

УДК 633.17:631.52

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-105-109

**А.К. Антимонов,
О.Н. Антимонova** ✉*Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова — филиал Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Кинель, Россия*

✉ antimonovaolga@list.ru

Поступила в редакцию:
04.10.2022Одобрена после рецензирования:
30.12.2022Принята к публикации:
15.02.2023

Вклад и значимость индексов селектируемых признаков в формировании прибавки урожайности проса посевного

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Показаны вклад и значимость индексов селектируемых признаков в формировании прибавки урожайности проса сорта Россиянка в конкурсном сортоиспытании. Цель исследования — изучить значимость и долю влияния индексов селектируемых признаков в формировании высокопродуктивных сортов проса посевного.

Методика. Научные исследования проводились на базе лаборатории селекции и семеноводства крупяных и сорговых культур Поволжского НИИСС — филиала Самарского федерального исследовательского центра РАН. Объект исследования — данные структурного анализа растений и урожайности семян проса посевного сорта Россиянка (селекции Поволжского НИИСС) в сравнении с сортом — стандартом Саратовское 6 в питомнике конкурсного сортоиспытания за 2005–2021 гг. Исследования проводились в соответствии с Методикой Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. Оценка селектируемых признаков и вклад каждого из них в формирование продуктивности проводили методом множественной регрессии в программе «Статистика».

Результаты. Многолетние исследования показали, что для формирования высокопродуктивной статистической модели проса посевного в условиях лесостепи Самарской области наиболее значимые индексы селектируемых признаков — количество зерен в метелке (от 103%, или 221 шт. на одно продуктивное растение) и число продуктивных стеблей (не менее 126%, или 176 шт/м²). Вклад этих главных предикторов дает дисперсию прибавки урожайности в 6 случаях из 10.

Ключевые слова: просо посевное, сорт, селекция, урожайность, селекционные индексы

Для цитирования: Антимонов А.К., Антимонova О.Н. Вклад и значимость индексов селектируемых признаков в формировании прибавки урожайности проса посевного. *Аграрная наука*. 2023; 369(4): 105–109. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-105-109>

© Антимонов А.К., Антимонova О.Н.

Contribution and significance of the indices of the selection features in the formation of an increase in the yield of seed millet

ABSTRACT

Relevance. The article shows the contribution and significance of the indices of the selection traits in the formation of an increase in the yield of millet of the Rossiyanika variety in the competitive variety testing. The purpose of the study is to study the significance and share of the influence of the indices of the selection traits in the formation of highly productive varieties of millet.

Methodology. Scientific research was carried out on the basis of the laboratory of breeding and seed production of cereals and sorghum crops of the Volga Research Institute of the Russian Academy of Sciences. The object of the study is the data of the structural analysis of plants and the yield of millet seeds of the Rossiyanika seed variety (selection of the Volga NIIS) in comparison with the standard variety Saratovskoye 6 in the nursery of competitive variety testing for 2005–2021. The research was conducted in accordance with the Methodology of the State Commission for Variety Testing of Agricultural Crops. The evaluation of the selected features and the contribution of each of them to the formation of productivity was carried out by the method of multiple regression in the program «Statistics».

Results. Long-term studies have shown that for the formation of a highly productive statistical model of millet sown in the conditions of the forest-steppe of the Samara region, the most significant indices of the selection features are: the number of grains in a panicle (from 103%, or 221 pcs. per productive plant) and the number of productive stems (at least 126%, or 176 pcs/m²). The contribution of these main predictors gives the variance of the yield increase in 6 cases out of 10.

Key words: seed millet, variety, selection, yield, index of the selectable trait

For citation: Antimonov A.K., Antimonova O.N. Contribution and significance of the indices of the selection features in the formation of an increase in the yield of seed millet. *Agrarian science*. 2023; 369(4): 105–109. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-105-109> (In Russian).

