

Вестник Курганской ГСХА. 2022. № 3 (43). С. 26-31

Vestnik Kurganskoy GSNA. 2022; (3-43): 26-31

Научная статья

УДК 632:551.5

Код ВАК 4.1.3

DOI: 10.52463/22274227_2022_43_26

EDN: VLRQAP

ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И РАЗВИТИЯ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ В ЗАУРАЛЬЕ

Алексей Александрович Постовалов^{1✉}¹Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева, Курган, Россия¹p_alex79@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-2204-2952>

Аннотация. Цель исследований – оценить влияние климатических изменений на урожайность и развитие инфекционных болезней кормовых культур в Зауралье. **Методика.** Многообразие метеоусловий в годы проведения исследований определяло урожайность, особенности проявления и развития болезней и в целом фитосанитарное состояние агроценозов кормовых культур. Наблюдения за ростом и развитием растений, учет урожайности вели согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Учет болезней кормовых культур проводили по существующим методикам. **Результаты исследований.** Урожайность кормовых культур (ячмень яровой, горох, рапс яровой) зависела от гидротермических условий периодов вегетации. Отмечалась тесная прямая корреляционная связь между урожайностью кормовых культур и гидротермическим коэффициентом, которая изменялась $r = 0,85 \pm 0,18 \dots 0,93 \pm 0,16$, между урожайностью и суммой осадков за вегетационный период – $r = 0,84 \pm 0,24 \dots 0,91 \pm 0,14$. При увеличении ГТК отмечалось повышение урожайности кормовых культур, уравнения регрессии имеют следующий вид: для ячменя ярового – $y = 1,22 + 1,22x$, для гороха – $y = 1,14 + 1,22x$, для рапса ярового – $y = 1,07 + 0,76x$. При увеличении поражаемости растений инфекционными болезнями отмечалось снижение урожайности кормовых культур. Установлена тесная отрицательная корреляционная зависимость между развитием фузариоза и урожайностью – $r = -0,56 \dots -0,88$, между развитием листостебельных болезней и урожайностью – $r = -0,83 \dots -0,90$. **Научная новизна.** Статистический анализ экспериментальных данных позволил установить зависимость урожайности кормовых культур (ячмень яровой, горох, рапс яровой) от гидротермических условий периодов вегетации, оценить влияние климатических изменений на проявление инфекционных болезней, определить зависимость урожайности кормовых культур от развития инфекционных болезней.

Ключевые слова: кормовые культуры, корневая гниль, фузариоз, листостебельные болезни, урожайность, гидротермический коэффициент.

Для цитирования: Постовалов А.А. Зависимость урожайности кормовых культур от климатических изменений и развития инфекционных болезней в Зауралье // Вестник Курганской ГСХА. 2022. № 3 (43). С. 26-31. https://doi.org/10.52463/22274227_2022_43_26.

Scientific article

DEPENDENCE OF FODDER CROP YIELDS ON CLIMATIC CHANGES AND DEVELOPMENT OF INFECTIOUS DISEASES IN THE TRANS-URALS

Alexey A. Postovalov^{1✉}¹Kurgan State Agricultural Academy named after T.S. Maltsev, Kurgan, Russia¹p_alex79@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-2204-2952>

Abstract. The purpose of the research is to assess the impact of climate change on the yield and development of infectious diseases of fodder crops in the Trans-Urals. **Methodology.** The variety of weather conditions during the period of research determined the yield, the peculiarities of the disease manifestation and development and, in general, the phytosanitary state of forage crops agroecosystems. The observations of plant growth and development, yield records were conducted according to the methodology of state variety testing of crops. The record of fodder crop diseases was carried out according to the existing methods. **Research results.** The yield of fodder crops (spring barley, peas, spring rape) depended on the hydrothermal conditions of the growing season. There was a close direct correlation between the yield of fodder crops and the hydrothermal coefficient, which varied $r = 0.85 \pm 0.18 \dots 0.93 \pm 0.16$, between the yield and the amount of precipitation during the growing season – $r = 0.84 \pm 0.24 \dots 0.91 \pm 0.14$. With an increase in the HTC, an increase in the yield of forage crops was noted, the regression equations have the following form: for spring barley $y = 1.22 + 1.22x$, for peas $y = 1.14 + 1.22x$, for spring rape $y = 1.07 + 0.76x$. With an increase in the incidence of infectious diseases of plants, a decrease in the yield of forage crops was noted. A close negative correlation was established between the development of fusarium disease and yield $r = -0.56 \dots -0.88$, between the development of cormophyte diseases and yield $r = -0.83 \dots -0.90$. **Scientific novelty.** The statistical analysis of the experimental data made it possible to establish the dependence of the yield of fodder crops (spring barley, peas, spring rape) on the hydrothermal conditions of the growing season, to assess the impact of climatic changes on the infectious disease manifestation, to determine the dependence of the development of infectious diseases on the yield of fodder crops.

Keywords: fodder crops, root rot, fusarium disease, cormophyte diseases, yield, hydrothermal coefficient.

For citation: Postovalov A.A. Dependence of fodder crop yields on climatic changes and development of infectious diseases in the Trans-Urals. Vestnik Kurganskoy GSNA. 2022; (3-43): 26-31. https://doi.org/10.52463/22274227_2022_43_26. (In Russ).

Введение. Сельскохозяйственное производство взаимодействует со сложной системой природных условий, из числа которых климат и погода являются самыми динамичными и активными. Формирование урожая сельскохозяйственных культур и качества продукции постоянно находятся под воздействием складывающихся погодных условий. Недобор растениеводческой продукции в отдельные годы в РФ связан с влиянием неблагоприятных условий, в первую очередь – засух [1, 10].

Информация о климатических рисках при возделывании сельскохозяйственных культур является индикатором современных изменений климата и может служить основой для оценки эффективности адаптационных мероприятий в агрофере [6].

Последствия климатических изменений наблюдаются и на региональном уровне, что требует адаптации сельского хозяйства к погодным условиям на конкретной территории. При этом следует изучать не только влияние происходящих климатических изменений на урожайность [5-6, 12, 14, 16], но и на развитие инфекционных болезней сельскохозяйственных культур и потери урожая от их развития [7, 9].

Цель исследований – оценить влияние климатических изменений на урожайность и развитие инфекционных болезней кормовых культур в Зауралье.

Методика. Годы исследований (2000-2019 гг.) характеризовались различными метеорологическими условиями. В годы с хорошим увлажнением (2000 и 2002 гг.) осадков выпадало на 42,3 и 63,3 % выше среднегодовых значений, а ГТК периода вегетации составлял 1,36 и 1,74. Пять лет (23,8 %) характеризовались удовлетворительным режимом увлажнения, когда гидротермический коэффициент периода вегетации изменялся от 1,03 до 1,19 – это 2001, 2011, 2014, 2015 и 2017 гг. К годам с остро засушливыми условиями отнесены 2004, 2010, 2012 гг., когда за период вегетации осадков выпало от 34,2 % до 69,9 % от среднемноголетних значений, ГТК составлял от 0,24 до 0,59. Засушливыми условиями (66,7 % случаев) характеризовались вегетационные периоды с ГТК 0,6-1,0. Многообразие метеоусловий в годы проведения исследований определяло урожайность, особенности проявления и развития болезней и в целом фитосанитарное состояние агроценозов кормовых культур.

Наблюдения за ростом и развитием растений, учет урожайности вели согласно методике

государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [2-3]. Учет болезней кормовых культур проводили по существующим методикам [3-4, 11, 15].

Результаты. Наиболее распространенными и вредоносными болезнями кормовых культур (ячмень яровой, горох, рапс яровой) в Зауралье являются фузариоз (корневая гниль и увядание), аскохитоз и ржавчина гороха, альтернариоз и пероноспороз ярового рапса [7-8, 13]. В ходе исследований установлена сильная отрицательная корреляционная зависимость между суммой осадков в период вегетации и поражением ячменя ярового корневой гнилью при резкой смене погодных условий с хорошим увлажнением ($ГТК \geq 1,36 \dots 1,74$) на сухие условия ($ГТК \leq 0,36 \dots 0,59$). Коэффициент корреляции составлял $r = -0,94 \pm 0,25$. Также отмечалась сильная прямая корреляционная зависимость между среднемесячной температурой воздуха и поражением ячменя корневой гнилью: $r = 0,82 \pm 0,30$. Подобная зависимость наблюдалась при смене хороших условий увлажнения ($ГТК \geq 1,36 \dots 1,74$) на засушливые ($ГТК \leq 0,83 \dots 0,95$), хороших условий на удовлетворительные ($ГТК \leq 1,03 \dots 1,14$), удовлетворительных на сухие ($ГТК \leq 0,36 \dots 0,59$) и засушливых условий на сухие (таблица 1).

Таблица 1 – Корреляционные связи между развитием корневой гнили ячменя ярового и погодными условиями периодов вегетации 2000-2019 гг.

Месяц	Гидротермический коэффициент (ГТК)					
	1,36... 1,74- 0,36... 0,59	1,36... 1,74- 0,83... 0,95	1,36... 1,74- 1,03... 1,14	1,03... 1,14- 0,36... 0,59	1,03... 1,14- 0,83... 0,95	0,83... 0,95- 0,36... 0,59
Сумма осадков, мм						
Май-август	-0,94± 0,25	-0,76± 0,32	-0,76± 0,37	-0,75± 0,28	-0,43± 0,20	-0,87± 0,25
Среднемесячная температура воздуха, °С						
Май-август	0,82± 0,30	0,66± 0,37	0,52± 0,19	0,62± 0,25	0,44± 0,20	0,80± 0,30

Только при смене удовлетворительных условий увлажнения на засушливые нами установлена слабая отрицательная корреляционная зависимость между суммой осадков в период вегетации и поражением ячменя корневой гнилью ($r = -0,43 \pm 0,20$), а также слабая положительная корреляционная зависимость между среднемесячной температурой воздуха и поражением корневой гнилью: $r = 0,44 \pm 0,20$.

В опытах с горохом при смене удовлетворительного увлажнения ($ГТК \geq 1,15$) на су-

хие условия ($ГТК \leq 0,28 \dots 0,59$) и удовлетворительного увлажнения на засушливые условия ($ГТК \leq 0,82 \dots 1,02$) отмечалась сильная отрицательная зависимость между суммой осадков за период вегетации и поражением гороха фузариозом ($r = -0,96 \pm 0,28 \dots -0,89 \pm 0,25$), а также сильная положительная зависимость между среднемесячной температурой воздуха и поражением гороха фузариозом. Коэффициент корреляции составлял $r = 0,79 \pm 0,31 \dots 0,89 \pm 0,26$ (таблица 2).

Таблица 2 – Корреляционные связи между развитием болезней гороха и погодными условиями периодов вегетации 2005-2011 гг.

Месяц	Фузариоз			Листостебельные болезни		
	гидротермический коэффициент (ГТК)					
	1,15-0,28...0,59	1,15-0,82...1,02	0,82...1,02-0,28...0,59	1,15-0,28...0,59	1,15-0,82...1,02	0,82...1,02-0,28...0,59
Сумма осадков, мм						
Май-август	-0,96±0,28	-0,89±0,25	-0,69±0,26	0,99±0,11	0,71±0,30	0,96±0,14
Среднемесячная температура воздуха, °C						
Май-август	0,79±0,31	0,89±0,26	0,63±0,29	-0,75±0,36	-0,73±0,39	-0,41±0,20

В развитии листостебельных болезней гороха (аскохитоз и ржавчина) нами установлена сильная положительная зависимость между суммой осадков периода вегетации и развитием болезней при смене сухих условий на удовлетворительное увлажнение, засушливых условий – на удовлетворительные и сухих условий – на засушливые. Коэффициент корреляции составлял $r = 0,73 \pm 0,39 \dots 0,96 \pm 0,14$. Корреляционная зависимость между среднемесячной температурой воздуха в период вегетации и развитием листостебельных болезней гороха была от слабой отрицательной $r = -0,41 \pm 0,20$ до сильной отрицательной – $r = -0,73 \pm 0,39 \dots -0,75 \pm 0,36$.

В развитии фузариоза рапса ярового выявлена отрицательная сильная корреляционная связь между суммой осадков периода вегетации при смене удовлетворительного увлажнения на сухие условия, удовлетворительного увлажнения – на засушливые условия и засушливых условий – на сухие ($r = -0,75 \pm 0,247 \dots -0,97 \pm 0,14$). При смене погодных условий наблюдалась положительная сильная корреляционная связь между среднемесячной температурой воздуха и развитием фузариоза. Коэффициент корреляции изменялся от $0,74 \pm 0,29$ до $0,95 \pm 0,18$ (таблица 3).

Таблица 3 – Корреляционные связи между развитием болезней рапса ярового и погодными условиями периодов вегетации 2010-2018 гг.

Месяц	Фузариоз			Листостебельные болезни		
	гидротермический коэффициент (ГТК)					
	1,03...	1,03...	0,89...	1,03...	1,03...	0,89...
	1,15-0,28...0,36	1,15-0,89...0,96	0,96-0,28...0,36	1,15-0,28...0,36	1,15-0,89...0,96	0,96-0,28...0,36
Сумма осадков, мм						
Май-август	-0,92±0,23	-0,97±0,14	-0,75±0,27	0,73±0,29	0,81±0,34	0,98±0,15
Среднемесячная температура воздуха, °С						
Май-август	0,95±0,18	0,74±0,29	0,86±0,36	-0,77±0,27	-0,87±0,28	-0,63±0,25

Резкая смена погодных условий значительно влияла и на развитие листостебельных болезней рапса ярового (альтернариоз, пероноспороз). Корреляционная связь между суммой осадков и развитием болезней была тесной положительной ($r = 0,73 \pm 0,29 \dots 0,98 \pm 0,15$), а между среднемесячной температурой воздуха и развитием болезней – от умеренной отрицательной $r = -0,63 \pm 0,25$ до сильной отрицательной $r = -0,77 \pm 0,27 \dots -0,87 \pm 0,28$.

Корреляционная зависимость урожайности кормовых культур от гидротермических условий периодов вегетации представлена в таблице 4. Отмечалась тесная прямая корреляционная связь между урожайностью кормовых культур и гидротермическим коэффициентом, которая изменялась $r = 0,85 \pm 0,18 \dots 0,93 \pm 0,16$, между урожайностью и суммой осадков за вегетационный период – $r = 0,84 \pm 0,24 \dots 0,91 \pm 0,14$.

Таблица 4 – Корреляционные связи между урожайностью кормовых культур и погодными условиями периодов вегетации 2000-2019 гг.

Месяц	Культура		
	ячмень яровой	горох	рапс яровой
Гидротермический коэффициент (ГТК)			
Май-август	0,85±0,18	0,90±0,19	0,93±0,16
Сумма осадков			
Май-август	0,91±0,14	0,84±0,24	0,88±0,21

За период проведения исследований урожайность ячменя ярового увеличивалась при повышении гидротермического коэффициента, уравнение регрессии имеет вид: $y = 1,22 + 1,22x$ (рисунок 1).

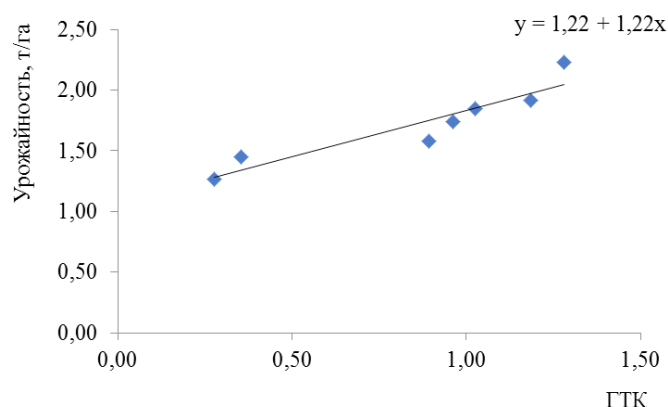


Рисунок 1 – Зависимость урожайности ячменя ярового от гидротермического коэффициента

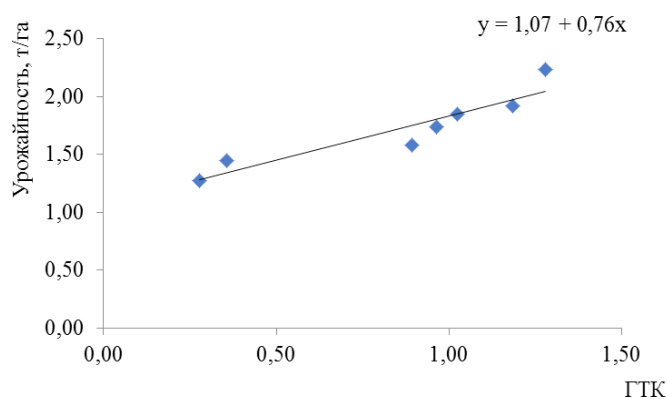


Рисунок 3 – Зависимость урожайности рапса ярового от гидротермического коэффициента

Проведенный регрессионный анализ позволил установить зависимость между урожайностью гороха и гидротермическим коэффициентом. Нами отмечена тесная обратная корреляционная зависимость между урожайностью и поражением гороха фитопатогенами: для фузариоза $r = -0,78 \pm 0,28 \dots -0,84 \pm 0,25$, для листовых болезней – $r = -0,87 \pm 0,22 \dots -0,83 \pm 0,25$. Зависимость урожайности гороха от гидротермического коэффициента описывается уравнением регрессии – $y = 1,14 + 1,22x$ (рисунок 2).

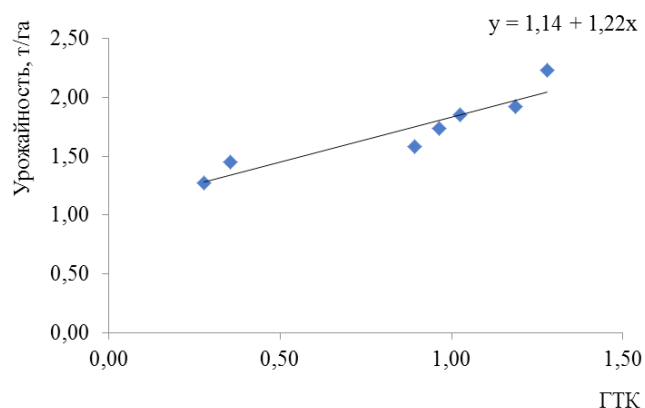


Рисунок 2 – Зависимость урожайности гороха от гидротермического коэффициента

Зависимость урожайности рапса ярового от гидротермического коэффициента периодов вегетации описывается уравнением регрессии, которое имеет следующий вид $y = 1,07 + 0,76x$ (рисунок 3). Отмечалась обратная отрицательная корреляционная зависимость между урожайностью и поражаемостью рапса фузариозом ($r = -0,56$), урожайностью и развитием листовых болезней – $r = -0,90$.

Выводы. Многолетними наблюдениями установлена сильная отрицательная корреляционная зависимость между суммой осадков в период вегетации и поражением кормовых культур фузариозом при резкой смене хороших условий увлажнения на сухие и засушливые. Резкое изменение погодных условий в значительной степени влияло и на развитие листовых болезней кормовых культур. Отмечалась сильная положительная зависимость между суммой осадков периода вегетации и развитием болезней при смене сухих и засушливых условий на удовлетворительное увлажнение. На поражаемость кормовых культур (ячмень яровой, горох, рапс яровой) корневой гнилью и фузариозом в большей степени оказывали влияние климатические условия, характеризующиеся резкими изменениями с достаточного режима увлажнения на сухие и засушливые условия ($r = (-0,92 \pm 0,23 \dots -0,96 \pm 0,28)$), а листовыми болезнями (горох и рапс яровой) – при резкой смене сухих и засушливых условий на удовлетворительное увлажнение ($r = 0,71 \pm 0,30 \dots 0,99 \pm 0,11$).

Урожайность кормовых культур (ячмень яровой, горох, рапс яровой) зависела от гидротермических условий периодов вегетации. Отмечалась тесная прямая корреляционная связь между урожайностью кормовых культур и гидротермическим коэффициентом, которая изменялась $r = 0,85 \pm 0,18 \dots 0,93 \pm 0,16$, между урожайностью и суммой осадков за вегетационный период – $r = 0,84 \pm 0,24 \dots 0,91 \pm 0,14$. При увеличении ГТК отмечалось повышение урожайности кормовых культур, уравнения регрессии имеют следующий вид: для ячменя ярового – $y = 1,22 + 1,22x$, для гороха – $y = 1,14 + 1,22x$, для рапса ярового – $y = 1,07 + 0,76x$. При увеличении поражаемости растений инфекционными болезнями

отмечалось снижение урожайности кормовых культур. Установлена тесная отрицательная корреляционная зависимость между развитием фузариоза и урожайностью – $r = -0,56 \dots -0,88$, между развитием листостебельных болезней и урожайностью – $r = -0,83 \dots -0,90$.

Список источников

1 Биоклиматический потенциал России: теория и практика / А.В. Гордеев [и др.]. М.: ООО Товарищество научных изданий КМК, 2006. 512 с. EDN: QKOZCR.

2 Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1989. 195 с.

3 Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / В.М. Лукомец [и др.]. 2-е изд., перераб. и доп. Краснодар: ВНИИМК, 2010. 327 с.

4 Методическое руководство по учету болезней сельскохозяйственных культур. Новосибирск, 1985. 66 с.

5 Немцев С.Н., Шарипова Р.Б. Оценка агрометеорологических показателей атмосферных засух и урожайности зерновых культур в изменяющихся условиях регионального климата // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1. С. 10-17.

6 Павлова В.Н., Караченкова А.А., Варчева С.Е. Региональный мониторинг агроклиматических условий формирования урожая при изменении климата // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. 2020. № 596. С. 55-77. EDN: WTKQKC.

7 Постовалов А.А., Суханова С.Ф. Многолетняя динамика развития болезней гороха в Зауралье // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 3 (51). С. 105-110. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-3-105-110.

8 Постовалов А.А., Суханова С.Ф. Эффективность предпосевной обработки семян ярового ячменя фунгицидами // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2020. № 2 (55). С. 42-49. DOI: 10.31677/2072-6724-2020-55-2-42-49.

9 Постовалов А.А., Суханова С.Ф. Влияние климатических изменений на развитие инфекционных болезней кормовых культур в Зауралье // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. № 2 (62). С. 37-46. DOI: 10.22450/19996837_2022_2_37. EDN: DEHVCE.

10 Разработка методологии построения моделей «погода – урожай» и оценка ожидаемой урожайности основных сельскохозяйственных культур / И.Г. Грингоф [и др.] // Сборник научных работ лауреатов областных премий и стипендий. Калуга: Калужский гос. ин-т развития образования, 2016. С. 67-82. EDN: UQPZFH.

11 Рекомендации по защите зернобобовых культур от корневых гнилей. М.: Колос, 1982. 31 с.

12 Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. Модельные оценки влияния климата на урожайность зерновых и зернобобовых культур в регионах России // Проблемы прогнозирования. 2021. № 2 (185). С. 75-86. DOI: 10.1134/S1075700721020040.

13 Суханова С.Ф., Постовалов А.А., Григорьев Е.В. Продуктивность и устойчивость сортов ярового рапса к фузариозу в условиях Курганской области // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1 (49). С. 65-70. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-1-65-70.

14 Туктарова Н.Г. Влияние современных тенденций изменения климата на урожайность озимых зерновых культур // Пермский аграрный вестник. 2019. № 1 (25). С. 80-86.

15 Чулкина В.А., Торопова Е.Ю. Корневые гнили // Защита и карантин растений. 2004. № 2. С. 16-18.

16 Щербакова А.С. Агроклиматические районы и урожайность сельскохозяйственных культур в изменяющихся условиях регионального климата // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 1 (61). С. 142-147. DOI: 10.12737/2073-0462-2021-142-147.

References

1 Gordeev A.V. et al. Bioklimaticheskii potentsial Rossii: teoriya i praktika [Bioclimatic potential of Russia: theory and practice]. M.: LLC Partnership of Scientific Publications KMK; 2006. EDN: QKOZCR. (In Russ).

2 Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Methodology for state variety testing of agricultural crops]. M.: Kolos; 1989. (In Russ).

3 Lukomets V.M. et al. Metodika provedeniya polevykh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami [Methodology for conducting field agro-technical experiments with oilseeds]. Krasnodar: VNIIMK; 2010. (In Russ).

4 Metodicheskoe rukovodstvo po uchetu boleznei sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Method-

ological guide for recording diseases of agricultural crops]. Novosibirsk; 1985. (In Russ).

5 Nemtsev S.N., Sharipova R.B. Otsenka agrometeorologicheskikh pokazatelei atmosferynykh zasukh i urozhainosti zernovykh kul'tur v izmenyayushchikhsya usloviyakh regional'nogo klimata [Evaluation of agrometeorological indicators of atmospheric droughts and crop yields in changing conditions of the regional climate]. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*. 2020; (1): 10-17. (In Russ).

6 Pavlova V.N., Karachenkova A.A., Varcheva S.E. Regional'nyi monitoring agroklimaticheskikh uslovii formirovaniya urozhaya pri izmenenii klimata [Regional monitoring of agro-climatic conditions of crop formation under climate change]. *Proceedings of the Main Geophysical Observatory named after A.I. Voeikova*. 2020; (596): 55-77. EDN: WTKQKC. (In Russ).

7 Postovalov A.A., Sukhanova S.F. Mnogoletnyaya dinamika razvitiya boleznei gorokha v Zaural'e [Long-term dynamics of the development of pea diseases in the Trans-Urals]. *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*. 2020; (3-51): 105-110. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-3-105-110. (In Russ).

8 Postovalov A.A., Sukhanova S.F. Effektivnost' predposevnoi obrabotki semyan yarovogo yachmenya fungitsidami [Efficiency of presowing treatment of spring barley seeds with fungicides]. *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2020; (2-55): 42-49. DOI: 10.31677/2072-6724-2020-55-2-42-49. (In Russ).

9 Postovalov A.A., Sukhanova S.F. Vliyanie klimaticheskikh izmenenii na razvitie infektsionnykh boleznei kormovykh kul'tur v Zaural'e [The impact of climate change on the development of infectious diseases of fodder crops in the Trans-Urals]. *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; (2-62): 37-46. DOI: 10.22450/19996837_2022_2_37. EDN: DEHVCE. (In Russ).

10 Gringof I.G. et al. Razrabotka metodologii postroeniya modelei «pogoda – urozhai» i otsenka ozhidaemoi urozhainosti osnovnykh sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Development of a methodology for building weather-harvest models and assessing the expected yield of major agricultural crops]. Collection of scientific works of laureates of regional prizes and scholarships. Kaluga: KGIRO; 2016. 67-82. EDN: UQPZFH. (In Russ).

11 Rekomendatsii po zashchite zernobobovykh kul'tur ot kornevykh gnilei [Recommendations for the protection of leguminous crops from root rot]. M.: Kolos; 1982. (In Russ).

12 Siptits S.O., Romanenko I.A., Evdokimova N.E. Model'nye otsenki vliyaniya klimata na urozhainost' zernovykh i zernobobovykh kul'tur v regionakh Rossii [Model estimates of the climate impact on the yield of grain and leguminous crops in the regions of Russia]. *Problemy prognozirovaniya*. 2021; (2-185): 75-86. DOI: 10.1134/S1075700721020040. (In Russ).

13 Sukhanova S.F., Postovalov A.A., Grigoriev E.V. Produktivnost' i ustoichivost' sortov yarovogo rapsa k fuzariozu v usloviyakh Kurganskoi oblasti [Productivity and resistance of spring rapeseed varieties to Fusarium in the conditions of the Kurgan region]. *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*. 2020; (1-49): 65-70. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-1-65-70. (In Russ).

14 Tuktarova N.G. Vliyanie sovremennykh tendentsii izmeneniya klimata na urozhainost' ozimyykh zernovykh kul'tur [The impact of current climate change trends on the yield of winter crops]. *Perm Agrarian Journal*. 2019; (1-25): 80-86. (In Russ).

15 Chulkina V.A., Toropova E.Yu. Kornevye gnili [Root rot]. *Protection and quarantine of plants*. 2004; (2): 16-18. (In Russ).

16 Shcherbakova A.S. Agroklimaticheskie raiony i urozhainost' sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v izmenyayushchikhsya usloviyakh regional'nogo klimata [Agro-climatic regions and crop yields under changing regional climate conditions]. *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. 2021; Vol. 16. (1-61): 142-147. DOI: 10.12737/2073-0462-2021-142-147. (In Russ).

Информация об авторах

A.A. Постовалов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; AuthorID 413919.

Information about the authors

A.A. Postovalov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor; AuthorID 413919.

Статья поступила в редакцию 15.06.2022; одобрена после рецензирования 05.08.2022; принята к публикации 25.08.2022.

The article was submitted 15.06.2022; approved after reviewing 05.08.2022; accepted for publication 25.08.2022.