В. А., Павлова В. Н., Беличенко М. В. Оценка климатических рисков при возделывании зерновых культур на основе региональных данных и результатов длительных опытов Геосети // Агрохимия. 2018. № 1. С. 77–86.

5. Щербакова А. С. Агроклиматические районы и урожайность сельскохозяйственных культур в изменяющихся условиях регионального климата // Вестник Казанского ГАУ. 2021. №1 (61). С. 142–147. doi: 10.12737/2073-2021-142-147.

6. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год / М. Ю. Бардин, В. И. Егоров, С. А. Громов и др. М.: Росгидромет, 2021. 104 с. URL: http://igce.ru›climatechange/reports (дата обращения: 28.03.2023).

7. Шайтанов О. Л., Низамов Р. М., Захарова Е. И. Оценка глобального потепления на климат Татарстана // Зернобобовые и крупяные культуры. 2021. № 4 (40). С. 102–112. doi: 10.24412 /2309-348X-2021-4-102-112.

8. Глаз Н. В., Васильев А. А. Изменения климата // Дальневосточный аграрный вестник. 2018. № 4 (48). С. 32–39. DOI: 10.24411/1989-6837-2018-14078.

9. Баталова Г. А. Овес, технология возделывания и селекция. Киров, 2000. 206 с.

10. Урожайность и качество зерна овса при возделывании в севообороте и при длительном применении минеральных и органических удобрений / А. В. Козлова, Г. Е. Мерзлая, Г. А. Зябкина и др. // Плодородие. 2014. № 1. С. 10–12.

11. Эффективность систем удобрения в севообороте при возделывании овса на зерно / В. Б. Коренев, И. Н. Белоус., Г. Л. Яговенко и др. // Аграрный вестник Урала. 2015. № 9 (139). С. 13–18.

12. Impact of lime and NPK fertilizers on yield and quality of oats on pseudogley soil and their valorisation / V. Ralcic, V. Popovic, D. Terzic, et al. // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici, Cluj-Napoca, 2020. Vol. 48. No. 4. P. 2134–2152. doi: 10.15835/nbha48412106.

13. Анкудович Ю. Н. Влияние климатических и агрохимических факторов на урожайность овса в условиях севера Томской области // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2015. № 5 (246). С. 40–47.

14. Кардашина В. Е., Николаева Л. С. Влияние агрометеорологических условий на урожайность и развитие овса // Пермский аграрный вестник. 2018. № 1 (21). С. 69–76.

15. Peltonen-Sainio P., Jauhiainen L., Hakala K. Crop responses to temperature and precipitation according to long-term multi-location trials at high-latitude condition // The Journal of Agricultural Science. 2011. Vol. 149. No. 1. P. 49–62.

16. Yield Performance of Spring Oats Varieties as a Response to Fertilization and Sowing Distance / M. Duda, H. Tritean, J. Racz, et al. // Agronomy. 2021. Vol. 11. No.5. Article815. URL: https://www.mdpi.com/2073-4395/11/5/815 (дата обращения: 30.03.23). doi: 10.3390/agronomy11050815.

17. Рекомендации по проведению полевых работ в сельскохозяйственных предприятиях Свердловской области в 2015 году / Н. Н. Зезин, А. П. Колотов, А. А. Шанин и др. Екатеринбург: ФГБНУ Уральский НИИСХ, 2015. 56 с.

18. Елисеев С. Л, Ашихмин Н. В., Яркова Н. Н. Предшественники и нормы высева овса Конкур в Среднем Предуралье // Вестник БГАУ. 2016. № 3. С. 25–29.