© Antimonov A.K., Antimonova O.N.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-105-109

**Aleksandr K. Antimonov,
Olga N. Antimonova** ✉*Volga Research Institute of Breeding and seed production named after P.N. Konstantinova — branch of Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Kinel', Russia*

✉ antimonovaolga@list.ru

Received by the editorial office:
04.10.2022Accepted in revised:
30.12.2022Accepted for publication:
15.02.2023

Введение / Introduction

Чтобы получить генетически стабильную высокоурожайную модель сорта с высокими хозяйственно ценными признаками, необходимо путем многократного индивидуального отбора анализировать организм во взаимодействии «генотип — среда» в течение нескольких лет, так как биологические и физиологические свойства растений тесно связаны с климатическими условиями и варьируют по годам, что в итоге отражается в морфологической структуре растения, на основании которой мы «конструируем» модель сорта. Для создания любых сортов используют различные методы адаптивной селекции с учетом взаимодействия генотипа и среды [1–6].

В зоне рискованного земледелия Среднего Поволжья (с дефицитом или неравномерным распределением осадков) адаптировать сорт к резко меняющимся погодным условиям чрезвычайно сложно. И хотя просо посевное относится к засухоустойчивым культурам позднего срока сева, оно достаточно уязвимо к недостатку влаги, особенно на начальном этапе морфогенеза. В «сухие» экстремальные годы растения просо не могут развить мощную вегетативную массу и ассимиляционный аппарат, поэтому на постоянный потенциально высокий урожай надеяться не приходится, но всегда появляются индивидуумы, которые по урожайности всё же превосходят стандартный сорт. В этом случае стоит обращать внимание на продуктивность семьи проса посевного, своего рода модульную систему, главными компонентами которой являются число продуктивных стеблей на 1 м, масса 1000 зерен и количество зерен в метелке.

По мнению В.А. Драгавцева и Н.В. Кочериной, модуль — это элементарная единица описания организации системы количественного признака. Он состоит из трех взаимосвязанных признаков — одного результирующего и двух компонентных. Модуль позволяет изучать элементы системы в нерасчлененном целом, давая количественную оценку динамике процессов, кинетике состояния системы и оценку вклада каждого компонента модуля в результирующий признак. Отсюда познание генетической организации конкретного количественного признака только по параметрам генотипических распределений становится в принципе невозможным без тщательного анализа динамики лимитирующих факторов среды, действующих на компоненты конкретного модуля по фазам их становления в онтогенезе. Эти авторы отмечают восемь индексов, периодически используемых в генетико-селекционной практике и литературе. Они хорошо работают в селекционных технологиях. Однако их использование требует тщательного анализа их информативности на фоне разных лимитирующих факторов внешней среды.

Информация, которую несет на себе индекс, применяемый на ранних этапах селекции, может быть ненужной для результатов отбора или, наоборот, очень полезной. Это зависит от действия лимфакторов на компоненты индекса и от «вывода» на них разных спектров генов в разных средах [7].

В исследованиях авторы нашли применение индексу селектируемого признака (J_s) на основе структуры урожая, проводимое на протяжении всего селекционного процесса, который позволяет отобрать лучшие семьи по элементам, слагающим продуктивность растений. Прибавка в урожайности создается за счет влияния этих компонентов друг на друга у сравниваемых сортов. Эти различия выражаются как отношение компонента

структуры урожая более продуктивного сорта (номера, линии) к тому же компоненту менее продуктивного сорта (номера, линии или стандарта). В каждом году при испытании набора сортов (линий, номеров) выбранный наиболее перспективный образец должен отличаться от менее урожайного сорта (обычно стандарта) на величину, равную или превышающую наименьшую существенную разность (НСР). Отношение двух данных признаков и получило название индекса селектируемого признака. Для оценки значения каждого J_s в формировании продуктивности имеет значение интервал колебания индекса по годам у компонентов структуры урожая, обуславливающих превышение продуктивности одного сорта (номера, линии) над другим. При этом некоторые из компонентов структуры у высокоурожайного сорта могут не отличаться или даже быть меньше по значению, чем у низкоурожайного сорта, то есть J_s будет равен (или менее) 100% [8–11]. Поэтому изучение влияния и вклада индекса селектируемого признака в прибавке урожайности будущих новых сортов проса играет большую роль в селекционном процессе, причем необходимо охватить достаточно большой промежуток времени. В нашем примере он составляет 16 лет (2005–2021 гг., за исключением 2010 г.).

