

А. В. Парамонов, А. В. Федюшкин, О. А. Целуйко

Федеральный Ростовский аграрный научный центр, Рассвет, Российская Федерация

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ПРИАЗОВСКОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Цель: выявить влияние погодных факторов на урожайность и содержание белка в зерне ярового ячменя в условиях Приазовской зоны Ростовской области. **Материалы и методы:** исследования проводились в Аксайском районе Ростовской области на опытном поле ФГБНУ ФРАНЦ. Объекты исследований – урожайность и содержание белка в зерне ярового ячменя, возделываемого в звене севооборота горох – озимая пшеница – яровой ячмень. Закладка опытов, проведение учетов и математическая обработка полученных данных проводились согласно методике полевого опыта Б. А. Доспехова. Определение гидротермического коэффициента осуществлялось согласно методике Г. Т. Селянинова. **Результаты.** В результате проведения исследований установлено наличие сильной положительной связи между величиной получаемой урожайности и внесением удобрений. Коэффициент корреляции по годам исследований колебался в пределах 0,70–0,88. Установлено, что вне зависимости от влагообеспеченности посевы ярового ячменя формируют наибольшую урожайность при внесении полного минерального удобрения $N_{30}P_{60}K_{150}$. Максимальное содержание белка в зерне изучаемой культуры в острозасушливые годы формировалось при внесении $N_{30}P_{60}$ (в среднем составил 13,4 %), в засушливые в варианте N_{30} (11,9 %), а в слабозасушливые при использовании P_{60} (11,4 %). Проведенный корреляционно-регрессионный анализ показал наличие средней и сильной отрицательной связи между гидротермическим коэффициентом, суммой осадков в период вегетации и содержанием белка в зерне ячменя. **Выводы:** в условиях Приазовской зоны Ростовской области внесение удобрений помогает снижать негативное действие гидротермических условий вегетационного периода, что особенно актуально в годы с недостаточным количеством осадков и высокой температурой воздуха, и обеспечить формирование максимально возможного при данных условиях урожая. Для получения стабильных урожаев ярового ячменя необходимо вносить полное минеральное удобрение в дозе $N_{30}P_{60}K_{150}$.

Ключевые слова: гидротермический коэффициент; яровой ячмень; урожайность; содержание белка; минеральные удобрения.

A. V. Paramonov, A. V. Fedyushkin, O. A. Tseluyko

Federal Rostov Agricultural Research Centre, Rassvet, Russian Federation

METEOROLOGICAL EFFECT ON YIELD AND QUALITY OF SPRING BARLEY IN PRIAZOV ZONE IN ROSTOV REGION

Purpose: to identify the influence of weather factors on yield and protein content in spring barley grain under the conditions of Priazov zone of Rostov region. **Materials and methods:** the research was carried out in Aksay district Rostov region on the experimental field of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Rostov Agrarian Scientific Center”. The object of research is productivity and protein content in spring barley grain cultivated in the crop rotation peas – winter wheat – spring barley. The trial establishment, inven-



tory and mathematical processing of the obtained data were carried out according to the methodology of the field experiment by B. A. Dospekhov. The determination of the hydrothermal coefficient was carried out according to the method by G. T. Selyaninov. **Results.** As a result of the studies, a strong positive relationship between the value of the obtained yield and fertilizer application was found. The correlation coefficient for years of research ranged from 0.70 to 0.88. It has been found that, regardless of the moisture supply, spring barley seeding form the highest yield when full fertilizer $N_{30}P_{60}K_{150}$ is applied. The maximum protein content in the grain of the studied culture in hyperarid years was formed with the application of $N_{30}P_{60}$ (averaging 13.4 %), in dry years in variety N_{30} (11.9 %), and in slightly arid years with the application of P_{60} (11.4 %). The correlation and regression analysis showed the presence of an average and strong negative relationship between the hydrothermal coefficient, the total precipitation during the growing season and the protein content in barley grain. **Conclusions:** under the conditions of Priazov zone of Rostov region, the application of fertilizers helps to reduce the negative effect of the hydrothermal conditions of the growing season, which is especially important in years with insufficient rainfall and high air temperature and to ensure the formation of the maximum possible yield under the given conditions. To obtain stable yields of spring barley, it is necessary to apply full mineral fertilizer in a dose of $N_{30}P_{60}K_{150}$.

