

К.Р. Исмагилов ✉
Р.Р. Каюмова

Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Уфимского научно-исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия

✉ ismagilovk@mail.ru

Поступила в редакцию:
27.10.2023
Одобрена после рецензирования:
13.02.2024
Принята к публикации:
29.02.2024

Research article
DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-114-118

Kamil R. Ismagilov ✉
Roza R. Kayumova

Bashkir Scientific Research Institute of Agriculture is a separate structural unit of the Ufa Scientific Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

✉ ismagilovk@mail.ru

Received by the editorial office:
27.10.2023
Accepted in revised:
13.02.2024
Accepted for publication:
29.02.2024

Стабильность и экологическая пластичность озимых зерновых культур в Республике Башкортостан

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Определение параметров стабильности и экологической пластичности озимых зерновых культур позволяет дать оценку их адаптивности и объективно охарактеризовать практическую ценность.

Методы. Оценку экологической пластичности и стабильности озимых зерновых культур (ржи озимой *Secale cereale* L., пшеницы озимой *Triticum aestivum* L. и тритикале озимой *Triticosecale*) проводили по урожайности зерна. Для исследования использованы статистические данные урожайности в 2012–2021 гг. в 54 муниципальных районах Республики Башкортостан. Стабильность урожайности оценивали расчетом коэффициента вариации (*Cv*) и среднеквадратичного отклонения урожайности (σ_d^2), экологическую пластичность — расчетом коэффициента регрессии урожайности (*bi*).

Результаты. Озимые зерновые культуры на территории Республики Башкортостан имеют разную стабильность и экологическую пластичность. Сравнительно высокой стабильностью (*Cv* 34,03% и σ_d^2 4,28) и меньшей экологической пластичностью (*bi* 0,77) обладает рожь озимая, низкой стабильностью (*Cv* 42,35% и σ_d^2 8,11) и высокой пластичностью (*bi* 1,24) — пшеница озимая. Тритикале озимая по этим показателям занимает промежуточное положение между рожью озимой и пшеницей озимой. Идентичная реакция озимых зерновых культур на изменения почвенно-климатических условий (место выращивания) и агрометеорологических условий (год выращивания). Пшеница озимая сильнее реагирует отрицательно на ухудшения условий и положительно — на улучшения почвенно-климатических (*bi* 1,17) и агрометеорологических условий (*bi* 1,21), чем рожь озимая (соответственно, 0,78 и 0,79) и тритикале озимая (соответственно, 1,05 и 1,00).

Ключевые слова: озимые зерновые культуры, урожайность, экологическая пластичность, стабильность

Для цитирования: Исмагилов К.Р., Каюмова Р.Р. Стабильность и экологическая пластичность озимых зерновых культур в Республике Башкортостан. *Аграрная наука*. 2024; 380(3): 114–118. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-114-118>

© Исмагилов К.Р., Каюмова Р.Р.

Stability and ecological plasticity of winter grain crops in the Republic of Bashkortostan

ABSTRACT

Relevance. Determination of the parameters of stability and ecological plasticity of winter grain crops allows us to assess their adaptability and objectively characterize the practical value.

Methods. The ecological plasticity and stability of winter grain crops (winter rye *Secale cereale* L., winter wheat *Triticum aestivum* L. and winter triticale *Triticosecale*) were assessed by grain yield. For the study, statistical data on yields in 2012–2021 in 54 municipal districts of the Republic of Bashkortostan were used. Yield stability was assessed by calculating the coefficient of variation (*Cv*) and mean square deviation of yield (σ_d^2), ecological plasticity — by calculating the yield regression coefficient (*bi*).

Results. Winter grain crops on the territory of the Republic of Bashkortostan have different stability and ecological plasticity. Winter rye has relatively high stability (*Cv* 34.03% and σ_d^2 4.28) and lower ecological plasticity (*bi* 0.77), low stability (*Cv* 42.35% and σ_d^2 8.11) and high plasticity (*bi* 1.24) — winter wheat. Winter triticale occupies an intermediate position between winter rye and winter wheat. Identical reaction of winter grain crops to changes in soil and climatic conditions (place of cultivation) and agrometeorological conditions (year of cultivation). Winter wheat responds more negatively to deteriorating conditions and positively to improvements in soil-climatic (*bi* 1.17) and agrometeorological conditions (*bi* 1.21) than winter rye (0.78 and 0.79, respectively) and winter triticale (1.05 and 1.00, respectively).