Цель исследования — изучить значимость и долю влияния индексов селектируемых признаков в выведении высокопродуктивных сортов проса посевного.

Материалы и методы исследования / Materials and method

Исследования проводились на базе лаборатории селекции и семеноводства крупяных и сорговых культур на селекционных питомниках Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова — филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук (Поволжского НИИСС — филиала СамНЦ РАН) в рамках государственного задания (рег. № ААА-А-19-119051690057-0).

Почвы представлены в основном черноземами обыкновенными среднегумусными (7,5–8,5%) среднесильными тяжелосуглинистыми.

Агроклиматические условия в годы исследований были засушливыми (ГТК = 0,53–0,63). Объект исследования — данные структурного анализа растений (число продуктивных стеблей на 1 кв. м, масса 1000 зерен и количество зерен в метелке (у одного продуктивного растения) и урожайности семян проса посевного Россиянка (селекции Поволжского НИИСС) в сравнении со стандартом Саратовское 6 в питомнике конкурсного сортоиспытания за 2005–2021 гг. (за исключением 2010 г.). Предшественник — яровой ячмень. Агротехника возделывания — общепринятая для проса посевного в данном регионе. Посев осуществляли селекционной сеялкой ССФК-7М в оптимальные сроки (III декада мая), когда почва на глубине заделки семян основательно прогрелась до 15–16 °С, с нормой высева 3,5 млн всхожих семян на 1 га. Площадь учетной делянки — 25 м², повторность опыта — четырехкратная.

Исследования проводились в соответствии с Методикой Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур [12], J_s рассчитывали по методике, разработанной В.Е. Тихоновым [8].

$$J_s = K_y / K_x \cdot 100,$$

где: J_s — индекс селективируемого признака; K_y — компонент структуры урожая более урожайного сорта; K_x — то же, но у стандарта или менее урожайного сорта.

Оценку селективируемых признаков и вклад каждого из них в формирование продуктивности проводили методом множественной регрессии в программе «Статистика».

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Для формирования статистической модели проса посевного в условиях Среднего Поволжья по селективируемым признакам и выявления закономерности в дисперсии прибавки урожайности необходимо провести описательную статистику предикторов культуры проса, которая показана в таблице 1 на примере сорта Россиянка за определенный период времени (2005–2021 гг.).

Вариабельность индекса массы 1000 зерен незначительна и достаточно стабильна по годам ($K_v = 5,8\%$). Остальные предикторы имели средние колебания ко-

эффициента вариации — от 13,51 до 14,29%, над чем следует еще поработать в селекционном процессе, но тем не менее это неплохие показатели в резко континентальном климате во взаимодействии растений «генотип — среда».

Методом множественной регрессии было выявлено влияние структурных элементов и J_s на формирование продуктивности зерна проса посевного Россиянка в условиях Самарской области за длительный промежуток времени (16 лет) (табл. 2).

Результаты множественной регрессии структурных элементов показывают на тесную связь урожайности проса со всеми компонентами независимых признаков (число продуктивных стеблей, масса 1000 зерен, количество зерен в метелке), так как коэффициент множественной корреляции (R) равен 0,989. Доля в вариации урожайности, обусловленная действием независимых признаков (коэффициент детерминации R_2), равна 0,991, или 99,1%. Уровень значимости (p) равен 0,0000, что свидетельствует об адекватности данной регрессионной модели.

При множественной регрессии изучаемые независимые признаки имеют разные единицы измерения, что делает их несопоставимыми, поэтому для сравнительной оценки воздействия каждого независимого признака (фактора) на урожайность эти переменные выражают в долях среднеквадратического отклонения (стандартизированные коэффициенты регрессии β).