Key words: hydrothermal coefficient; spring barley; productivity; protein content mineral fertilizers.

Введение. В настоящее время уровень урожайности сельскохозяйственных культур обуславливается погодными условиями, типом почвы и хозяйственной деятельностью. Из рассмотренных факторов погодные условия занимают первое место и обеспечивают колебание урожаев по годам [1–3]. Обобщение результатов многолетних исследований показало, что на продуктивность зерновых и зернобобовых культур наибольшее влияние оказывают погодные условия, а затем по убыванию – минеральные удобрения и севооборот [4–8]. На территории Ростовской области выражена климатическая зональность с большим разнообразием гидротермических условий [9]. Поэтому для стабильности производства высококачественного зерна и эффективности агротехнических приемов важно учитывать особенности метеорологических условий для каждой природной зоны, причем погоде необходимо уделять не меньшее внимание, чем плодородию почвы.

Материалы и методы. Исследования проводили в ФГБНУ ФРАНЦ на полях с систематическим внесением удобрений. Объектами исследований были урожайность и содержание белка в зерне ярового ячменя, возделываемого в звене севооборота горох – озимая пшеница – яровой ячмень, а также дозы минеральных удобрений.

Почва опытного участка представлена черноземом обыкновенным, гранулометрический состав тяжелосуглинистый, местами легкоглинистый. Мощность гумусового горизонта – 75–100 см, содержание гумуса – 3,6–4,0 % [10]. Содержание валового азота – 0,22–0,24, общего фосфора – 0,17–0,18, калия – 2,3–2,4 %, минерального азота и подвижного фосфора – низкое, обменного калия – повышенное [11]. Климат зоны континентальный, умеренно жаркий.

Продолжительность теплого периода – 230–260 дней. Среднегодовое количество осадков составляет 500 мм. За теплый период их выпадает до 300 мм. Данное количество осадков в сочетании с частыми ветрами и высокими температурами способствует частым проявлениям как воздушной, так и почвенной засухи. Максимальный запас влаги отмечается рано весной [12].

Закладку опытов, проведение учетов проводили согласно методике полевого опыта [13]. Агротехника культуры – рекомендуемая в зоне. Метод размещения делянок систематический. Посевная площадь 52,5, учетная площадь 25 м². Повторность трехкратная.

Расчет гидротермического коэффициента (ГТК) осуществлялся по методике Г. Т. Селянинова [14].

Схема внесения удобрений: I – контроль, II – N₃₀, III – P₆₀, IV – K₁₅₀, V – N₃₀P₆₀, VI – N₃₀K₁₅₀, VII – P₃₀K₁₅₀, VIII – N₃₀P₆₀K₁₅₀.

Результаты и обсуждение. Одним из показателей, позволяющих определить обеспеченность растений влагой как в отдельный период жизни растений, так и за весь год, служит ГТК Г. Т. Селянинова.

По величине ГТК погодные условия в период вегетации в шести годах можно охарактеризовать как острозасушливые, в двух как засушливые и в двух как слабозасушливые. При этом количество осадков в острозасушливые годы (2007–2009, 2012–2014 гг.) в среднем составляло 133 мм, а в слабозасушливые в 3,3 раза больше – 296 мм. Средняя температура воздуха в период вегетации составляла 19,7–23,4 °С. Наиболее засушливым

был 2007 г. (таблица 1). В данном году за вегетационный период ячменя выпало 65 мм атмосферных осадков, а ГТК составил 0,2.

Таблица 1 – Гидротермические показатели вегетационного периода ярового ячменя

Показатель	Год исследования									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ГТК вегетационного периода	1,21	0,92	0,24	0,61	0,62	0,75	1,09	0,59	0,41	0,56
Сумма осадков, мм	309	233	65	152	167	221	284	150	113,3	152,1
Средняя температура воздуха, °С	19,9	19,7	21,2	19,7	21,1	23,4	19,7	21,6	21,2	20,2
Сумма активных температур, °С	2545	2523	2704	2511	2689	2928	2603	2549	2736	2730

В 2005, 2011 гг. (слабозасушливых) выпало наибольшее количество осадков, 309–284 мм, при среднемноголетнем значении 500 мм, это количество составило 61,8–56,8 % от многолетней нормы.