Key words: winter grains, yield, ecological plasticity, stability

For citation: Ismagilov K.R., Kayumova R.R. Stability and ecological plasticity of winter grain crops in the Republic of Bashkortostan. *Agrarian science*. 2024; 380(3): 114–118 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-114-118>

© Frizen Yu.V., Nekrasova E.V., Gaivas A.A.

Введение/Introduction

Озимые зерновые культуры занимают значительное долю в объеме производства зерна в Российской Федерации, в том числе в Республике Башкортостан. Они более урожайные, чем яровые зерновые культуры, благодаря эффективному использованию осенне-весенней влаги и более продолжительной вегетации. В Башкортостане в настоящее время возделываются рожь озимая, пшеница озимая и тритикале озимая. Продолжительность возделывания этих культур на современной территории Башкортостана разная. Рожь озимая возделывается на нынешней территории Башкортостана еще с середины XVII века. В последние годы (2017–2021 гг.) рожь озимая в республике выращивается на площади 170 тыс. га. Пшеницу озимую начали возделывать недавно — в середине XX века, и в последние десятилетия ее площади посева резко расширились (около 200 тыс. га). Тритикале озимая — новая в республике культура, хозяйства начали возделывать ее в 2000 годах и в настоящее время (2017–2021 гг.) высевает на площади 12 тыс. га. Урожайность озимых зерновых культур в республике сравнительно невысокая и неустойчивая¹.

Сбор урожая сельскохозяйственных культур с единицы площади посева и его стабильность — один из важных критериев эффективности ведения растениеводства. Колебание урожайности полевых культур в значительной мере вызвана изменением агроклиматических ресурсов и факторов на территории [1]. Величина и устойчивость данного показателя могут быть достигнуты при сочетании в генотипе растения двух показателей — высокой потенциальной продуктивности и устойчивости к неблагоприятным экологическим факторам. Стабильность продуктивности культурных растений определяется онтогенетической и филогенетической адаптацией в системе «генотип — среда» [2–4].

Генотип допускает варьирование конкретных признаков формирующегося организма в определенных пределах, а внешние условия обуславливают реализацию одной из возможностей, заложенных в наследственной информации, что является специфической формой реакции генотипа [5]. Взаимодействия и взаимосвязи генотипа и среды значительно разнообразны, сложны по характеру и степени проявления, зависят от проявления генотипа и от того, какой фактор рассматривают в роли среды или условий. Взаимодействие может быть «генотип — год», «генотип — фон» [6, 7]. Способность растений поддерживать внутреннее равновесие и реализовать генетически детерминированные возможности сортов при отклонении условий их культивирования от нормы имеет большое значение для достижения максимальной продуктивности [8]. Это свойство, определяемое как гомеостаз, заключается в большей или меньшей «буферности» сортов против сезонных вариаций условий среды и вариаций, обусловленных местом выращивания [9].

В широком смысле стабильными считаются те генотипы, у которых изменение условий среды не влияет на развитие признаков [10]. Сорта экологически пластичные в генетическом смысле могут быть непластичными в агрономическом из-за сочетания в себе высокой отзывчивости на улучшение условий выращивания, с низким средним генетически обусловленным уровнем развития признаков продуктивности [7].

С ростом потенциальной продуктивности сортов их экологическая устойчивость имеет тренд к снижению, и ее не удастся повысить методами селекции. Очевидно, из-за часто меняющихся погодных факторов односторонняя селекция на высокую потенциальную продуктивность недостаточно эффективна в плане повышения ее стабильности. Для повышения адаптивности создаваемых сортов необходимо масштабно задействовать методы экологической селекции, с тем чтобы создавать агроэкологически адресные сорта, приспособленные не только к экстремальным почвенно-климатическим условиям, но и к региональным технологиям возделывания [11].

