

Научная статья

УДК 631.1: 631.582: 631.559 (470.56)

doi: 10.37670/2073-0853-2021-87-1-18-24

Влияние погодных и земных факторов на урожайность зерновых культур в севооборотах на почвозащитном опытном участке в Оренбургском Зауралье*

Дмитрий Владимирович Митрофанов

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН

Аннотация. В статье представлены результаты наблюдений по изучаемым факторам и урожайности культур на почвозащитном опытном участке Оренбургского Зауралья. Проанализированы данные по атмосферной температуре, осадкам, числу дней с суховеями, высоте и плотности снега, зимним влагозапасам, продуктивной влаге, нитратам, подвижному фосфору, обменному калию и урожайности зерновых культур в четырёхпольных севооборотах с чёрным паром. Проведена сопоставительная оценка всех факторов и продуктивности культурных растений. Впервые в восточной зоне Оренбуржья проведено полевое исследование по влиянию погодных и земных факторов на урожайность зерна в различных элементах склона. Основная цель исследования заключается в выявлении урожайности зерна полевых культур в севооборотах на трёх частях склона в зависимости от погодных и почвенных условий. Установлено, что наибольшее влияние на повышение продуктивности зерновых культур оказывают засушливый вегетационный период, снегонакопление, продуктивная влага и содержание подвижных форм макроэлементов на нижней части склона. В засушливых условиях получена наилучшая биологическая урожайность твёрдой, мягкой пшеницы и ячменя по нижнему элементу склона, которая составила 10,5; 14,2 и 14,6 ц с 1 га. Наименьшая продуктивность, выявленная у твёрдой пшеницы на нижней и средней части склона, составила 6,8 и 7,7 ц с 1 га. Показано, что уровень выхода зерна на изучаемом склоне зависит в большей степени от агрометеорологических условий, влажности почвы и содержания питательных веществ.

* Исследование выполнено в соответствии с планом НИР на 2020–2021 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2019-0003).

Ключевые слова: температура, осадки, влага, питательные вещества, урожайность, элемент склона.

Для цитирования: Митрофанов Д.В. Влияние погодных и земных факторов на урожайность зерновых культур в севооборотах на почвозащитном опытном участке в Оренбургском Зауралье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 1 (87). С. 18–24. doi: 10.37670/2073-0853-2021-87-1-18-24.

Original article

Influence of weather and terrestrial factors on the yield of grain crops in crop rotations at the soil protection experimental site in the Orenburg Zauralye

Dmitry V. Mitrofanov

Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences

Abstract. The article presents the results of observations on the studied factors and crop yields at the soil protection experimental site of the Orenburg TRANS-Urals. The manuscript shows data on atmospheric temperature, precipitation, number of dry days, snow height and density, winter moisture content, productive moisture, nitrates, mobile phosphorus, potassium exchange, and grain yield in four-field crop rotations with black steam. The paper presents a review of the literature, materials, research methods and analyzes the results of the studied factors and objects. The text provides a comparative assessment of all factors and productivity of cultivated plants. The main purpose of the study is to identify the grain yield of field crops in crop rotations on three parts of the slope, depending on weather and soil conditions. For the first time in the Eastern zone of the Orenburg Region, field studies were conducted on the influence of weather and earth factors on grain yield in various elements of the slope. The greatest impact on increasing the productivity of grain crops is caused by the dry growing season, snow accumulation, productive moisture and the content of mobile forms of macronutrients on the lower part of the slope. In arid conditions, the best biological yield of hard, soft wheat and barley on the lower element of the slope was obtained and amounted to 10.5, 14.2 and 14.6 c per 1 ha. As a result of the influence of factors, the lowest productivity is observed in durum wheat on the lower and middle part of the slope and amounted to 6.8 and 7.7 c per 1 ha. The level of grain yield on the studied slope depends to a greater extent on agrometeorological conditions, soil moisture and nutrient content.

Keywords: temperature, precipitation, moisture, nutrients, yield, slope element.