Главным показателем, характеризующим эффективность того или иного технологического приема возделывания сельскохозяйственной культуры, является ее урожайность. Во время проведения опытов средняя урожайность ячменя колебалась в широких пределах (таблица 2). При выращивании растений изучаемой культуры при естественном уровне плодородия сбор зерна с 1 га в острозасушливые и засушливые годы составлял в среднем 16,5–15,5 ц/га, а в слабозасушливые на 20,1–27,1 % больше.

Таблица 2 – Урожайность ярового ячменя

В ц/га

Вариант	Год исследования									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Контроль	14,1	17,4	12,1	30,9	31,2	12,5	25,2	14,0	5,4	6,9
N ₃₀	17,7	23,0	17,3	38,6	41,5	21,2	29,5	23,5	9,7	10,7
P ₆₀	14,8	19,5	15,0	36,9	38,5	17,9	32,1	23,7	9,0	11,0
K ₁₅₀	14,5	18,9	14,0	33,8	33,4	17,5	28,9	18,9	7,9	8,7
N ₃₀ P ₆₀	17,3	27,0	15,7	42,1	39,7	18,2	34,7	21,4	9,8	11,8
N ₃₀ K ₁₅₀	20,3	26,4	14,8	42,7	37,9	24,5	38,7	21,4	10,3	11,0
P ₆₀ K ₁₅₀	19,9	23,6	14,5	40,8	37,7	21,2	32,1	22,4	11,6	11,4
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₅₀	21,1	28,6	18,9	44,7	40,4	26,7	41,5	29,2	13,7	14,3
НСР ₀₅	2,4	2,0	2,3	5,3	5,1	5,3	3,6	5,0	2,6	2,2

Проведенный корреляционный анализ показал наличие сильной положительной связи между величиной получаемой урожайности и внесени-

ем удобрений. Коэффициент корреляции по годам исследований колебался в пределах 0,70–0,88. При этом вносимые туки достоверно увеличивали прибавку урожая во все годы исследований, кроме варианта с применением калийных удобрений в дозе 150 кг д. в., что, видимо, связано с дефицитом в почве доступных растениям форм азота и фосфора при избытке калия. Так, применение только азотных удобрений в дозе N_{30} вне зависимости от влагообеспеченности давало прибавку урожайности 43,9–47,3 %. В острозасушливые годы прибавка урожайности от совместного применения азотных и фосфорных, азотных и калийных, фосфорных и калийных удобрений имела статистически неразличимые значения. Внесение полного минерального удобрения в такие годы способствовало повышению урожайности в среднем на 10,4 ц/га. В засушливые и слабозасушливые годы данная тенденция сохранялась. Максимальная урожайность растений в зависимости от влагообеспеченности формировалась при внесении полного минерального удобрения.

Отмечено, что лучшие результаты по урожайности ярового ячменя по всем вариантам опыта были получены в 2009 и 2008 гг., ГТК вегетационного периода которых составил соответственно 0,62 и 0,61. Снижение данного показателя всего на 0,2 единицы в 2012 г. приводило к сокращению урожайности в 1,4–2,6 раза по вариантам опыта. Минимальная урожайность наблюдалась в 2013 г., в этот год ГТК вегетационного периода составил 0,41, и он характеризовался повышенными температурами при низком количестве осадков в период вегетации ярового ячменя. Проведенный анализ данных с помощью коэффициентов корреляции по изучаемым вариантам показал, что между урожайностью ярового ячменя, ГТК и суммой осадков при выращивании без удобрений и внесении азотных, фосфорных и калийных туков связь отсутствует, а между средней температурой и суммой активных температур связь слабая отрицательная (таблица 3).

В то же время при совместном внесении азотных и калийных удобре-

ний, а также полного минерального удобрения прослеживается слабая положительная связь между ГТК и суммой осадков, а средняя температура воздуха в период вегетации не оказывает влияния на урожайность. Следовательно, на урожайность ярового ячменя в годы с различными условиями вегетации растений оказывают существенное влияние совокупное воздействие изучаемых факторов и факторы, не включенные в данное исследование.