Сведения об авторах:

Постников Павел Афанасьевич – кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель отдела земледелия и кормопроизводства, e-mail: postnikov.ural@mail.ru

Попова Вера Викторовна – кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель аналитической лаборатории, e-mail: vvpopova_77@mail.ru

Васина Ольга Владимировна – младший научный сотрудник отдела земледелия и кормопроизводства, e-mail: vasina_ov@mail.ru

Овчинников Павел Юрьевич – младший научный сотрудник отдела земледелия и кормопроизводства, e-mail: ovchinnikov-paha@mail.ru

Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, Россия

INFLUENCE OF METEOROLOGICAL INDICATORS ON OATS YIELD IN CROPPING ROTATIONS

P. A. Postnikov, V.V. Popova, O. V. Vasina, P. Yu. Ovchinnikov

Abstract. The studies were carried out to assess the influence of predecessors in crop rotations and nutrition background on the formation of oat yields under different weather conditions. The work was carried out in a stationary two-factor experiment in 2016–2020 in the conditions of the Middle Urals on dark gray heavy loamy soil. The experimental design included the following options: crop rotation (factor A) – green manure (green manure fallow (rapeseed), wheat, oats, peas, barley), grain-grass rotation with a share of legumes of 40% (peas, wheat + clover, clover 1 g.p., barley, oats); background nutrition (factor B) – without mineral fertilizers (control); $N_{30}P_{30}K_{36}$ (on average per 1 ha of crop rotation area - mineral background); $N_{24}P_{24}K_{30}$ in combination with green manure and straw (organomineral background). The lowest harvest of oat grain was noted in 2016 in severely arid conditions (GTC = 0.63); it varied depending on the predecessor and nutritional background from 1.30 to 1.70 t/ha. The highest productivity of grain fodder crops was observed in 2017-2018 with a hydrothermal coefficient of 1.8...2.0. In the control variant, it varied in the range from 3.09 to 3.69 t/ha, when applying fertilizers – 4.20…5.52 t/ha. In slightly dry conditions in 2020, the productivity of oats in crop rotations in the control was lower than under favorable weather conditions by 30%, and against the background of fertilizers - by 24...33%. In general, the productivity of the grain forage crop in the control depended little on the predecessor in crop rotations. The placement of oats as a second crop after clover on mineral and organomineral nutrition backgrounds ensured a noticeable increase in grain harvest in relation to green manure crop rotation (the second crop after plowing rapeseed), with the exception of 2016. On average, over the years of research, the increase in oat grain in grain-grass crop rotation was 0.55…0.56 t/ha. The correlation between the productivity of grain fodder crops and the amount of precipitation and the GTC value was positive (r=0.82...0.95), and with the temperature regime during the growing season - negative (r=-0.88...-0.97).

Key words: oats (Avena sativa), crop rotation, temperature, precipitation, hydrothermal coefficient, yield, correlation coefficients.

References

1. Shilovskaya SA. [The impact of climate change on agriculture and food security]. APK: ekonomika i upravlenie. 2014; 10. 67-73 p.

2. Pereira L. Climate Change Impacts on Agriculture across Africa. Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science. Oxford, UK: Oxford University Press. 2017. [cited 2023, March 28]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/328065888_why_don't_adapt_tunisian_agriculture_to_climate_change_2_how_climate_affects_agriculture.

3. Ciscar J-C., Fisher-Vanden K., Lobell DB. Synthesis and Review: an inter-method comparison of climate change impacts on agriculture. Environmental Research Letters. 2018; 13(7). p. 070401. [cited 2023, March 28]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/325369466_Synthesis_and_Review_an_inter-method_comparison_of_climate_change_impacts_on_agriculture.

4. Romanenkov VA, Pavlova VN, Belichenko MV. [Assessment of climate risks in the cultivation of grain crops based on regional data and the results of long-term experiments Geonetworks]. Agrokhimiya. 2018; 1. 77-86 p.

5. Shcherbakova AS. [Agroclimatic regions and crop yields under changing regional climate conditions]. Vestnik Kazanskogo GAU. 2021; 1(61). 142-147 p. DOI:10.12737/2073-2021-142-147.