Из таблицы 2 видно, что из всех признаков наибольший и значимый вклад в изменение урожайности вносит количество зерен в метелке ($\beta = 0,999$) с долей влияния фактора 69,0%. Среднюю силу связи показало число продуктивных стеблей ($\beta = 0,539$) с долей фактора 20,2%. Слабая зависимость урожайности сложилась от массы 1000 зерен ($\beta = 0,144$) с долей фактора 9,8%.

Эффект комбинированного влияния сильного и среднего фактора на урожайность зерна представлен на рисунке 1.

Аналогичная тенденция прослеживается и по индексам селективируемых признаков, где основная доля влияния на вариацию прибавки урожайности в лесостепи Самарской области принадлежит индексам количества зерен в метелке (около 40,0%, то есть 4 года из 10) и числа продуктивных стеблей (20,2%, то есть 2 года из 10). В сумме эти главные предикторы дают дисперсию прибавки урожайности в 6 случаях из 10. Доля влияния индекса массы 1000 зерен составляет около 5%, и вариация прибавки урожайности за счет этого предиктора будет встречаться один раз в 10 лет. Это означает, что селекцию по этому признаку на прибавку урожайности вести долгосрочно, но всё же на крупность

Таблица 1. Описательная статистика предикторов регрессионной модели прибавки урожайности проса Россиянка относительно стандарта

Table 1. Descriptive statistics of predictors the regression model of the yield increase of the Russiyanka millet variety relative to the standard

Предиктор	Среднее	Минимум	Максимум	Стандартное отклонение	K_v , %
J_s урожайности, %	125,4	104,0	157,0	16,95	13,51
J_s числа продуктивных стеблей, %	106,9	85,0	147,0	15,29	14,29
J_s массы 1000 зерен, %	119,3	104,0	129,0	6,92	5,80
J_s числа зерен в метелке, %	102,1	82,0	134,0	13,96	13,68

K_v — коэффициент вариации признака.

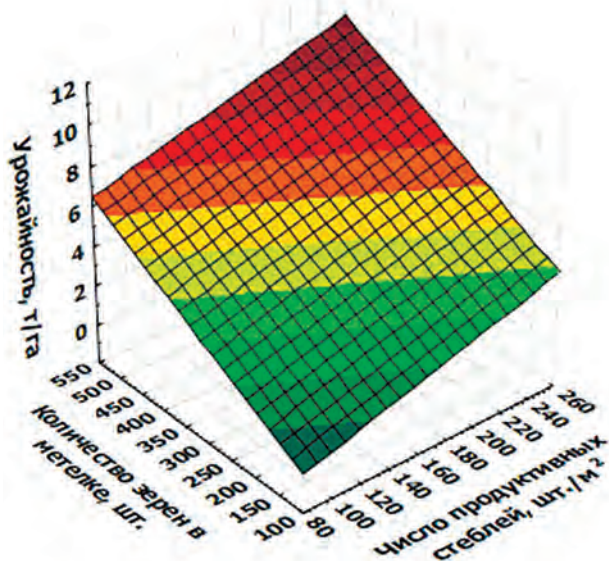
Таблица 2. Влияние структурных элементов и J_s на формирование прибавки урожайности зерна проса Россиянка

Table 2. The influence of structural elements and J_s on the formation of an increase in the yield of millet grain Rossiyanka

Независимая переменная	Коэффициент регрессии (β)	Стандартная ошибка	Уровень значимости (p)	Доля влияния фактора, %
Влияние структурных элементов				
Свободный член	-8,284	1,163	0,0000	-
Число продуктивных стеблей, шт/м ²	0,539	0,028	0,0000	20,2
Масса 1000 зерен, г	0,144	0,032	0,0007	9,8
Количество зерен в метелке, г	0,999	0,032	0,0000	69,0
Для полной регрессии: стандартная ошибка оценки — 0,163 т/га. Коэффициент множественной детерминации $R_2 = 0,991$. Коэффициент множественной корреляции $R = 0,989$.				
Влияние индексов селективируемых признаков				
Свободный член	-94,743	78,752	0,0037	-
J_s числа продуктивных стеблей, %	0,549	0,180	0,0101	21,3
J_s массы 1000 зерен, %	0,182	0,189	0,055	4,9
J_s количество зерен в метелке, %	0,823	0,191	0,0010	39,9
Для полной регрессии: стандартная ошибка оценки — 11,03. Коэффициент множественной детерминации $R_2 = 0,6611$. Коэффициент множественной корреляции $R = 0,813$				