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции (r) между урожайностью ярового ячменя и гидротермическими показателями периода вегетации

Показатель	Вариант				
	контроль	N ₃₀	N ₃₀ P ₆₀	N ₃₀ K ₁₅₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₁₅₀
Урожайность, ц/га	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
ГТК вегетационного периода	0,27	0,17	0,26	0,38	0,31
Сумма осадков, мм	0,24	0,15	0,23	0,36	0,29
Средняя температура воздуха, °С	-0,35	-0,16	-0,35	-0,27	-0,23
Сумма активных температур, °С	-0,39	-0,33	-0,45	-0,36	-0,39

Зерно ярового ячменя является высокобелковым кормом, сбалансированным по аминокислотному составу, поэтому повышение содержания белка в зерне является важным фактором увеличения его кормовой и питательной ценности [4].

Изменение гидротермических условий приводило к существенному варьированию данного показателя (таблица 4). Так, максимальное содержание белка в зерне ярового ячменя в острозасушливые годы формировалось при совместном применении азотных и фосфорных удобрений в дозе N₃₀P₆₀ (в среднем составив 13,4 %), в засушливые при внесении только азотных удобрений в дозе N₃₀ (11,9 %), а в слабозасушливые при применении P₆₀ (11,4 %). При внесении полного минерального удобрения содержание белка в зерне ярового ячменя независимо от условий вегетации по годам исследований находилось на уровне контроля либо незначительно снижалось.

Проведенный корреляционный анализ показал наличие отрицательной слабой зависимости между содержанием белка, величиной ГТК и суммой выпавших осадков за период вегетации на контроле и отрицательной сред-

ней в большинстве вариантов с удобрениями (таблица 5), за исключением варианта с внесением 60 кг д. в. фосфора, в котором прослеживалась высокая отрицательная взаимосвязь (минус 0,76 и минус 0,78 соответственно). Влияния средней температуры воздуха, сумм активных температур и урожайности на содержание белка в зерне ярового ячменя не выявлено во всех вариантах опыта, кроме варианта с внесением полного минерального удобрения, в котором обнаружена средняя отрицательная связь ($r = -0,65$).

Таблица 4 – Содержание белка в зерне ярового ячменя

В %

Вариант	Год исследования									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Контроль	11,0	11,5	11,6	12,2	12,2	11,3	11,3	10,3	13,5	12,4
N ₃₀	11,2	12,1	12,0	12,2	13,9	11,7	9,5	12,9	13,7	13,1
P ₆₀	10,7	11,3	12,7	12,9	12,9	11,0	12,0	13,0	13,9	13,4
K ₁₅₀	10,7	11,4	12,0	12,1	12,5	11,0	11,0	13,1	13,8	13,5
N ₃₀ P ₆₀	10,8	11,7	12,4	14,0	13,5	10,7	11,5	14,2	13,4	12,9
N ₃₀ K ₁₅₀	10,7	11,3	12,0	11,0	13,5	10,6	11,5	12,6	13,1	12,7
P ₆₀ K ₁₅₀	11,1	11,7	11,9	13,8	14,1	11,8	11,2	11,1	13,5	13,1
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₅₀	10,7	11,5	11,7	11,0	11,4	10,7	10,7	11,8	13,5	12,9

Таблица 5 – Коэффициенты корреляции (r) между содержанием белка в зерне ярового ячменя и гидротермическими показателями периода вегетации

Показатель	Вариант				
	контроль	N ₃₀	P ₆₀	N ₃₀ K ₁₅₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₁₅₀
Содержание белка, %	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
ГТК вегетационного периода	-0,45	-0,66	-0,76	-0,57	-0,62
Сумма осадков, мм	-0,44	-0,66	-0,78	-0,58	-0,63
Средняя температура воздуха, °С	-0,11	0,27	-0,02	0,08	0,03
Сумма активных температур, °С	0,29	0,19	0,05	0,12	0,20
Урожайность, ц/га	-0,08	-0,08	0,01	-0,26	-0,65

Поскольку между качеством зерна, ГТК и суммой активных температур в вариантах с удобрениями прослеживается сильная и средняя отрицательная взаимосвязь, был проведен регрессионный анализ данных величин. Графики, построенные по уравнению регрессии между двумя переменными, показывают, что накопление белка в зерне ячменя при внесении 30 кг д. в. азота на 43,3 % зависит от величины ГТК и на 43,4 % от суммы осадков в период вегетации (рисунок 1).