Широко используется при оценке экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур, в том числе озимых зерновых, метод S.A. Eberhart и W.A. Russel [12, 13]. В то же время практически отсутствуют результаты количественной оценки экологической пластичности и стабильности продуктивности видов сельскохозяйственных растений. Изучена экологическая пластичность урожайности пшеницы озимой при возделывании по различным предшественникам [14], лежплодных культур [15], оранжевых и лекарственных растений [16, 17]. Управление адаптивными реакциями растений необходимо в селекции, сортоиспытании и семеноводстве при разработке комплексных селекционно-агротехнических программ, агроэкологическом макро-, мезо- и микрорайонировании сельскохозяйственных территорий [2, 3]. Природные ресурсы и факторы в Республике Башкортостан разнообразны на территории и значительно меняются по годам, что требует возделывания видов культур с высокой стабильностью продуктивности [18]. Определение параметров экологической пластичности сорта позволяет дать ему всестороннюю оценку, выявить степень адаптивности и объективно охарактеризовать сорт и его практическую ценность.

Цель исследований — сравнительная количественная оценка стабильности урожайности и экологической пластичности ржи, пшеницы и тритикале озимой в почвенно-климатических условиях Республики Башкортостан.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Природные условия на территории республики, вызванные ее географическим расположением на западных склонах Южного Урала и в Предуралье, очень разнообразны. Протяженность территории с севера на юг 550 км, с запада на восток — 430 км. Почвенный покров представлен от чернозема до серых лесных типов. Сумма активных температур меняется от 1801 до 2318 °С, среднегодовое количество осадков — от 400 до 550 мм².

Оценку экологической пластичности и стабильности озимых зерновых культур (ржи озимой *Secale cereale* L., пшеницы озимой *Triticum aestivum* L. и тритикале озимой *Triticosecale*) проводили по урожайности зерна посева. Для исследования были использованы статистические данные урожайности данных культур в 2012–2021 гг. (Фактор А) в 54 муниципальных районах Республики Башкортостан (Фактор Б)¹.

Для решения поставленных задач применяли общенаучные (анализ, обобщение, сравнение) и эмпирические методы (статистический анализ). Стабильность

¹ Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство. Режим доступа: <https://bashstat.gks.ru/> (дата обращения: 5.03.2023).

² Агроклиматические ресурсы Башкирской АССР. Ленинград: Гидрометеиздат. 1976; 236.

урожайности оценивали коэффициентом вариации (C_v), который рассчитывали делением среднеквадратичного отклонения на среднее арифметическое. Принято считать: если коэффициент меньше 10%, степень рассеивания данных незначительная, если от 10 до 20% — средняя, больше 20% — значительная. Наряду с коэффициентом вариации для оценки стабильности рассчитывали среднеквадратическое отклонение урожайности от теоретической урожайности (σ_d^2) по методике S.A. Eberhart и W.A. Russell³ в изложении В.А. Зыкина⁴. По методике S.A. Eberhart и W.A. Russell провели оценку экологической пластичности расчетом коэффициента регрессии урожайности (bi) и индекса условий вегетации озимых зерновых культур. Коэффициент bi характеризует степень реакции генотипа на изменения внешних условий, который может принимать величину больше или меньше 1.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Пшеница озимая, как высокопродуктивная культура, формирует на территории Республики Башкортостан более высокую урожайность зерна по сравнению с рожью озимой и тритикале озимой. В среднем в 2012–2021 годах урожайность пшеницы озимой составила 19,38 ц/га, ржи озимой — 17,58 ц/га, тритикале озимой — 17,16 ц/га (табл. 1). Исследования показали, что урожайности озимых зерновых культур на территории Республики Башкортостан подвержена значительному колебанию и в разной степени. Среди видов озимых культур наименее устойчива урожайность пшеницы озимой. Коэффициент вариации (C_v) урожайности данной культуры составляет 42,35% (табл. 1). Сравнительно стабильна урожайность ржи озимой (C_v 34,03%). Устойчивость к действию абиотических стрессоров, которые вызывают фенотипическую изменчивость, у ржи озимой эволюционно обусловлена [19]. Тритикале озимая по данному показателю занимает промежуточное положение (C_v 38,68%) между пшеницей озимой и рожью озимой. По среднеквадратичному отклонению урожайности (σ_d^2) прослеживается такая же закономерность. Величина данного показателя ржи озимой 4,28 ц/га, пшеницы озимой 8,11 ц/га и тритикале озимой 8,01 ц/га. Коэффициент линейной регрессии урожайности от условий среды (bi), характеризующий экологическую пластичность, разный у озимых зерновых культур (табл. 1).