For citation: Mitrofanov D.V. Influence of weather and terrestrial factors on the yield of grain crops in crop rotations at the soil protection experimental site in the Orenburg Zauralye. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021; 87(1): 18–24. (In Russ.). doi: 10.37670/2073-0853-2021-87-1-18-24.

В сельскохозяйственном производстве важную роль играют основные приёмы почвозащитной системы земледелия, которые могут существенно поднять урожайность зерновых культур в севооборотах на целинных землях Оренбургского Зауралья. В связи с этим за счёт планов внутрихозяйственного землеустройства создаётся контурно-ландшафтное земледелие в хозяйствах Оренбургской области [1].

Чередование твёрдой, мягкой пшеницы и ячменя в севообороте с чёрным паром за счёт своих биологических особенностей позволяет выявить продуктивность растений и сформировать высокую урожайность [2]. По результатам наблюдений видно, что погодные условия, азотные и фосфорные удобрения влияют на динамику содержания подвижных элементов питания почвы и на фотосинтетические показатели твёрдой и мягкой пшеницы [3–7]. Влияние погодных факторов, водного режима почвы, элементов продуктивности колоса и водопотребления сортов приводит к значительному изменению количества всходов и урожайности мягкой пшеницы на склоновых землях [8–11]. В засушливых условиях Оренбуржья также изучен водный режим парового поля и проведены исследования по возделыванию яровых культур после чистого пара [12]. В ранее проведённых полевых опытах установлено, что

различные межфазные периоды вегетации и приёмы основной обработки почвы приводят к изменению продуктивности ячменя в степной зоне Южного Урала [13, 14].

На основании рассмотренных примеров исследования установлено, что проблема по повышению урожайности зерновых культур на почвенных склонах в зависимости от различных факторов до конца не изучена.

Таким образом, проводится исследование по влиянию основных факторов на урожайность полевых культур в зернопаровых севооборотах на почвозащитном стационаре в восточной зоне Оренбургской области.

Цель настоящего исследования состоит в определении урожайности зерновых культур в четырёхпольных севооборотах на различных элементах склона почвозащитного стационарного опытного участка в зависимости от влияния погодных и земных факторов.

Материал и методы. Исследование проводилось в 2020 г. на почвозащитном опытном участке в ФГУП «Советская Россия» (с. Елизаветинка) Адамовского района Оренбургской области на чернозёмах южных Оренбургского Зауралья. Почвозащитный стационар заложен по системе контурно-полосного земледелия в 1987 г. По морфометрическим характеристикам рельефа опытного поля изучаемый склон находится на

ровном участке и является северо-восточной экспозицией.

Объектами исследования являются почва, чёрный пар, твёрдая, мягкая пшеница и ячмень в четырёхпольных зернопаровых севооборотах с контурно-полосной ориентацией пахотного склона в системе почвозащитного земледелия.

Почва опытного участка – чернозём южный среднемощный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое почвы 0–30 см составляла 4,0 %. Объёмная масса в пределах профиля характеризует сложение почвы и увеличивается с поверхности 0–10 см к глубине 90–100 см от 1,12 до 1,55 г на см³. Величина удельной массы твёрдой фазы метрового слоя почвы опытного стационара равна 2,61 г/см³.

Схема опыта двухфакторная: $3A \times 3B$, где A – три части склона (верхняя, средняя, нижняя); B – три зерновые культуры после предшественника (твёрдая пшеница по чёрному пару, мягкая пшеница по твёрдой пшенице, ячмень по мягкой пшенице).

В опыте применялся полевой метод исследования. Опыт проводился на опытном участке в трёхкратной повторности, ширина делянок была равна 80 м, длина – 500 м. Прямоугольные делянки располагались длинной стороной поперёк склона с площадью 40 тыс. м² для производственного назначения. На каждой части склона размещены по четыре делянки одного севооборота с общей площадью 160 тыс. м². В эксперименте общая площадь опыта составляла 60 га, из них под полями севооборотов – 480 тыс. м², под многолетними травами – 108 тыс. м², под кулисами из смородины золотистой – 12 тыс. м². По всему склону располагаются перед каждой делянкой 13 буферных полос из посева многолетних трав и посадок однорядных кустарниковых кулис. Размер буферной полосы по ширине 20 м и по длине как у делянки.

По длине склон разделён на три части: верхняя, средняя и нижняя. На каждой части склона освоен один четырёхпольный зернопаровой севооборот: пар чёрный, твёрдая пшеница, мягкая пшеница, ячмень. В опыте в качестве посева применялись следующие районированные сорта зерновых культур для данной зоны: твёрдая пшеница – Целинная, мягкая пшеница – Оренбургская 13 и ячмень – Натали. Сроком их сева были вторая и третья декады мая.

В эксперименте проводились следующие наблюдения: за метеорологическими условиями, накоплением снега и зимних влагозапасов, влажностью почвы, содержанием подвижных форм макроэлементов в почве и продуктивностью зерновых культур.

Количество выпавших осадкам, среднесуточная температура воздуха и количество дней с относительной влажностью 30 % и ниже (число

суховейных дней) учитывались по данным гидрометеорологической станции Айдырля, обслуживающей почвозащитный стационар. Снеговые промеры проводились во второй декаде марта для определения высоты снежного покрова и накопления влаги за зимний период на верхней, средней и нижней частях склона в зависимости от уклона в 0–3°. Слой снега измерялся в 20 точках через 10 м специальной линейкой по диагонали каждой делянки. В каждой точке замера высоты снега – двукратная повторность через 2 м. Объём или плотность снега определялись при помощи снегомера, измерялись в трёх точках на каждой делянке. Для определения влажности почвы применялся термостатно-весовой метод. Почва отбиралась с помощью специального пробоотборника по слоям через 10 см до 1 м. Почвенные пробы брали с каждой делянки в двукратном повторении опыта посередине каждой верхней, средней и нижней частей склона. После посева и уборки зерновых культур отбирались образцы почвы. Продуктивную влагу в почве определяли в лабораторных условиях с помощью сушильных шкафов и электронных весов. В исследовании определяли содержание подвижных форм питательных веществ (NO₃⁻, P₂O₅, K₂O) в почве с помощью ионометрического метода и по методике Мачигина. Почвенные образцы отбирались специальным буром в трёх точках делянки на первом и третьем повторении опыта каждой части склона в период после посева и уборки. Количество макроэлементов питания растений в слое почвы 0–30 см определяли в лаборатории Федерального научного центра.

Фактический учёт урожая проводился методом сплошной уборки комбайном с каждой делянки. Сначала убирали защитные полосы, состоящие из посевов ячменя, потом делянки. Биологический учёт урожайности проводится перед уборкой с 1 м² в десятикратной повторности на каждой делянке. Вручную отбирали снопы с учётных площадок и пропускали их через специальную молотилку, потом массу зерна взвешивали и определяли среднюю продуктивность. Урожайность с каждой делянки определяли и пересчитывали в расчёте на 1 га, с учётом 14%-ной влажности и 100%-ной чистоты зерна твёрдой, мягкой пшеницы и ячменя.

На почвозащитном опытном участке применялась агротехника и технология возделывания паров и полевых культур, рекомендуемая в степной зоне Оренбургского Зауралья.

Результаты исследования. В результате исследования на почвозащитном опытном участке, по данным метеостанции, за сельскохозяйственный год выпало 293 мм осадков при среднемноголетней норме 316 мм, температура воздуха составляла соответственно 5,4; 3,3 °C и 90 суховейных дней.

1. Изменение погодных факторов в вегетационном периоде 2020 г. в зависимости от времени года (по данным метеостанции Айдырля)

Время года	Атмосферная температура, °С			Среднее	Количество осадков, мм			Сумма	Число дней с суховеями			За месяц
	декада				декада				декада			
	1-я	2-я	3-я		1-я	2-я	3-я		1-я	2-я	3-я	
Апрель	3,0	6,4	9,2	6,2	3	24	4	31	0	3	3	6
Май	15,0	13,1	20,8	16,4	0	10	2	12	8	1	8	17
Июнь	19,8	19,5	15,7	18,3	0	0	3	3	9	9	6	24
Июль	24,6	28,6	19,3	24,2	9	0	58	67	7	10	2	19
Август	24,1	14,9	18,9	19,3	4	14	0	18	7	0	5	12
За период*	17,3	16,5	16,8	16,9	16	48	67	131	31	23	24	78

Примечание: * гидротермический коэффициент (по Г.Т. Селянинову) за период апрель – август равен 0,52.

В вегетационном периоде апрель 2020 г. был холоднее на 5,1 °С по сравнению с ранними показаниями предыдущих лет. Температурный режим в мае находился почти на уровне установленной температурной нормы и составлял 16,2 °С, в июне, июле и августе превышал среднегодовые показатели на 1,4, 3,1 и 3,2 °С и составлял 16,9; 21,1 и 16,1 °С соответственно. Самым засушливым был июнь, за этот месяц выпало 3 мм осадков при стандартной средней норме 41 мм, максимальная температура воздуха достигала 19,8 °С, а количество суховейных дней составляло 24 (табл. 1).

Своеобразие вегетационного периода заключалось в резких среднесуточных перепадах температуры, достигающей в апреле от минус 4,7 °С до плюс 18,7 °С, в мае – от 0,8 до 29,3 °С, в июне – от 4,0 до 32,3 °С, в июле – от 10,7 до 34,7 °С, в августе – от 6,3 до 31,0 °С тепла. За вегетационный период наблюдался один дождь в виде ливня. В результате за это время в третьей декаде июля выпало 58 мм осадков. Количество выпавших осадков в дальнейшем из поверхности почвы эффективно испарилось за счёт сильной ветровой деятельности. Гидротермический коэффициент по Г.Т. Селянинову составлял 0,52, что характеризует вегетационный период как засушливый. В условиях вегетационного периода 2020 г. для роста, развития и урожайности зерновых культур сложились неблагоприятные агрометеорологические условия. Срок посева в середине мая способствовал получению наименьшей урожайности, так как полевые культуры, кроме ячменя, не выдержали засуху.

В результате наблюдений за снегонакоплением и зимними влагозапасами было выявлено влияние частей склона на почвозащитном стационарном участке. Высота и плотность снега повлияли на весенние запасы влаги в почве, которые различались по частям склона почвозащитного стационара.

В результате снежных замеров установлена наибольшая высота снежного покрова на нижней части склона, которая составляла 43,6 см,

на средней и верхней – соответственно 35,5 и 25,2 см (табл. 2). Объём или плотность снега возрастали с верхней части к нижней от 0,310 до 0,380 г на см³, что можно объяснить его сдуванием и переносом в результате ветровой деятельности в зимний период.

2. Влияние части склона на высоту, объём и влагозапасы снега перед талыми весенними водами

Показатель снегомерной съёмки	Часть склона		
	верхняя	средняя	нижняя
Слой снежного покрова, см	25,2	35,5	43,6
Объём снега, г на см ³	0,310	0,315	0,380
Влагозапасы в снеге, мм	95,8	111,8	113,4

Слой снежного покрова с различной плотностью заметно повлиял на запасы воды в нём, и его уровень составлял от 95,8 до 113,4 мм, который увеличивался от верхней к нижней части склона. Наибольшие запасы воды в снеге в весенний период значительно повлияли на количество продуктивной влаги в метровом слое почвы. Основное влияние на содержание продуктивной влаги в почве оказывают части склона и предшественники зернопаровых севооборотов. Весной после посева твёрдой пшеницы после чёрного пара отмечалось наименьшее количество продуктивной влаги, составившее в метровом слое почвы на верхней части склона 91,1 мм, на средней – 78,3 мм, на нижней – 79,7 мм. Небольшое снижение влажности почвы под пшеницей в последствии предшественника объясняется потерями влаги за счёт физического испарения в результате рыхлого пахотного слоя парового поля. Наибольшее содержание влажности в метровом слое почвы к осени отмечалось по чёрным парам на всех частях склона. Распределение продуктивной влаги по частям склона отмечалось от верхней к нижней и составляло от 110,2 до 123,2 мм.

Изменение содержания нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия в пахотном слое почвы 0–30 см происходит в зависимости от сроков их определения, водного режима, чёрного пара, вида культуры, предшественника, части склона и водной эрозии.

После посева зерновых культур под чёрным паром наблюдалось следующее содержание нитратов в 100 г почвы: 16,5 мг – на верхней, 12,8 мг – на средней и 9,3 мг – на нижней частях склона. Количество нитратного азота в почве по твёрдой, мягкой пшенице и ячменю отмечалось от 9,7 до 23,7 мг в верхнем, от 12,8 до 22,4 мг – в среднем и от 9,3 до 24,3 мг – в нижнем элементах склона. На верхней, средней и нижней частях склона просматривалось по всем парам и культурам среднее содержание нитратов (NO_3^-): 16,7; 17,1; и 18,4 мг в 100 г почвы. Накопление нитратного азота на нижней части склона объясняется проявлением водной эрозии, т.е. происходило перемещение питательного вещества по склону в результате размыва почвы.

На содержание подвижного фосфора оказывали влияние предшественники в севооборотах и части склона. В среднем на верхней части склона количество оксида фосфора (P_2O_5) составляло 4,0 мг, на средней – 3,3 мг и на нижней – 5,5 мг в 100 г почвы. На нижней части склона наблюдалось увеличение подвижного фосфора, как и по нитратного азота.

Влияние предшественника и части склона на изменение содержания обменного калия зависит в основном от срока его определения. В верхней, средней и нижней частях склона по всем предшественникам севооборотов отмечалось среднее содержание оксида калия (K_2O) – 39,4; 35,9 и 54,0 мг в 100 г почвы. Увеличение количества обменного калия в почве на нижней части объясняется проявлением водной эрозии по всему склону.

В осенний период количество нитратного азота в почве под зерновыми культурами было значительно меньше, чем после посева, за счёт расхода питательного вещества на рост и развитие растений. На верхнем, среднем и нижнем элементах склона под чёрным паром содержание нитратов составляло 20,7; 19,0 и 21,0 мг в 100 г почвы. После уборки зерновых культур происходило накопление содержания нитратов в чёрном пару по сравнению с другим сроком определения в результате активного действия микробиологического процесса (нитрификация) в почве. В связи с оптимальными запасами продуктивной влаги в метровом слое почвы чёрного пара активно проходил процесс нитрификации.

Зависимость содержания подвижного фосфора в почве от влияния предшественников и элементов склона наблюдалась по всем культурам. В результате использования питательного вещества

на формирование зерна происходило снижение количества фосфора к концу вегетации культур. По всем зернопаровым севооборотам диапазон содержания оксида фосфора в 100 г почвы составлял от 3,2 до 3,9 мг на верхней, от 2,6 до 3,1 мг на средней и от 3,3 до 3,9 мг на нижней частях склона.

В конце вегетационного периода на всех частях склона содержание обменного калия существенно снизилось, что было связано с потерями в чёрном пару и с потреблением культурными растениями на формирование урожая. В среднем уровень питательного вещества по всем частям склона составлял от 14,7 до 35,3 мг в 100 г почвы. В чёрном пару без внесения минеральных удобрений наблюдалось снижение подвижного фосфора и обменного калия по всем частям склона. В результате хороших запасов продуктивной влаги в пахотном слое чёрного пара происходила миграция доступных форм фосфора и калия в нижние слои почвы.

Рассмотренные основные факторы приводят к изменению урожайности зерновых культур в четырёхпольных зернопаровых севооборотах на различных частях склона.

Наибольшая урожайность ячменя была отмечена на склоне в нижней и средней частях, кроме верхней, так как там после посева наблюдались самые низкие запасы продуктивной влаги и содержание нитратного азота в слое почвы 0–30; они составляли 14,5 мм и 9,7 мг в 100 г почвы. Выход зерна ячменя соответственно составил по фактическому и биологическому учётам 8,5 и 10,0 ц с 1 га (табл. 3).

На средней и нижней частях склона ячмень сформировал зернофуражное зерно при фактическом учёте 9,6 и 12,2 ц, при биологическом – 12,4 и 14,6 ц с 1 га. В среднем и нижнем элементах склона был отмечен низкий выход зерна у твёрдой пшеницы. По этим частям склона урожайность её при учёте комбайном составляла 7,6 и 6,8 ц, биологическом – 7,7 и 10,5 ц с 1 га. Продуктивность твёрдой пшеницы в верхней части склона была выше, чем в средней, и составила соответственно 9,2 и 9,7 ц с 1 га. Наибольший выход зерна мягкой пшеницы наблюдался на средней и нижней частях склона, составив при фактическом учёте 8,4 и 9,0 ц, при биологическом определении урожая – 11,5 и 14,2 ц с 1 га. Такая закономерность объясняется наибольшими запасами продуктивной влаги и питательных веществ. После посева и уборки на средней части склона они составляли соответственно 119,8 и 20,8 мм в метровом слое почвы. На нижнем элементе склона установлено в пахотном слое почвы 0–30 см наибольшее содержание оксида фосфора – 6,4 мг и калия – 65,0 мг в 100 г почвы. В среднем по всем частям склона продуктивность твёрдой пшеницы при учёте комбайном

3. Продуктивность зерновых культур в зависимости от части склона и чередования в четырёхпольном севообороте, ц с 1 га

Элемент склона	Культура и чередование в севообороте		
	твёрдая пшеница после чёрного пара по ячменю	мягкая пшеница после твёрдой по чёрному пару	ячмень после мягкой пшеницы по твёрдой
Верхняя часть	9,2*/9,7**	7,4/10,6	8,5/10,0
Средняя часть	7,6/7,7***	8,4/11,5	9,6/12,4
Нижняя часть	6,8/10,5	9,0/14,2	12,2/14,6
Среднее	7,9/9,3	8,3/12,1	10,1/12,3
НСР _{0,05}	3,0/3,6	2,0/4,6	4,7/5,7

Примечание: * фактический учёт продуктивности с помощью комбайна; ** биологический учёт урожайности с помощью ручного отбора снопов; *** наименьшая существенная разница урожайности при уровне значимости 0,05 равна 0,16.

составляла 7,9 ц, биологическом – 9,3 ц с 1 га, выход зерна мягкой пшеницы получен до 8,3 и 12,1 ц и уровень урожайности ячменя достиг до 10,1 и 12,3 ц с 1 га.

В результате математической обработки с помощью метода дисперсионного анализа однофакторного опыта видно, что наименьшая разница (НСР_{0,05} = 0,16) была несущественна между фактической и биологической урожайностью в варианте с посевом твёрдой пшеницы по сравнению с мягкой и ячменём на средней части склона. По остальным посевам зерновых культур склона наблюдалась существенная наименьшая разница урожайности. Это объясняется тем, что происходит влияние факторов на увеличение продуктивности мягкой пшеницы и ячменя за счёт своих биологических особенностей, которые проявляются по различным предшественникам севооборотов пахотного склона.

На основании исследования для сельскохозяйственного производства зерна рекомендуется на склоновых почвах возделывать пшеницу и ячмень в короткоротационных зернопаровых севооборотах на верхней (только с защитными буферными полосами), средней и нижней частях склона. Для увеличения кормового производства необходимо руководителям предприятий и фермерам применять посе́вы многолетних трав на верхней части склона.

Выводы. В целом за вегетационный период зерновых культур (май – август) температура воздуха составила 19,6 °С при норме 17,6 °С, осадков выпало 100 мм при среднемноголетнем показателе – 156 мм, количество суховейных дней составило 72 при норме 50. В связи с этим гидротермический коэффициент был равен 0,43 ед., что характеризует период вегетации полевых культур как очень засушливый. В результате погодные факторы за вегетационный период привели к снижению урожайности зерновых культур в зернопаровых севооборотах по всем частям склона.

Зимние, весенние влагозапасы и содержание элементов питания в нижней части склона в большей степени влияют на продуктивность зерновых культур. На нижней части склона по-

севы ячменя, благодаря своим биологическим особенностям (засухоустойчивость и способность сохранения максимального урожая зерна в засушливых условиях), сформировали наибольшую фактическую и биологическую урожайность до 12,2 и 14,6 ц с 1 га. Наименьший выход зерна отмечен у твёрдой пшеницы на нижней и средней частях склона, и уровень урожайности доходил при учёте комбайном до 6,8 ц и при биологическом – 7,7 ц с 1 га. Этот факт связан с потерями зерна при уборке, биологическими особенностями культуры и проявлением засухи, которая снижала продуктивность.