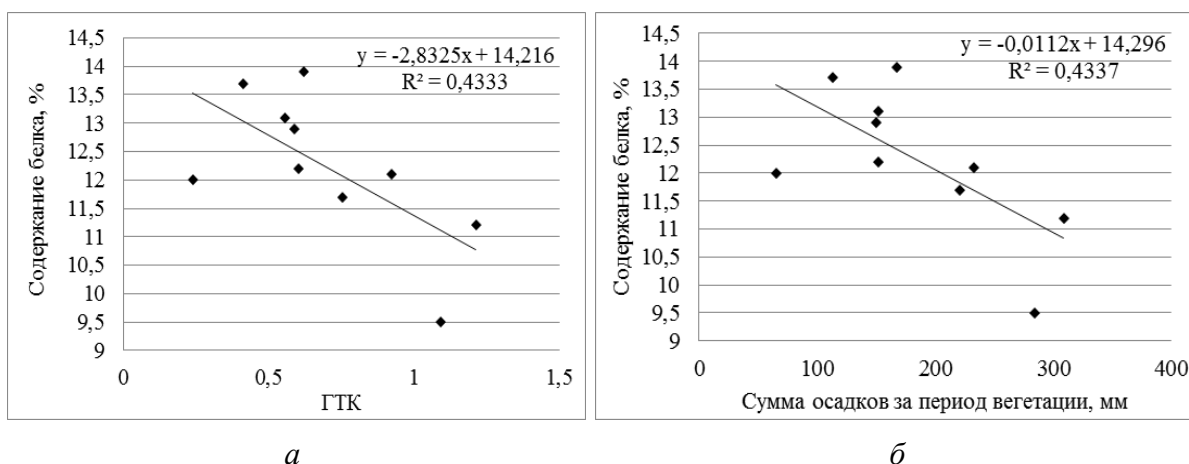


Рисунок 1 – Зависимость содержания белка в зерне ярового ячменя от гидротермического коэффициента (а) и суммы осадков, выпавших за период вегетации (б), вариант N₃₀

При внесении только фосфорных удобрений в дозе 60 кг д. в./га зависимость содержания белка в зерне ячменя от ГТК увеличивается до 58,1 %, из них 61,3 % приходится на сумму выпавших за вегетационный период осадков (рисунок 2).

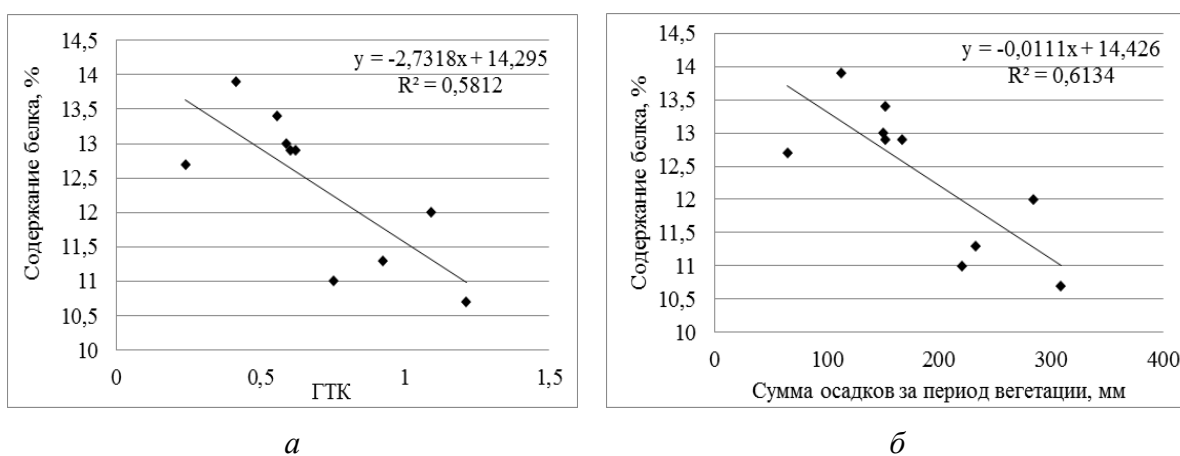


Рисунок 2 – Зависимость содержания белка в зерне ярового ячменя от гидротермического коэффициента (а) и суммы осадков, выпавших за период вегетации (б), вариант P₆₀

Применение полного минерального удобрения приводит к сокращению влияния ГТК и выпавших в период вегетации осадков до 39,1 и 39,9 % соответственно (рисунок 3), при этом значительно возрастает влияние урожайности ($R^2 = 0,425$).