Наиболее экологически пластична пшеница озимая, она относительно остальных культур сильнее реагирует

на изменения условий роста и развития растений. В неблагоприятных условиях урожайность зерна пшеницы озимой в большей степени снижается, а в благоприятных — повышается (bi 1,24), чем у остальных культур. Рожь озимая, как наиболее адаптированная культура, значительно в меньшей степени реагирует на изменения условий произрастания (bi 0,77). Тритикале озимая по экологической пластичности занимает промежуточное положение между рожью и пшеницей (bi 1,00). Меньшая реакция тритикале по сравнению с пшеницей, вероятно, обусловлена более высокой зимостойкостью, устойчивостью к болезням, пониженной требовательностью к плодородию почвы [20]. Высокая экологическая пластичность культуры имеет двойное практическое значение. Сильная положительная реакция культуры на улучшение условий вегетации растений выгодна в растениеводстве. Однако значительное снижение урожайности культуры при ухудшении условий произрастания растений ущербно для производства.

Общая вариация урожайности озимых зерновых вызвана изменчивостью в основном двух групп факторов — почвенно-климатических (место выращивания) и агрометеорологических (год выращивания) [18]. Исследования показали на значительное взаимодействие озимых зерновых культур и место выращивания (генотип — место) (табл. 2).

Наиболее сильно изменяется на территории республики урожайность пшеницы озимой (C_v 29,90%), несколько меньше — тритикале озимой (C_v 28,35%), существенно меньше — ржи озимой (C_v 22,96%). Показатель стабильности урожайности (σ_d^2) на территории республики в зависимости от вида культуры составил 2,61 ц/га (рожь озимая), 8,57 (тритикале озимая) и 8,99 ц/га (пшеница озимая). Согласно данному показателю, сравнительно высокой стабильностью урожайности обладает рожь озимая, а значительно низкой — пшеница озимая и тритикале озимая. Сравнительно низкая стабильность урожайности пшеницы и тритикале озимой обусловлена недостаточно благоприятными условиями среды для этих культур на территории республики. Индекс среды произрастания пшеницы озимой имеет отрицательное значение на территории 34 муниципальных районов из 54. В некоторых районах данный показатель очень низкий, например в Абзелиловском

Таблица 1. Показатели стабильности урожайности и экологической пластичности озимых зерновых культур в Республике Башкортостан

Table 1. Indicators of yield stability and ecological plasticity of winter grain crops in the Republic of Bashkortostan

Культура	Средняя урожайность, ц/га	Коэффициент вариации урожайности, % (C_v)	Среднеквадратичное отклонение урожайности, ц/га (σ_d^2)	Экологическая пластичность (bi)
Рожь озимая	17,58	34,03	4,28	0,77
Пшеница озимая	19,38	42,35	8,11	1,24
Тритикале озимая	17,16	38,68	8,01	1,00

Таблица 2. Показатели стабильности урожайности и экологической пластичности озимых зерновых культур по месту и году возделывания

Table 2. Indicators of yield stability and ecological plasticity of winter grain crops by place and year of cultivation

Культура	Коэффициент вариации урожайности, % (C_v)	Среднеквадратичное отклонение урожайности, ц/га (σ_d^2)	Экологическая пластичность (bi)
Фактор А			
Рожь озимая	22,96	2,61	0,78
Пшеница озимая	29,90	8,99	1,17
Тритикале озимая	28,35	8,57	1,05
Фактор Б			
Рожь озимая	18,40	3,01	0,79
Пшеница озимая	24,90	12,26	1,21
Тритикале озимая	23,30	9,54	1,00

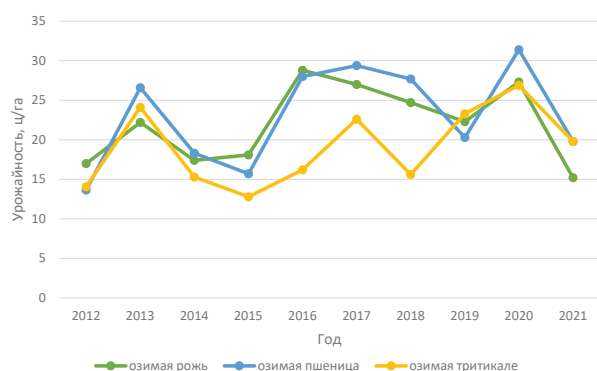
³ Eberhart S.A., Russel W.A. Stability Parameters for Comparing Varieties. Crop Science. 1966; 6(1): 36–40.

⁴ Зыкин В. А. и др. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений. Уфа: Башкирский государственный аграрный университет; Сибирский НИИ сельского хозяйства. 2005; 99.

⁵ Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство. Режим доступа: <https://bashstat.gks.ru/> (дата обращения: 5.03.2023).

Рис. 1. Динамика урожайности озимых зерновых культур по годам на территории Республики Башкортостан

Fig. 1. Dynamics in the yield of winter grain crops by year in the Republic of Bashkortostan



районе, который расположен в зауральской степной зоне, и равен 6,73. Среди озимых зерновых культур большей отзывчивостью на изменения природных условий на территории республики проявляет пшеница озимая ($bi\ 1,17$), несколько меньшей — тритикале озимая ($bi\ 1,05$). Существенно слабее реагирует на изменения природных условий на территории рожь озимая ($bi\ 0,78$). Следовательно, для проявления высокого потенциала и получения высокой урожайности зерна

Рис. 2. Индекс влияния условий среды произрастания озимых зерновых культур в 2012–2021 гг. на территории Республики Башкортостан

Fig. 2. Index of environmental conditions for the growth of winter grain crops in 2012–2021 in the Republic of Bashkortostan

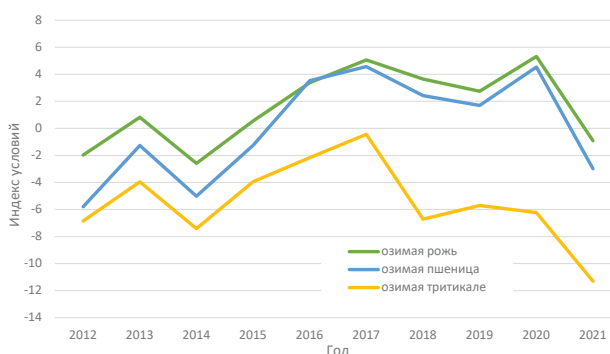
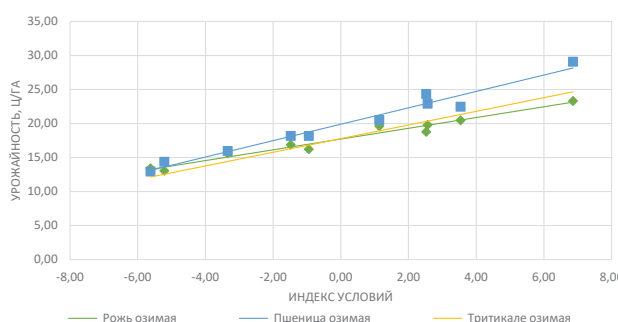


Рис. 3. Зависимость линий регрессии урожайности от индекса агрометеорологических условий года

Fig. 3. Yield regression lines from the index of agrometeorological conditions of the year



Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в работу.

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

пшеницы и тритикале озимой следует их посевы размещать на территории с благоприятными природными условиями произрастания.

Урожайность озимых зерновых культур подвержена вариации вследствие изменения метеорологических условий по годам (рис. 1).

Отклик генотипа озимой пшеницы на изменения агрометеорологических условий также наиболее сильный, как на изменения природных условий на территории республики. Метеорологические условия на территории республики по годам меняются в значительной мере, соответственно, подвержены колебанию условия вегетации озимых культур. В 2012–2023 гг. самые неблагоприятные агрометеорологические условия сложились в 2014 г. и 2021-м, благоприятными были условия 2020 г. (рис. 2).

Коэффициент вариации (C_v) урожайности пшеницы озимой по годам составил 24,9%, тритикале озимой — 23,3%, ржи озимой — 18,4% (табл. 2). Согласно данному показателю, наибольшей устойчивостью к изменениям агрометеорологических условий по годам обладает рожь озимая. Среднеквадратичное отклонение урожайности (σ_{σ^2}) подтверждает данную закономерность. Сравнительно высокую пластичность к агрометеорологическим условиям имеет пшеница озимая, низкую — рожь озимая. Коэффициент экологической пластичности (bi) пшеницы озимой 1,21, тритикале озимой — 1,00, ржи озимой — 0,79. Эти данные показывают на неодинаковую реакцию разных видов озимых зерновых культур к агрометеорологическим условиям вегетации. Пшеница озимая положительно отзывается сильнее на благоприятные агрометеорологические условия, чем рожь и тритикале озимая (рис. 3).

Выводы/Conclusions

Озимые зерновые культуры (рожь, пшеница, тритикале) на территории Республики Башкортостан имеют разную стабильность и экологическую пластичность по урожайности зерна. Сравнительно высокой стабильностью (коэффициент вариации 34,03%, среднеквадратичное отклонение 4,28 ц/га) и меньшей экологической пластичностью ($bi\ 0,77$) обладает рожь озимая, низкой стабильностью (коэффициент вариации 42,35%, среднеквадратичное отклонение 8,11 ц/га) и высокой пластичностью ($bi\ 1,24$) — пшеница озимая. Тритикале озимая по этим показателям занимает промежуточное положение между рожью озимой и пшеницей озимой. Идентичная реакция озимых зерновых культур на изменения почвенно-климатических (место выращивания) и агрометеорологических (год выращивания) условий. Пшеница озимая сильнее реагирует отрицательно на ухудшения условий и положительно — на улучшения почвенно-климатических ($bi\ 1,17$) и агрометеорологических ($bi\ 1,21$) условий, чем рожь озимая (соответственно, 0,78 и 0,79) и тритикале озимая (соответственно, 1,05 и 1,00).

Для повышения стабильности урожайности пшеницы и тритикале озимой необходимо оптимизировать размещения их посевов на территории Республики Башкортостан и повысить интенсивность технологии возделывания.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Исмагилов К.Р., Шакирзянов А.Х., Каримов И.К., Кадиков Р.К. Экологическая пластичность сортов яровой пшеницы в Предуральской степи Республики Башкортостан. *Вестник КрасГАУ*. 2022; (9): 80–86. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-9-80-86>
- Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агрофитотехники: теория и практика. М.: *Агрорус*. 2004; 1: 688. ISBN 5-9900364-1-8
- Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агрофитотехники: теория и практика. М.: *Агрорус*. 2004; 2: 1153. ISBN 5-9900364-1-8
- Заикина Е.А., Исмагилов К.Р., Кулуев Б.Р. Поиск SNP-маркеров стрессоустойчивости в генах *TaDREB1* и *TaWRKY19* мягкой пшеницы в условиях Предуральской степной зоны. *Экологическая генетика*. 2022; 20(3): 183–192. <https://doi.org/10.17816/ecogen106945>
- Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. М.: *Наука*. 1980; 278.
- Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур. *Сельскохозяйственная биология*. 1984; 19(4): 109–113.
- Литун П.П. Взаимодействие генотипа и среда в генетических и селекционных исследованиях и способы его изучения. *Проблемы отбора и оценки селекционного материала*. Киев: Наукова думка. 1980; 63–92.
- Юсуфов А.Г. Гомеостаз и его значение в онтогенезе растений. *Сельскохозяйственная биология*. 1983; 18(1): 25–34.
- Турбин Н.В., Хотылева Л.В., Каминская Л.Н. Периодический отбор в селекции растений. Минск: *Наука и техника*. 1976; 144. <https://www.elibrary.ru/sksuhj>
- Finlay K.W., Wilkinson G.N. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1963; 14(2): 742–754. <https://doi.org/10.1071/ar9630742>
- Гончаренко А.А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции. *Зерновое хозяйство России*. 2016; (3): 31–37. <https://www.elibrary.ru/wlasmv>
- Манукян И.Р., Абиева Т.С., Догузова Н.Н. Экологическая пластичность сортов озимой тритикале в условиях предгорной зоны Северного Кавказа. *Аграрная наука*. 2022; (7–8): 152–156. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-152-156>
- Утамбетов Д.У., Аллашов Г. Результаты оценки на продуктивность и устойчивость к факторам среды сортов озимой пшеницы в условиях Республики Каракалпакстан. *Аграрная наука*. 2020; (4): 63–66. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-337-4-63-66>
- Морозов Н.А., Ходжаева Н.А., Хрипунов А.И., Общица Е.Н. Экологическая пластичность урожайности озимой пшеницы при возделывании по различным предшественникам в засушливых условиях Восточного Предкавказья. *Аграрная наука*. 2022; (10): 106–110. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-363-10-106-110>
- Хужахметова А.Ш. Экологическая пластичность орехоплодных культур в условиях интродукции. *Современные тенденции развития науки и производства. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции*. Кемерово: Западно-Сибирский научный центр. 2016; 3: 49–52. <https://www.elibrary.ru/vmsxpz>
- Стрельников И.И. Исследование стратегий адаптивной пластичности растений в ботанических садах. *Донецкие чтения — 2016. Образование, наука и вызовы современности. Материалы I Международной научной конференции*. Донецк: Издательство Южного федерального университета. 2016; 1: 286–287. <https://www.elibrary.ru/ntuobh>
- Туршув М.О. Интродукция и экологическая пластичность горных видов зверобоя (*Hypericum L.*) в Ботаническом саду ННГУ. *Биосистемы: организация, поведение, управление. Тезисы докладов 69-й Всероссийской школы-конференции молодых ученых*. Нижний Новгород: Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского. 2016; 157. <https://www.elibrary.ru/ysmorl>
- Исмагилов К.Р. Основные направления эффективного использования природных ресурсов в растениеводстве. *Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы. VI Национальная научно-практическая конференция*. Кемерово: Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия. 2021; 214–218. <https://www.elibrary.ru/dksfnp>
- Жученко А.А. Рожь — важнейшая продовольственная и кормовая культура России. *Агропродовольственная политика России*. 2012; (3): 14–21. <https://www.elibrary.ru/pwyurb>
- Исмагилов Р.Р., Абдуллоев В.Х. Сравнительный анализ формирования урожайности озимых зерновых культур в южной лесостепи Республики Башкортостан. *Вестник Башкирского государственного аграрного университета*. 2021; (1): 11–16. <https://doi.org/10.31563/1684-7628-2021-57-1-11-16>

ОБ АВТОРАХ

Камиль Рафаэлевич Исмагилов

кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник
ismagilovkr@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0212-116X>

Роза Рифгатовна Каюмова

научный сотрудник
roza.kr@yandex.ru

Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства — обособленное структурное подразделение Уфимского научно-исследовательского центра Российской академии наук, ул. им. Рихарда Зорге, 19, Уфа, 450059, Россия

REFERENCES

- Ismagilov K.R., Shakirzyanov A.Kh., Karimov I.K., Kadikov R.K. Spring wheat varieties ecological plasticity in the Republic of Bashkortostan cis-Ural steppe. *Bulletin of KrasGAU*. 2022; (9): 80–86 (in Russian). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-9-80-86>
- Zhuchenko A.A. Ecological genetics of cultivated plants and problems of agricultural sphere. Moscow: *Agrorus*. 2004; 1: 688 (in Russian). ISBN 5-9900364-1-8
- Zhuchenko A.A. Ecological genetics of cultivated plants and problems of agricultural sphere. Moscow: *Agrorus*. 2004; 2: 1153 (in Russian). ISBN 5-9900364-1-8
- Zaikina E.A., Ismagilov K.R., Kuluev B.R. Search for SNP markers of stress tolerance in the *TaDREB1* and *TaWRKY19* genes of bread wheat in the Cis-Ural steppe zone. *Ecological Genetics*. 2022; 20(3): 183–192 (in Russian). <https://doi.org/10.17816/ecogen106945>
- Shvarts S.S. Ecological regularities of evolution. Moscow: *Nauka*. 1980; 278 (in Russian).
- Pakudin V.Z., Lopatina L.M. Assessment of ecological plasticity and stability of varieties of agricultural crops. *Agricultural Biology*. 1984; 19(4): 109–113 (in Russian).
- Litun P.P. Interaction of genotype and environment in genetic and selection studies and methods of its study. *Problems of selection and evaluation of selection material*. Kyiv: Naukova dumka. 1980; 63–92 (in Russian).
- Yusufov A.G. Homeostasis and its significance in ontogenesis of plants. *Agricultural Biology*. 1983; 18(1): 25–34 (in Russian).
- Turbin N.V., Khotyleva L.V., Kaminskaya L.N. Periodic selection in plant breeding. Minsk: *Nauka i tekhnika*. 1976; 144 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/sksuhj>
- Finlay K.W., Wilkinson G.N. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1963; 14(2): 742–754. <https://doi.org/10.1071/ar9630742>
- Goncharenko A.A. Ecological stability of grain crop varieties and tasks of breeding. *Grain Economy of Russia*. 2016; (3): 31–37 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/wlasmv>
- Manukyan I.R., Abieva T.S., Doguzova N.N. Ecological plasticity of winter triticale varieties in the conditions of the foothill zone of the North Caucasus. *Agrarian science*. 2022; (7–8): 152–156 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-152-156>
- Utambetov D.U., Allashov G. Results of the assessment of the productivity and resistance to environmental factors of winter wheat varieties in the conditions of the Republic of Karakalpakstan. *Agrarian science*. 2020; (4): 63–66 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-337-4-63-66>
- Morozov N.A., Khodzhaeva N.A., Khripunov A.I., Obshchiya E.N. Ecological plasticity of winter wheat yield when cultivating on different predecessors in arid conditions of Eastern Caucasus. *Agrarian science*. 2022; (10): 106–110 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-363-10-106-110>
- Khuzhakhmetova A.Sh. Ecological plasticity of nut-fruit cultures in the conditions of introduction. *Modern trends in the development of science and production. Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference*. Kemerovo: West-Siberian Scientific Center. 2016; 3: 49–52 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/vmsxpz>
- Strelnikov I.I. Study of Strategies of Adaptive Plasticity of Plants in Botanical Gardens. *Donetsk readings 2016. Education, science and challenges of our time. Proceedings of the I International Scientific Conference*. Donetsk: Southern Federal University. 2016; 1: 286–287 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ntuobh>
- Turushev M.O. Introduction and ecological plasticity of mountain species of *Hypericum L.* in the Botanical Garden of UNN. *Biosystems: organization, behavior, management. Theses of reports of the 69th All-Russian School-Conference of Young Scientists*. Nizhny Novgorod: National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod. 2016; 157 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ysmorl>
- Ismagilov K.R. The main directions of effective use of natural resources in plant growing. *Actual scientific and technical means and agricultural problems. VI National Scientific and Practical Conference*. Kemerovo: Kuzbass State Agricultural Academy. 2021; 214–218 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/dksfnp>
- Zhuchenko A.A. Rye — the most important food and fodder culture of Russia. *Agro-food policy in Russia*. 2012; (3): 14–21 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/pwyurb>
- Ismagilov R.R., Abdulloev W.H. Comparative analysis of winter crops formation in the southern forest steppe in the Republic of Bashkortostan. *Vestnik Bashkir State Agrarian University*. 2021; (1): 11–16 (in Russian). <https://doi.org/10.31563/1684-7628-2021-57-1-11-16>

ABOUT THE AUTHORS

Kamil Rafaelevich Ismagilov

Candidate of Economic Sciences, Leading Researcher
ismagilovkr@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0212-116X>

Roza Rifgatovna Kayumova

Researcher
roza.kr@yandex.ru

Bashkir Research Institute of Agriculture, a separate structural unit of the Ufa Research Center of the Russian Academy of Sciences, 19 Richard Sorge Str., Ufa, 450059, Russia