Рис. 1. Зависимость урожайности зерна проса посевного от числа продуктивных стеблей и количества зерен в метелке

Fig. 1. The dependence of the yield of millet grain on the number of productive stems and the number of grains in the panicle



зерна следует обращать внимание, ввиду того что повышаются технологичность семян и крупные достоинства зерна.

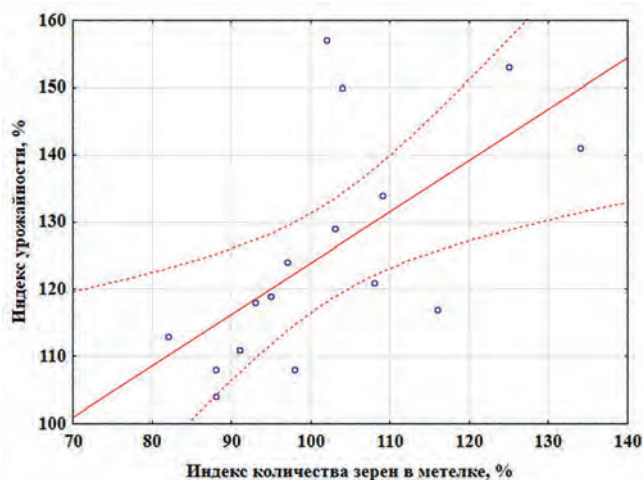
Подобная тенденция соотношений индексов селективируемых признаков на прибавку урожайности проса посевного прослеживается в исследованиях НИИСХ Юго-Востока [10] и Соль-Илецком ГСУ [11].

С практической точки зрения, изобразив показатели индекса количества зерен в метелке графически (рис. 2), видно, что прибавка урожайности за счет озерненности метелки от 103% (221 шт.) и выше является наиболее продуктивной.

Оптимальным количеством растений проса посевного в условиях Самарской области является

Рис. 2. Зависимость прибавки урожайности зерна проса от индекса количества зерен в метелке на одно продуктивное растение

Fig. 2. The dependence of the increase in millet grain yield on the index of the number of grains in a panicle per productive plant



300–350 шт/м². Поэтому, не переходя границу этого параметра, в формировании прибавки урожайности селективируемый индекс должен быть не менее 126% (176 шт/м²).

Выводы / Conclusion

Для формирования высокопродуктивной статистической модели проса посевного в условиях лесостепи Самарской области наиболее значимые индексы селективируемых признаков — количество зерен в метелке (от 103%, или 221 шт. на одно продуктивное растение) и число продуктивных стеблей (не менее 126%, или 176 шт/м²). Вклад этих главных предикторов дает дисперсию прибавки урожайности в 6 случаях из 10.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Материалы подготовлены в рамках государственного задания (per. № AAAA-A19-119051690057-0).

FUNDING

The materials were prepared within the framework of the state task (reg. No. AAAA-A19-119051690057-0).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Антимонова О.Н., Антимоньев А.К., Косых Л.А., Сыркина Л.Ф. Урожайность и параметры адаптивности перспективных сортов проса посевного в условиях лесостепи Самарской области. *Известия Самарского научного центра РАН*. 2019; 21(6): 9–14.
- Жученко А.А. Возможности создания сортов и гибридов растений с учетом изменения климата. *Стратегия адаптивной селекции полевых культур в связи с глобальным изменением климата. Сборник материалов международной научно-практической конференции*. Саратов: Сателлит. 2004; 10–16.