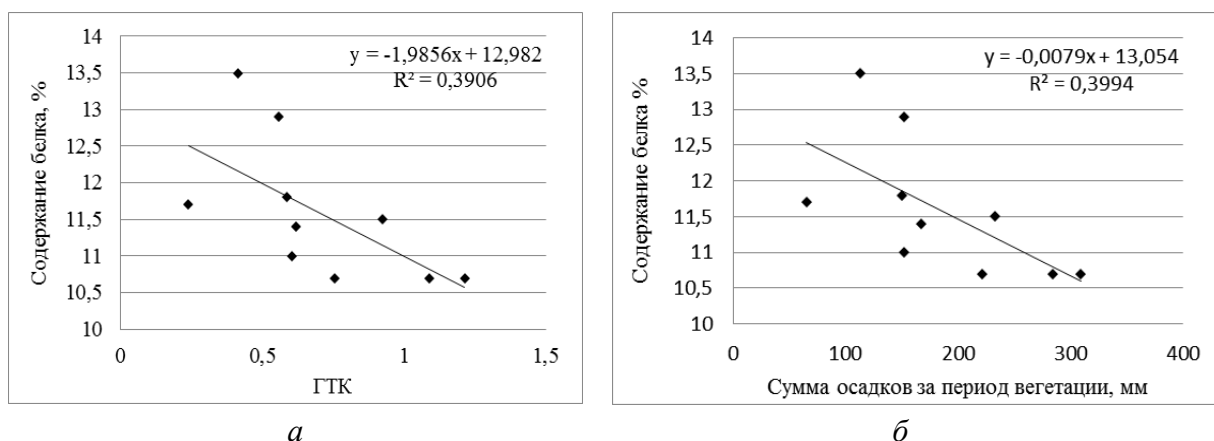


Рисунок 3 – Зависимость содержания белка в зерне ярового ячменя от гидротермического коэффициента (а) и суммы осадков, выпавших за период вегетации (б), вариант N₃₀P₆₀K₁₅₀

Выводы. Применение минеральных удобрений приводит к достоверному увеличению урожайности ярового ячменя, независимо от влагообеспеченности и температуры воздуха в период вегетации растений. При этом на урожайность ярового ячменя в годы с различными условиями вегетации растений оказывает влияние совокупное воздействие изучаемых факторов.

Внесение минеральных туков позволяет регулировать содержание белка в зерне ярового ячменя, снижая негативное действие гидротермических условий вегетационного периода. Наилучшие результаты получены при внесении полного минерального удобрения (N₃₀P₆₀K₁₅₀), при этом влияние ГТК и осадков, выпавших в период вегетации, снижалось до 48,6 и 51,1 % соответственно.

В условиях Приазовской зоны Ростовской области внесение удобрений помогает снижать негативное действие гидротермических условий вегетационного периода, что особенно актуально в годы с недостаточным количеством осадков и высокой температурой воздуха, и обеспечить формирование максимально возможного при данных условиях урожая. Для получения высоких урожаев ярового ячменя необходимо вносить полное минеральное удобрение в дозе N₃₀P₆₀K₁₅₀, что позволяет увеличить урожайность по сравнению с контролем на 49,6–143,3 %.

Список использованных источников

1 Завалин, А. А. Вклад факторов в формирование урожая и основных показателей качества яровых зерновых культур / А. А. Завалин, Е. Н. Пасынкова, А. В. Пасынков // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 1. – С. 8–10.

2 Гаевая, Э. А. Урожайность ярового ячменя в зависимости от погодных условий Ростовской области / Э. А. Гаевая // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 4(66). – С. 71–75.

3 Дериглазова, Г. М. Влияние природных и антропогенных факторов на урожай и качество зерна ярового ячменя / Г. М. Дериглазова // Земледелие. – 2012. – № 6. – С. 43–45.

4 Федюшкин, А. В. Влияние систематического внесения удобрений на урожайность и качество ярового ячменя / А. В. Федюшкин, А. В. Парамонов, В. И. Медведева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4(72). – С. 81–84.

5 Филенко, Г. А. Продуктивность сорта ярового ячменя Леон в зависимости от метеоусловий в южной зоне Ростовской области / Г. А. Филенко, С. А. Васильченко, Д. П. Донцов // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 1(49). – С. 43–49.

6 Hulsbergen, K. J. Rates of nitrogen application required to achieve maximum energy efficiency for various crops: results of a long-term experiment / K. J. Hulsbergen, B. Feil, W. Diepenbrock // Field Crops Research. – 2002. – Vol. 77, № 1. – P. 61–76. – DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(02\)00050-3](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(02)00050-3).

7 Yields of field crops and sod-podzolic soil fertility of West Ural depending on fertilizer system / A. Kosolapova, V. Yamaltdinova, E. Mitrofanova, D. Fomin, I. Teterlev // Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2016. – Vol. 22, № 3. – P. 381–385.

8 Щенникова, И. Н. Влияние погодных условий на рост и развитие растений ячменя в Кировской области / И. Н. Щенникова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2014. – № 4(41). – С. 9–12.

9 Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы / А. П. Авдеевко [и др.]. – Ростов н/Д., 2013. – Ч. 1. – 240 с.

10 Федюшкин, А. В. Влияние систематического применения минеральных удобрений на продуктивность зернотравяного севооборота / А. В. Федюшкин, А. В. Парамонов, В. И. Медведева // Бюллетень науки и практики. – 2018. – Т. 4, № 6. – С. 107–112. – DOI: [10.5281/zenodo.1289442](https://doi.org/10.5281/zenodo.1289442).

11 Целуйко, О. А. Влияние агроприемов на урожайность культур зернотравяных севооборотов / О. А. Целуйко, В. И. Медведева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 5(43). – С. 29–31.

12 Агроклиматические ресурсы Ростовской области / подгот. З. М. Русеева [и др.]. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 252 с.

13 Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования) / Б. А. Доспехов. – М.: Альянс, 2011. – 352 с.

14 Селянинов, Г. Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата / Г. Т. Селянинов. – М.: Гидрометеиздат, 1977. – 220 с.

References

1 Zavalin A.A., Pasyunkova E.N., Pasyunkov A.V., 2011. *Vklad faktorov v formirovanie urozhaya i osnovnykh pokazateley kachestva yarovykh zernovykh kul'tur* [Contribution of factors into yield formation and the basic quality indicators of spring cereals]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of Agro-Industrial Complex], no. 1, pp. 8-10. (In Russian).

2 Gaevaya E.A., 2017. *Urozhaynost' yarovogo yachmenya v zavisimosti ot pogodnykh*

usloviy Rostovskoy oblasti [Yield of spring barley depending on weather conditions in Rostov Region]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bull. of Orenburg State Agrarian University], no. 4(66), pp. 71-75. (In Russian).

3 Deriglazova G.M., 2012. *Vliyanie prirodnykh i antropogennykh faktorov na urozhay i kachestvo zerna yarovogo yachmenya* [Influence of natural and anthropogenic factors on yield and grain quality of spring barley]. *Zemledelie* [Agriculture], no. 6, pp. 43-45. (In Russian).

4 Fedyushkin A.V., Paramonov A.V., Medvedeva V.I., 2018. *Vliyanie sistematicheskogo vneseniya udobreniy na urozhaynost' i kachestvo yarovogo yachmenya* [Influence of systematic fertilization application on productivity and quality of spring barley]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bull. of Orenburg State Agrarian University], no. 4(72), pp. 81-84. (In Russian).

5 Filenko G.A., Vasil'chenko S.A., Dontsov D.P., 2017. *Produktivnost' sorta yarovogo yachmenya Leon v zavisimosti ot meteousloviy v yuzhnoy zone Rostovskoy oblasti* [Productivity of the spring barley variety Leon depending on weather conditions in the southern zone of Rostov region]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* [Grain Economy of Russia], no. 1(49), pp. 43-49. (In Russian).

6 Hulsbergen K.J., Feil B., Diepenbrock W., 2002. Rates of nitrogen application required to achieve maximum energy efficiency for various crops: results of a long-term experiment. *Field Crops Research*, vol. 77, no. 1, pp. 61-76, DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(02\)00050-3](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(02)00050-3).

7 Kosolapova A., Yamaltdinova V., Mitrofanova E., Fomin D., Teterlev I., 2016. Yields of field crops and sod-podzolic soil fertility of West Ural depending on fertilizer system. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, vol. 22, no. 3, pp. 381-385.

8 Schennikova I.N., 2014. *Vliyanie pogodnykh usloviy na rost i razvitie rasteniy yachmenya v Kirovskoy oblasti* [Influence of weather conditions on growth and development of barley plants in Kirov region]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural Science of the European-North-East], no. 4(41), pp. 9-12. (In Russian).

9 Avdeenko A.P. [et al.], 2013. *Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoy oblasti na 2013–2020 gody* [Zonal Farming Systems of Rostov Region (for the period 2013–2020)]. Rostov-on-Don, pt. 1, 240 p. (In Russian).

10 Fedyushkin A.V., Paramonov A.V., Medvedeva V.I., 2018. *Vliyanie sistematicheskogo primeneniya mineral'nykh udobreniy na produktivnost' zernotravyanogo sevooborota* [Influence of Systematic Application of Inorganic Fertilizers on the Ley Farming Efficiency]. *Byulleten' nauki i praktiki* [Bull. of Science and Practice], vol. 4, no. 6, pp. 107-112, DOI: [10.5281/zenodo.1289442](https://doi.org/10.5281/zenodo.1289442). (In Russian).

11 Tseluyko O.A., Medvedeva V.I., 2013. *Vliyanie agropriemov na urozhaynost' kul'tur zernotravyanykh sevooborotov* [Influence of agricultural practices on the Ley farming efficiency]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bull. of Orenburg State Agrarian University], no. 5(43), pp. 29-31. (In Russian).

12 Ruseeva Z.M. [et al.], 1972. *Agroklimaticheskie resursy Rostovskoy oblasti* [Agroclimatic Resources of Rostov Region]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 252 p. (In Russian).

13 Dospekhov B.A., 2011. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniya)* [Methodology of Field Experience (with the Basics of Statistical Processing of Research Results)]. Moscow, Alliance Publ., 352 p. (In Russian).

14 Selyaninov G.T., 1977. *Metodika sel'skokhozyaystvennoy kharakteristiki klimata* [Methods of Agricultural Climate Characteristics]. Moscow, Gidrometeoizdat Publ., 220 p. (In Russian).

Парамонов Александр Владимирович

Ученая степень: кандидат сельскохозяйственных наук

Должность: старший научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»

Адрес организации: ул. Институтская, 1, пос. Рассвет, Аксайский район, Ростовская область, Российская Федерация, 346735

E-mail: alexandr191914@mail.ru

Paramonov Aleksandr Vladimirovich

Degree: Candidate of Agricultural Sciences

Position: Senior Researcher

Affiliation: Federal Rostov Agricultural Research Centre

Affiliation address: st. Institutskaya, 1, Rassvet, Aksay district, Rostov region, Russian Federation, 346735

E-mail: alexandr191914@mail.ru

Федюшкин Андрей Владимирович

Ученая степень: кандидат сельскохозяйственных наук

Должность: старший научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»

Адрес организации: ул. Институтская, 1, пос. Рассвет, Аксайский район, Ростовская область, Российская Федерация, 346735

E-mail: andrey.v.f@yandex.ru

Fedyushkin Andrey Vladimirovich

Degree: Candidate of Agricultural Sciences

Position: Senior Researcher

Affiliation: Federal Rostov Agricultural Research Centre

Affiliation address: st. Institutskaya, 1, Rassvet, Aksay district, Rostov region, Russian Federation, 346735

E-mail: andrey.v.f@yandex.ru

Целуйко Оксана Анатольевна

Ученая степень: кандидат сельскохозяйственных наук

Ученое звание: доцент

Должность: ученый секретарь, старший научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»

Адрес организации: ул. Институтская, 1, пос. Рассвет, Аксайский район, Ростовская область, Российская Федерация, 346735

E-mail: dzni@mail.ru

Tseluyko Oksana Anatolyevna

Degree: Candidate of Agricultural Sciences

Title: Associate Professor

Position: Scientific Secretary, Senior Researcher

Affiliation: Federal Rostov Agricultural Research Centre

Affiliation address: st. Institutskaya, 1, Rassvet, Aksay district, Rostov region, Russian Federation, 346735

E-mail: dzni@mail.ru