6. Bardin MYu, Egorov VI, Gromov SA. Doklad ob osobennostyah klimata na territorii Rossiyskoy Federatsii za 2020 god. [Report on climate features in the Russian Federation for 2020]. M.: Rosgidromet. 2021; 104 p. [cited 2023, March 28]. Available from: http://igce.ru›climatechange/reports.

7. Shaytanov OL, Nizamov RM, Zakharova EI. [Assessment of global warming on the climate of Tatarstan]. Nauchno-proizvodstvennuy zhurnal Zernobobovye i krupyanye kultury. 2021; 4(40). 102-112 p. DOI:10.24412 /2309-348X-2021-4-102-112.

8. Glaz NV, Vasilev AA. [Climate change]. Dalnevostochnuy agrarnuy vestnik. 2018; 4(48). 32-39 p. doi:10.24411/1989-6837-2018-14078.

9. Batalova GA. [Oats, cultivation technology and selection]. Oves, tekhnologiya vozdelyvaniya i selektsiya. Kirov. 2000; 206 p.

10. Kozlova AV, Merzlaya GE, Zyabkina GA. [Productivity and quality of oat grain when cultivated in crop rotation and with long-term use of mineral and organic fertilizers]. Plodorodie. 2014; 1. 10-12 p.

11. Korenev VB, Belous IN, Yagovenko GL. [Efficiency of fertilizer systems in crop rotation when cultivating oats for grain]. Agrarnuy vestnik Urala. 2015; 9(139). 13-18 p.

12. Rajicic V., Popovic, V., Terzic, D. Impact of lime and NPK fertilizers on yield and quality of oats on pseudogley soil and their valorization. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 2020; 48(4). 2134-2152 p. [cited 2023, March 30]. Available from: https://www.notulaebotanicae.ro/index.php/nbha/article/view/12106.

13. Ankudovich YuN. [The influence of climatic and agrochemical factors on the yield of oats in the north of the Tomsk region]. Sibirskiy vestnik selskokhozyaystvennoy nauki. 2015; 5(246). 40-47 p.

14. Kardashina VE, Nikolaeva LS. [The influence of agrometeorological conditions on the yield and development of oats]. Permskiy agrarnuy vestnik. 2018; 1(21). 69-76 p.

15. Peltonen-Sainio P, Jauhiainen L, Hakala K. Crop responses to temperature and precipitation according to long-term multi-location trials at high-latitude conditions. The Journal of Agricultural Science. 2011; 149(01). 49-62 p.

16. Duda M., Tritean N., Racz I, et al. Yield performance of spring oats varieties as a response to fertilization and sowing distance. Agronomy. 2021; 11(5), 815. [cited 2023, March 30]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/351042650_Yield_Performance_of_Spring_Oats_Varieties_as_a_Response_to_Fertilization_and_Sowing_Distance.

17. Zezin NN, Kolotov AP, Shanin AA [et al.]. Rekomendacii po provedeniyu polevyh rabot v selskohozyaystvennykh predpriyatiyah Sverdlovskoy oblasti v 2015 godu. [Recommendations for conducting field work in agricultural enterprises of Sverdlovsk region in 2015]. Ekaterinburg: FGBNU Uralskiy NIISKh. 2015; 56 p.

18. Eliseev SL, Ashikhmin NV, Yarkova NN. [Predecessors and seeding rates of oats Konkur in the Middle Urals]. Vestnik BGAU. 2016; 3. 25-29 p.

Authors:

Postnikov Pavel Afanasevich – Ph.D. of Agricultural Sciences, Head of Agriculture and Feed Production Department, e-mail: postnikov.ural@mail.ru

Popova Vera Viktorovna – Ph.D. of Agricultural Sciences, Head of the analytical laboratory, e-mail: vvpopova_77@mail.ru

Vasina Olga Vladimirovna – junior researcher of Agriculture and Feed Production Department, e-mail: vasina_ov@mail.ru

Ovchinnikov Pavel Yurevich – junior researcher of Agriculture and Feed Production Department, e-mail: ovchinnikov-paha@mail.ru

Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia.