

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, МЕЛИОРАЦИЯ /
AGRICULTURE, AGROCHEMISTRY, LAND IMPROVEMENT<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.6.852-859>

УДК 633.16:631.52 (571.12)

Урожайность ярового ячменя в зависимости от гидротермических условий вегетации в условиях Среднего Предуралья© 2022. Д. С. Фомин¹, Н. Н. Яркова², С. С. Полякова^{1,2} ✉¹Пермский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБУН Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, с. Лобаново, Пермский край, Российская Федерация,²ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет», г. Пермь, Российская Федерация

Цель исследований – изучить в условиях Среднего Предуралья влияние гидротермических условий вегетации 2011-2022 гг. на урожайность ярового ячменя сорта Родник Прикамья. Ячмень возделывали в традиционном полевом зерноотраважнопаровом севопольном севообороте на двух фонах минерального питания (без удобрений, N₆₀P₃₀K₆₀). В условиях длительного стационарного опыта проанализировано влияние на урожайность ячменя показателей влаго- и теплообеспеченности вегетационных периодов (температуры воздуха, суммы осадков, гидротермического коэффициента Г. Т. Селянинова) и минеральных удобрений. Проведенный анализ доказывает достоверность связи, а уравнения регрессии для криволинейной зависимости позволяют прогнозировать урожайность ярового ячменя по обоим фонам минерального питания в типичных для Среднего Предуралья почвенно-климатических условиях. Для варианта с внесением минерального питания, с точностью прогнозирования 84,56 %: $Y = -1,22163X^2 + 0,69X + 4,01388626$, где Y – прогнозируемая урожайность, т/га, X – гидротермический коэффициент мая. Для варианта без внесения минеральных удобрений: $Y = -0,080X^2 + 0,5844X + 2,5506$, где Y – прогнозируемая урожайность, т/га, X – гидротермический коэффициент июня. Точность прогнозирования урожайности ярового ячменя по гидротермическому коэффициенту июня месяца составляет 77,89 %.

Ключевые слова: сорт Родник Прикамья, минеральные удобрения, погодно-климатические условия, корреляция**Благодарности:** работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБУН Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (темы № АААА-А19-119032190059-8 и 122032200247-7).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.**Для цитирования:** Фомин Д. С., Яркова Н. Н., Полякова С. С. Урожайность ярового ячменя в зависимости от гидротермических условий в условиях Среднего Предуралья. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022;23(6):852-859. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.6.852-859>

Поступила: 07.11.2022

Принята к публикации: 01.12.2022

Опубликована онлайн: 16.12.2022

The yield of spring barley depending on the hydrothermal conditions of vegetation in the conditions of the Middle Trans-Urals© 2022. Denis S. Fomin¹, Nadezhda N. Yarkova², Sofia S. Polyakova^{1,2} ✉¹Perm Agricultural Research Institute, Perm Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Lobanovo, Perm Krai, Russian Federation,²Perm State Agro-Technological University, Perm, Russian Federation

The purpose of the research is to study the influence of hydrothermal conditions of vegetation of 2011-2022 on the yield of spring barley of the Rodnik Prikamya variety in the conditions of the Middle Trans-Urals. Barley was cultivated in a traditional field grain-grassfallow seven-field crop rotation against two backgrounds of mineral nutrition (without fertilizers, N₆₀P₃₀K₆₀). In the conditions of a long stationary experiment, the influence of indicators of moisture and heat supply of vegetation periods (air temperature, precipitation amount, G. T. Selyaninov hydrothermal coefficient) and mineral fertilizers on barley yield was analyzed. The analysis proves the reliability of the relationship, and the regression equations for the curvilinear dependence make it possible to predict the yield of spring barley for both backgrounds of mineral nutrition in typical soil and climatic conditions for the Middle Trans-Urals. For the variant with the introduction of mineral nutrition, with a prediction accuracy of 84.56 %: $Y = -1.22163X^2 + 0.69X + 4.01388626$, where Y is the predicted yield, t/ha, X is the hydrothermal coefficient of May. For the variant

without mineral fertilizers: $Y = -0.080X^2 + 0.5844X + 2.5506$, where Y is the predicted yield, t/ha, X is the hydrothermal coefficient of June. The accuracy of forecasting the yield of spring barley by the hydrothermal coefficient of June is 77.89 %.

Keywords: *Rodnik Prikamjya variety, mineral fertilizers, weather and climatic conditions, correlation*

Acknowledgements: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Perm Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (topic No. AAAA19-119032190059-8 and 122032200247-7).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors stated that there was no conflict of interest.

For citation: Fomin D. S., Yarkova N. N., Polyakova S. S. Yield of spring barley depending on the hydrothermal conditions of vegetation in the conditions of the Middle Trans-Urals. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2022;23(6):852-859. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.6.852-859>

Received: 07.11.2022

Accepted for publication: 01.12.2022

Published online: 16.12.2022

Ранее проведёнными исследованиями установлено, что неблагоприятные природные условия приводят к снижению продуктивности зернофуражных культур, в частности ярового ячменя. Задача повышения продуктивности ячменя – одна из приоритетных в Пермском крае ввиду развитой отрасли животноводства и необходимости получения высокобелковых зернофуражных кормов [1, 2, 3, 4, 5].

Валовой сбор ярового ячменя на территории Пермского края не превышает 0,5 % от общероссийских объемов производства. Министерством агропромышленного комплекса Пермского края поставлена задача к 2024 г. довести производство ячменя до 137,9 тыс. тонн, при средних значениях за 2018-2022 гг. 102,8 тыс. тонн и урожайности 1,74 т/га, площади возделывания – 60453 га, отмечается нестабильность валовых сборов и урожайности данной культуры, что не позволяет достигнуть запланированных показателей¹. Поставленную задачу планируется осуществить путем вовлечения в оборот новых земель, использования современных сортов, возделывания культуры в севооборотах с применением удобрений и т. д. Помимо этого, очень важно учитывать особенности влияния погодных факторов на продуктивность ячменя для достижения эффективности его возделывания [5, 6, 7, 8, 9].

Гидротермический коэффициент (ГТК) Г. Т. Селянинова² является одним из наиболее часто используемых показателей в агрометеорологии, в том числе для оценки потенциала возделываемых сельскохозяйственных культур. Ячмень – засухоустойчивая культура, однако на фоне минеральных удобрений он

в разной степени реагирует на влагообеспеченность и температурные показатели вегетации [10].

Цель исследований – изучение влияния гидротермических условий на урожайность ярового ячменя на разных фонах минерального питания в длительном стационарном опыте в условиях Среднего Предуралья.

Новизна исследований. Проведен статистический анализ данных за двенадцать лет исследований, выявлены зависимости урожайности ярового ячменя от гидротермических условий вегетации по двум фонам минерального питания.

Материал и методы. Исследования проводили в 2011-2022 гг. на центральном опытном поле Пермского НИИСХ – филиала Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук в длительном стационарном опыте.

Объект исследований – яровой ячмень Родник Прикамья, возделываемый в традиционном для Среднего Предуралья полевом зернотравянопаровом семипольном севообороте со следующим чередованием культур: чистый пар (+ навоз в дозе 42 т/га) – озимая рожь – яровая пшеница с подсевом клевера – клевер 1 года пользования – клевер 2 года пользования – яровой ячмень – овёс.

В опыте были изучены варианты:

1. Без удобрений (контроль).
2. $N_{60}P_{30}K_{60}$.

Доза внесения фосфора обосновывается высоким содержанием подвижного фосфора в почве.

¹Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.
URL: <https://mcx.gov.ru> (дата обращения: 10.10.2022).

²Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата. Труды по сельскохозяйственной метеорологии. 1928;(20):165-177.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая тяжелосуглинистая. Агрохимические показатели почвы перед проведением опыта в 2010 году: $pH_{\text{сол.}}$ – 4,8; содержание органического вещества (ГОСТ 26213-91) – 2,5 %, подвижного фосфора – 351,0 мг/кг почвы, подвижного калия – 188,4 мг/кг почвы.

Агротехника в опыте общепринятая для яровых зерновых культур в Пермском крае. Обработка почвы включала зяблевую вспашку, ранневесеннее боронование, предпосевную культивацию с боронованием в два следа при физической спелости почвы. Удобрения вносили согласно схеме опыта. Посев проводили в течение суток после предпосевной культивации рядовым способом сеялкой СЗ-3,6 (в 2011-2020 гг.) и Amazone D9-4000 (2021, 2022 гг.) кондиционными семенами районированного с 2010 года для Пермского края сорта Родник Прикамья в течение всего периода исследований. Норма высева 5,5 млн всх. семян/га. Уход за посевами состоял из однократной обработки посевов гербицидом Гербитокс, ВРК (1 л/га) в фазе кущения. Учет урожайности проводили прямым комбайнированием комбайном Sampo SR 2010 в фазе твердой спелости.

Опыт ведётся в соответствии с методикой опытного дела. Учетная площадь делянки 75 м². Повторность трехкратная. Математическую обработку данных с использованием дисперсионного и корреляционного анализов проводили по Б. А. Доспехову³.

Оценку условий увлажнения и расчет суммы положительных температур проводили по данным, полученным на метеостанции г. Перми. ГТК рассчитывали по Г. Т. Селянинову⁴.

Результаты и их обсуждение.

В результате исследований, проведенных в 2011-2022 гг., отмечено, что метеорологические условия значительно различались по годам (табл. 1).

³Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М., 2012. 352 с.

⁴Селянинов Г. Т. Указ. соч.

Таблица 1 – Метеорологические условия за период вегетации и урожайность ярового ячменя сорта Родник Прикамья /
Table 1 – Meteorological conditions during the growing season and the yield of spring barley Rodnik Prikam'ya

Год / Year	Сумма осадков, мм / Precipitation amount, mm	Сумма эффективных температур, °С / Sum of effective temperatures, °C	ГТК / Hydrothermal coefficient					Урожайность, т/га / Productivity, t/ha		
			май / may	июнь / june	июль / july	август / august	среднее / average	0	NPK	среднее / average
2011	307,2	2060,3	1,11	2,71	1,07	0,38	1,49	2,91	3,64	3,28
2012	331,1	2212,6	1,37	1,74	1,27	1,27	1,50	2,96	3,12	3,04
2013	268,8	2136,9	0,94	0,75	1,32	1,37	1,26	3,43	3,91	3,67
2014	259,0	1892,9	0,34	1,82	2,19	1,04	1,37	4,24	3,95	4,10
2015	380,6	2024,3	0,92	1,07	2,64	4,27	1,88	2,32	3,22	2,77
2016	190,0	2247,9	0,05	2,02	0,27	0,58	0,85	2,06	1,97	2,02
2017	417,6	1775,2	0,52	2,86	3,77	1,29	2,35	2,53	1,53	2,03
2018	237,1	1883,1	1,00	1,93	0,74	1,70	1,26	3,70	3,94	3,82
2019	490,7	1846,8	1,39	1,67	2,73	5,70	2,66	1,68	2,35	2,02
2020	276,3	2040,9	2,00	2,20	0,60	1,43	1,35	4,26	4,36	4,31
2021	303,2	2237,6	0,46	1,14	2,51	0,42	1,36	1,47	1,28	1,38
2022	131,0	1869,0	2,11	1,54	0,13	0,20	1,49	1,98	2,80	2,39
Среднее / Average	299,4	2019,0	1,02	1,79	1,60	1,64	-	2,80	3,02	2,91

По данным Гидрометцентра установлено, что засушливыми погодными условиями характеризовались 2013, 2014, 2016, 2018, 2020 и 2022 гг.: сумма осадков варьировала от 131 до 268,8 мм за вегетационный период культуры при среднемноголетних значениях 286 мм. Избыточным увлажнением отличались 2015, 2017 и 2019 гг.: сумма осадков изменялась от 380,6 до 490,7 мм. Оптимальные годы по количеству осадков – 2011, 2012, 2021 гг., с суммой осадков 307,2 мм, 331,1 и 299,4 мм соответственно.

Температурный режим в годы исследований также значительно различался в период вегетации ячменя, сумма эффективных температур изменялась от 1775 до 2247 °С, при среднемноголетних – 1800 °С.

Величины ГТК Селянинова за вегетационные периоды 2011-2022 гг. существенно различались, что позволило выявить влияние количества осадков и температуры на урожайность ярового ячменя. Отмечено, что лишь 2016 г. – засушливый (ГТК = 0,85), слабо засушливые – 2013 и 2018 год (ГТК = 1,26), влажные – 2011, 2012, 2014, 2020-2022 гг. (ГТК = 1,35-1,50) и избыточно влажные – 2015, 2017, 2019 гг. (ГТК = 1,88-2,66). Таким образом, засушливые и слабозасушливые условия наблюдались только в 25 % рассматриваемого периода (2011-2022 гг.).

Урожайность – основной показатель для оценки продуктивности возделываемой культуры. Урожайность ярового ячменя в среднем

за 2011-2022 гг. в контрольном варианте была существенно ниже (на 0,22 т/га, или 7,4 %), чем в варианте с применением минеральных удобрений (2,80 т/га и 3,02 т/га соответственно, при НСР₀₅ = 0,20 т/га). Наименьшая урожайность ярового ячменя при внесении удобрений была выявлена в 2016, 2017 и 2021 гг., когда в мае наблюдался резкий дефицит увлажнения.

Стоит отметить, что в 2014 г. май характеризовался как недостаточно увлажнённый, однако осадки в первой декаде мая позволили получить высокие урожаи, и в целом период вегетации проходил в достаточно увлажнённых условиях (табл. 2). Результаты полевого опыта показали, что урожайность в годы исследований значительно изменялась (1,38...4,31 т/га) в зависимости от погодных условий.

С целью анализа зависимостей было рассчитано корреляционное отношение урожайности ярового ячменя от метеоусловий вегетационного периода на разных фонах минерального питания (табл. 3).

В результате корреляционного анализа была выявлена криволинейная зависимость урожайности ярового ячменя от обеспеченности вегетационного периода влагой, суммой эффективных температур, значений гидротермического коэффициента.

Корреляционная связь урожайности (средней по вариантам) и гидротермических условий за 12 лет исследований представлена на рисунке.

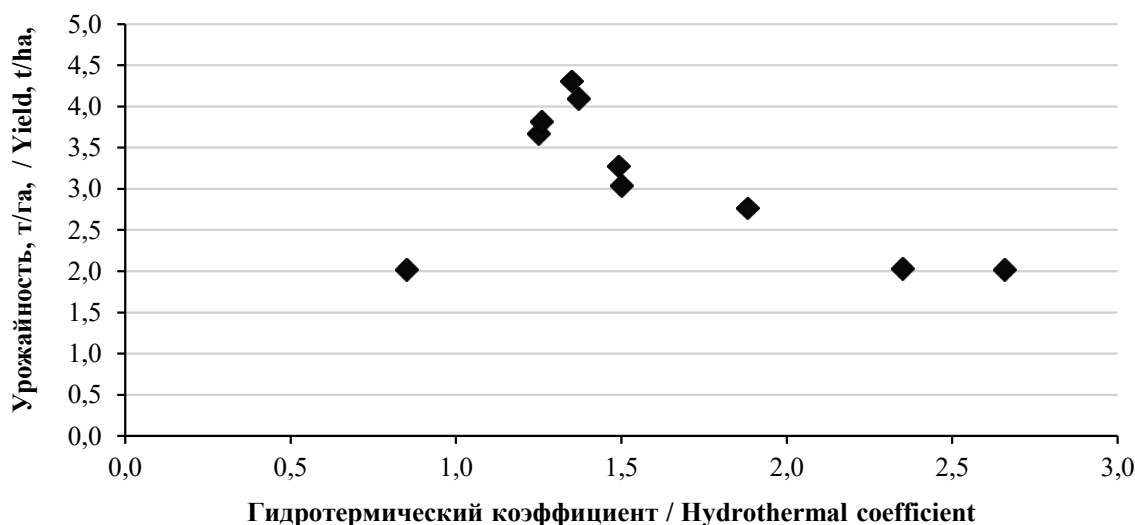


Рис. Корреляционная связь урожайности ярового ячменя сорта Родник Прикамья и ГТК (2011-2022 гг.) /
Fig. Correlation of the yield of spring barley Rodnik Prikamjya and hydrothermal coefficient (2011-2022)

Таблица 2 – Гидротермический коэффициент по декадам вегетации ярового ячменя сорта Родник Прикамья /
Table 2 – Hydrothermal coefficient by decades of the growing season of spring barley Rodnik Prikamya

Год / Year	Месяц, декада / Month, decade											
	май / may			июнь / june			июль / july			август / august		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2011	0,16	1,26	1,67	4,38	5,34	0,11	0,30	3,17	0,36	0,16	0,27	1,11
2012	2,86	0,52	1,69	1,97	2,12	1,14	0,65	1,64	1,48	0,42	2,16	1,49
2013	8,51	1,53	0,09	2,66	0,13	0,07	1,83	1,10	1,02	1,01	0,92	2,22
2014	1,04	0,08	0,37	1,95	2,96	0,77	3,56	1,47	1,12	0,02	1,37	1,90
2015	0,42	0,81	1,14	1,19	1,00	1,05	2,40	2,78	2,68	3,50	6,53	0,65
2016	0,10	0,07	0,03	2,77	0,01	3,81	0,01	0,67	0,15	0,34	0,05	1,53
2017	0,39	0,02	1,14	3,77	2,05	3,17	5,87	1,75	4,17	0,90	2,43	0,75
2018	0,00	1,51	0,48	1,18	2,33	1,93	0,66	0,84	0,72	3,07	0,86	1,06
2019	1,78	0,90	1,43	1,52	0,87	2,41	4,16	2,00	2,20	6,08	5,34	5,83
2020	0,07	0,49	4,51	0,02	3,52	4,05	0,11	0,60	1,08	0,90	4,04	0,22
2021	0,61	0,00	0,99	0,01	1,13	1,91	2,93	2,07	4,35	1,10	0,00	0,20
2022	0,74	2,00	3,26	1,81	1,56	1,18	0,31	0,09	0,01	0,38	0,18	0,04
Среднее / Average	1,39	0,77	1,40	1,94	1,92	1,80	1,90	1,52	1,61	1,49	2,01	1,42

Таблица 3 – Корреляционное отношение между урожайностью зерна ярового ячменя сорта Родник Прикамья и метеорологическими показателями (2011-2022 гг.) /
Table 3 – Correlation of the yield of spring barley Rodnik Prikamya and meteorological indicators (2011-2022)

Показатель / Indicator	Фон питания / Nutrition background	Период вегетации / Growing period					
		май / may	июнь / june	июль / july	август / august	среднее / average	
Сумма эффективных температур, °C / Sum of effective temperatures, °C	0	0,82	0,67	0,70	0,66	0,71	0,71
	NPK	0,63	0,62	0,71	0,57*	0,63	0,63
	Среднее / Average	0,73	0,65	0,71	0,62	0,68	0,68
Сумма осадков, мм / Precipitation amount, mm	0	0,62	0,82	0,90	0,83	0,79	0,79
	NPK	0,72	0,73	0,95	0,74	0,79	0,79
	Среднее / Average	0,67	0,78	0,93	0,79	0,78	0,78
ГТК / Hydrothermal coefficient	0	0,52*	0,77	0,93	0,88	0,78	0,78
	NPK	0,82	0,64*	0,86	0,79	0,78	0,78
	Среднее / Average	0,67	0,71	0,90	0,84	0,71	0,71

* При $t_{0,95} = 2,23$ и $t_{0,99} = 3,17$ связь на обоих уровнях достоверной вероятности не достоверна / At $t_{0,95} = 2,23$ and $t_{0,99} = 3,17$, the relationship at both confidence levels is not reliable

Сильная связь урожайности ярового ячменя с суммой эффективных температур (0,71) наблюдалась в варианте без применения удобрений за весь вегетационный период, в варианте с внесением удобрений – лишь в июле.

Гидротермический коэффициент, отражающий соотношение тепла и осадков, может дать более точный прогноз урожайности возделываемой культуры. Так, установлена сильная связь урожайности ярового ячменя с ГТК мая в варианте с внесением минеральных удобрений (0,82), однако в контрольном варианте достоверность такого влияния не доказана. С показателем ГТК июня урожайность ячменя тесно связана только в варианте без удобрений, при внесении NPK эта взаимосвязь становится незначимой.

Влияние ГТК за весь период вегетации ярового ячменя на урожайность по двум фонов минерального питания сильное, поэтому необходимость выявления влияния ГТК по декадам на урожайность ярового ячменя является актуальным вопросом, т. к. в различных метеорологических условиях показатель варьируется от 1,47 до 4,26 т/га по фону без минерального питания и от 1,28 до 4,36 т/га по комплексному фону минерального питания при прочих равных условиях.

Для более полного анализа зависимости урожайности зерна ярового ячменя от гидротермического коэффициента был произведён расчет корреляционного отношения по декадам (табл. 4).

Таблица 4 – Корреляционное отношение между урожайностью зерна ярового ячменя сорта Родник Прикамья и гидротермическим коэффициентом по декадам вегетации (2011-2022 гг.) /

Table 4 – Correlation of the yield of spring barley Rodnik Prikamjya and hydrothermal coefficient by decades of vegetation (2011-2022)

Фон минерального питания / Mineral nutrition background	Месяц / Декада / Month / Decade											
	Май / May			Июнь / June			Июль / July			Август / August		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	0,77	0,68	0,74	0,57*	0,87	0,48*	0,45*	0,74	0,88	0,72	0,83	0,58
NPK	0,72	0,82	0,83	0,41*	0,76	0,61*	0,56*	0,73	0,95	0,56	0,74	0,56
Среднее / Average	0,75	0,75	0,79	0,49*	0,82	0,55*	0,51*	0,74	0,92	0,64	0,79	0,57

*При $t_{0,95} = 2,23$ и $t_{0,99} = 3,17$ связь на обоих уровнях доверительной вероятности не достоверна /

*At $t_{0,95} = 2.23$ and $t_{0,99} = 3.17$, the relationship at both confidence levels is not reliable

Стоит отметить, что внесение минеральных удобрений благоприятно сказалось на фазах развития культуры – кущение и выход в трубку, как основополагающих в формировании урожайности. Установлено, что в варианте без внесения удобрения эти фазы проходили с отставанием в 2-3 недели, на что указывает корреляционное отношение между урожайностью и ГТК. Максимальные значения в контрольном варианте были выявлены в третьей декаде мая, а с удобрениями – во второй и третьей декадах мая.

В связи с тем, что проведенный анализ выявил сильную и достоверную связь, было составлено два уравнения регрессии для криволинейной зависимости, благодаря которым можно прогнозировать урожайность ярового ячменя сорта Родник Прикамья по обоим фонов минерального питания в типичных для Среднего Предуралья почвенно-климатических условиях.

Для варианта с внесением минеральных удобрений (на основе метеорологических условий мая):

$$Y = -1,22163X^2 + 0,69X + 4,01388626,$$

где Y – прогнозируемая урожайность, т/га,
 X – гидротермический коэффициент мая.

Точность прогнозирования урожайности ярового ячменя по гидротермическому коэффициенту мая составляет 84,56 %.

Для контрольного варианта без удобрений (на основе метеорологических условий июня):

$$Y = -0,080X^2 + 0,5844X + 2,5506,$$

где X – гидротермический коэффициент июня.

Точность прогнозирования урожайности ярового ячменя по гидротермическому коэффициенту июня составляет 77,89 %.

Поиск взаимосвязей между признаками и урожайностью усложняется неустойчивостью метеорологических показателей в течение вегетационного периода и по годам. В зависимости от условий вегетации на уро-

жайность ярового ячменя будут влиять различные лимитирующие факторы и свойства культуры. Возможно, что для уточнения уравнений регрессии необходимо проанализировать более длительный временной период, однако полученные уравнения уже позволяют делать относительно точные прогнозы по урожайности ярового ячменя сорта Родник Прикамья на типичных дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах Среднего Предуралья как с учётом внесения минеральных удобрений, так и без их внесения, основываясь на погодных условиях начала вегетационного периода.

Выводы. Таким образом, корреляционный анализ данных за 12-летний период исследований выявил сильную связь (0,78) между урожайностью ярового ячменя сорта Родник Прикамья, возделываемого на типичных для Среднего Предуралья дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах в традиционном

полевом зернотравянопаром семипольном севообороте на двух фонах минерального питания, и погодными условиями вегетации.

Проведённый анализ доказывает достоверность связи, а уравнения регрессии для криволинейной зависимости позволяют прогнозировать урожайность ярового ячменя по обоим фонам минерального питания в типичных для Среднего Предуралья почвенно-климатических условиях. Для варианта с внесением минеральных удобрений точность прогнозирования урожайности ярового ячменя по гидротермическому коэффициенту мая составила 84,56 %, для варианта без внесения минеральных удобрений по ГТК июня – 77,89 %.

Уравнения регрессии позволяют с высокой точностью прогнозировать урожайность ячменя, основываясь на гидротермических условиях возделывания культуры в начале вегетационного периода.

Список литературы

1. Бессонова Л. В., Вяткина Р. И., Фомин Д. С. Агробиологическая оценка новых сортов ячменя в Пермском крае. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019;(5(79)):87-89. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41288884>
2. Тетерлев И. С., Фомин Д. С., Косолапова А. И., Олехов В. Р. Урожайность ячменя и плодородие дерново-подзолистой почвы Предуралья в зависимости от предшественников и минеральных удобрений. Плодородие. 2015;(3(84)):6-8. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23648739>
3. Яркова Н. Н., Елисеев С. Л. Урожайность и посевные качества семян ячменя в Предуралье. Актуальные проблемы науки и агропромышленного комплекса в процессе европейской интеграции: мат-лы Междунар. научн.-практ. конф., посвящ. 95-летию высшего сельскохозяйственного образования на Урале: в 3 частях. Ч. 1. Пермь: ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2013. С. 148-151.
4. Бессонова Л. В., Майсак Г. П., Фомин Д. С., Вяткина Р. И. Научная и организационная основа производства семян зерновых, зернобобовых и многолетних трав в Пермском крае. АгроЭкоИнфо. 2019;(4):25-25. Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/TEXT/RUSSIAN/2019/st_417_annot.html
5. Елисеев С. Л. Адаптивные сорта ячменя для Пермского края. Пермский аграрный вестник. 2018;(1(21)):53-58. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32664914>
6. Лыскова И. В. Влияние минеральных удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы, урожайность и качество зерновых культур. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017;(6(61)):35-40. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2017.61.6.35-40>
7. Бурунов А. Н., Васин В. Г., Стрижаков А. О., Васин А. В. Влияние системы применения стимулирующих препаратов Мегамикс на продуктивность посевов ярового ячменя. Самара АгроВектор. 2021;1(1):10-22. DOI: https://doi.org/10.55170/77962_2021_11_10
8. Козубовская Г. В. Адаптация голозерных сортов ярового ячменя в условиях сухостепной зоны нижнего Поволжья. Научно-агрономический журнал. 2019;(2(105)):36-40. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38564996>
9. Пасынков А. В., Пасынкова Е. Н. Урожайность зерна ячменя и ее зависимость от минерального питания и гидротермических условий в период вегетации. Агрохимический вестник. 2019;(2):33-38. DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2516-2019-10024>
10. Левакова О. В. Вариабельность элементов структуры урожая ярового ячменя в зависимости от гидротермических условий вегетации. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022;23(3):327-333. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.327-333>

References

1. Bessonova L. V., Vyatkina R. I., Fomin D. S. Agrobiological assessment of new varieties of spring barley in Perm region. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2019;(5(79)):87-89. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41288884>
2. Teterlev I. S., Fomin D. S., Kosolapova A. I., Olekhov V. R. Influence of predecessors and mineral fertilizers on barley productivity and soddy-podzolic soil fertility in the Cis-Urals. *Plodorodie*. 2015;(3(84)):6-8. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23648739>

3. Yarkova N. N., Eliseev S. L. The productivity and the sowing properties of barley seeds in Preduralye. Current problems of science and agro-industrial complex in the process of European integration: Proceedings of International Scientific-practical conf., dedicated to the 95th anniversary of higher agricultural education in the Ural: in 3 parts. Part. 1. Perm: *FGBOU VPO Permskaya GSKhA*, 2013. pp. 148-151.
4. Bessonova L. V., Maysak G. P., Fomin D. S., Vyatkina R. I. Scientific and organizational basis of the production of seeds of cereals, legumes and perennial grasses in the Perm region. *AgroEkoInfo* = *AgroEcoInfo*. 2019;(4):25-25. (In Russ.). URL: http://agroecoinfo.ru/TEXT/RUSSIAN/2019/st_417_annot.html
5. Eliseev S. L. Adaptive varieties of barley for perm krai. *Permskiy agrarnyy vestnik* = *Perm Agrarian Journal*. 2018;(1(21)):53-58. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32664914>
6. Lyskova I. V. Influence of mineral fertilizers on fertility of sod-podzolic soil, productivity and quality of grain crops. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = *Agricultural Science Euro-North-East*. 2017;(6):35-40. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2017.61.6.35-40>
7. Burunov A. N., Vasin V. G., Strizhakov A. O., Vasin A. V. Influence of the system of application of stimulating preparations Megamix on the productivity of crops of spring barley. *Samara AgroVektor*. 2021;1(1):10-22. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.55170/77962_2021_1_1_10
8. Kozubovskaya G. V. Adaptation of bare barley varieties of spring barley in the dry steppe zone of the lower Volga region. *Nauchno-agronomicheskii zhurnal* = *Scientific Agronomy Journal*. 2019;(2(105)):36-40. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38564996>
9. Pasyukov A. V., Pasyukova E. N. Yield of barley grain and its dependence on level of mineral nutrition and hydrothermal conditions during vegetation period. *Agrokhimicheskii vestnik* = *Agrochemical Herald*. 2019;(2):33-38. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2516-2019-10024>
10. Levakova O. V. Variability of the elements of spring barley yield structure depending on the hydrothermal conditions of vegetation. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = *Agricultural Science Euro-North-East*. 2022;23(3):327-333. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.327-333>

Сведения об авторах

Фомин Денис Станиславович, кандидат с.-х. наук, зав. лабораторией прецизионных технологий в сельском хозяйстве, Пермский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБУН Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, ул. Культуры, д. 12а, с. Лобаново, Пермский край, Российская Федерация, 614532, e-mail: pfperm@mail.ru,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8261-7191>

Яркова Надежда Николаевна, кандидат с.-х. наук, доцент кафедры растениеводства, Пермский государственный аграрно-технологический университет, ул. Петропавловская, д. 23, г. Пермь, Пермский край, Российская Федерация, 614990, e-mail: kaf.rast@pgsha.ru, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-3178-6600>

✉ **Полякова София Сергеевна**, младший научный сотрудник лаборатории прецизионных технологий в сельском хозяйстве, Пермский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБУН Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, ул. Культуры, 12а, с. Лобаново, Пермский край, Российская Федерация, 614532, e-mail: pfperm@mail.ru, аспирант кафедры растениеводства, ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет», ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Пермский край, Российская Федерация, 614990, e-mail: kaf.rast@pgsha.ru, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8639-4060>, e-mail: ss.polyakova@yandex.ru

Information about the authors

Denis S. Fomin, PhD in Agricultural Science, Head of the Laboratory of Precision Technologies in Agriculture, Perm Research Institute of Agriculture, Perm Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Kultury str., 12a, Lobanovo village, Perm Krai, Russian Federation, 614532, e-mail: pfperm@mail.ru, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8261-7191>

Nadezhda N. Yarkova, PhD in Agricultural Science, associate professor at the Department of Plant Growing, Perm State Agro-Technological University, Petropavlovskaya str., 23, Perm, Perm Krai, Russian Federation, 614990, e-mail: kaf.rast@pgsha.ru, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-3178-6600>

✉ **Sofia S. Polyakova**, junior researcher, the Laboratory of Precision Technologies in Agriculture, Perm Research Institute of Agriculture, Perm Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Kultury str., 12a, Lobanovo village, Perm Krai, Russian Federation, 614532, e-mail: pfperm@mail.ru, postgraduate student of the Department of Plant Growing, Perm State Agro-Technological University, Petropavlovskaya str., 23, Perm, Perm Krai, Russian Federation, 614990, e-mail: kaf.rast@pgsha.ru, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8639-4060>, e-mail: ss.polyakova@yandex.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author