Наиболее благоприятные условия сложились для мягкой пшеницы на нижней части склона, и продуктивность при фактическом учёте составила 9,0 ц с 1 га, при биологическом – 14,2 ц с 1 га. Такая закономерность объясняется потреблением культурой для роста и развития оптимальных запасов продуктивной влаги 73,9 мм и питательных веществ 8,2 мг нитратов, 1,8 мг подвижного фосфора и 39,8 мг обменного калия в 100 г почвы.

Литература

1. Бискаев Н.К., Сахаров В.П. Практика освоения контурно-ландшафтного земледелия в Предуралье Оренбуржья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2004. № 3 (3). С. 16–21.
2. Абдрашитов Р.Х., Надточий М.М., Шапилова Н.А. Гидротермические и почвенные условия формирования урожайности в Оренбургском Зауралье // Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. № 10–2 (60). С. 344–351.
3. Крючков А.Г. Погодные факторы и их связи с фотосинтетическими показателями яровой твёрдой пшеницы в степи Оренбургского Зауралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 4 (60). С. 33–36.
4. Крючков А.Г. Азот и урожайность яровой твёрдой пшеницы в степной зоне Оренбургского Зауралья // Аграрная наука. 2016. № 8. С. 10–11.
5. Крючков А.Г. Роль фосфорного удобрения в формировании фотосинтетических показателей яровой твёрдой пшеницы в степи Оренбургского Зауралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (58). С. 15–18.
6. Крючков А.Г., Бесалиев И.Н., Панфилов А.Л. Динамика содержания подвижных элементов питания под посевами яровой мягкой пшеницы // Земледелие. 2012. №2. С. 15–17.

7. Бесалиев И.Н. Содержание и потребление фосфора и калия в почвах Оренбургского Зауралья в зависимости от агротехнических приёмов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 5 (67). С. 14–18.

8. Панфилов А.Л., Абдрашитов Р.Р. Влияние температуры и влажности почвы на количество всходов яровой мягкой пшеницы при выращивании на склоновых землях Оренбургского Приуралья // Бюллетень Оренбургского научного центра УРО РАН. 2019. № 4. С. 34.

9. Панфилов А.Л. Влияние элементов продуктивности колоса на урожайность яровой мягкой пшеницы на склоновых землях Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 5 (67). С. 26–31.

10. Мухитов Л.А., Панфилов А.Л., Самуилов Ф.Д. Водопотребление разных по биологическим особенностям сортов яровой мягкой пшеницы на склонах восточной и западной экспозиции в лесостепи Оренбургского Предуралья // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2008. Т. 3. № 1 (7). С. 154–161.

11. Самуилов Ф.Д., Мухитов Л.А. Водный режим и водопотребление сортов яровой мягкой пшеницы различных экологических групп в контрастных условиях водообеспеченности // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 5. С. 10–13.

12. Сравнительная продуктивность культур по пару в степной зоне Южного Урала / А.В. Кислов, А.В. Кашеев, В.Н. Диденко. [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 3 (41). С. 48–50.

13. Тишков Н.И., Тишков Д.Н. Период вегетации и урожайность сортов ячменя в степной зоне Южного Урала // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 5 (79). С. 89–93.

14. Бесалиев И.Н., Тишков Н.И. Особенности формирования продуктивности сортами ярового ячменя на фоне разных приёмов основной обработки почвы в Оренбургском Предуралье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 4 (66). С. 75–79.

Дмитрий Владимирович Митрофанов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник. ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук». Россия, 460051, г. Оренбург, пр-т Гагарина, 27/1, dvm.80@mail.ru

Dmitry V. Mitrofanov, Candidate of Agriculture, Leading Researcher. Federal Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences. 27/1, Gagarin Ave., Orenburg, 460051, Russia, dvm.80@mail.ru