REFERENCES

- Antimonova O.N., Antimonov A.K., Kosykh L.A., Syrkina L.F. Yield and parameters adaptability of promising varieties of millet in the conditions of forest-steppe of the Samara region. *Izvestia of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2019; 21(6): 9–14. (In Russian)
- Zhuchenko A.A. Possibilities of creating varieties and hybrids of plants taking into account climate change. *Strategy of adaptive breeding of field crops in connection with global climate change. Collection of proceedings of the international scientific and practical conference*. Saratov: Satellit. 2004; 10–16. (In Russian)

3. Kalagare V.S., Meenakshi ganesan N., Iyanar K., Chitdeshwari T., Chandrasekhar C.N. Strategy of multiple selection indices for discrimination of potential genotypes and associated traits for yield improvement in pearl millet [*Pennisetum glaucum* L. R.Br.]. *Electronic Journal of Plant Breeding*. 2022; 12(3): 895–906. <https://doi.org/10.37992/2021.1203.124>
4. Rao M.N., Reddy M.S.S. Combining ability of grain yield components in pearl millet. *Journal of Research, Andhra Pradesh Agricultural University*. 1989; 17: 14–18.
5. Ильин В.А. Селекция проса в Поволжье. Дисс. докт. с.-х. наук. Саратов. 1984; 367.
6. Dehinwal A.K., Yadav Y.P., Kumar A., Sivia S.S. Correlation and path coefficient analysis for different biometrical and harvest plus traits in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). *Research in Environment and Life Sciences*. 2017; 10(5): 407–410.
7. Кочерина Н.В., Драгавцев В.А. Введение в теорию эколого-генетической организации полигенных признаков растений и теорию селекционных индексов. Санкт-Петербург: *Салезианский центр «Дон Боско»*. 2008; 87. eLIBRARY ID: 21391240
8. Тихонов В.Е. Селекционные индексы и тактика отбора зерновых культур в степной зоне Урала. *Аграрная наука*. 2010; (7): 12–14. eLIBRARY ID: 15228638
9. Тихонов В.Е., Долгалева К.М., Долгалева М.П. Параметры модели сорта яровой твердой пшеницы для условий степи оренбургского Предуралья. *Вестник ОГУ*. 2005; (5): 125–127.
10. Камалеев Р.Д., Неверов А.А., Мороз И.В. Значимость индексов селективных признаков в формировании прибавки урожайности проса посевного. *Известия Оренбургского аграрного университета*. 2021; (5): 42–46. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2021-91-5-42-46>
11. Тихонов В.Е., Неверов А.А. Методологические основы селекции проса с использованием прогнозных оценок селекционных индексов в степном Предуралье. *Аграрный вестник Юго-Востока*. 2017; (1): 41–46. eLIBRARY ID: 30594553
12. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Москва: *Госсорткомиссия*. 2019; 1: 329. Режим доступа: https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2019/08/metodica_1.pdf [дата обращения 03.10.2022]

ОБ АВТОРАХ:

Александр Константинович Антимонов,

кандидат сельскохозяйственных наук,
Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова — филиал Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук,
ул. Шоссейная, 76, пгт. Усть-Кинельский, Самарская обл., 446442, Россия
antimonov.63@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3926-5834>

Ольга Николаевна Антимонova,

кандидат сельскохозяйственных наук,
Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова — филиал Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук,
ул. Шоссейная, 76, пгт. Усть-Кинельский, Самарская обл., 446442, Россия
antimonovaolga@list.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0634-5635>

3. Kalagare V.S., Meenakshi ganesan N., Iyanar K., Chitdeshwari T., Chandrasekhar C.N. Strategy of multiple selection indices for discrimination of potential genotypes and associated traits for yield improvement in pearl millet [*Pennisetum glaucum* L. R.Br.]. *Electronic Journal of Plant Breeding*. 2022; 12(3): 895–906. <https://doi.org/10.37992/2021.1203.124>
4. Rao M.N., Reddy M.S.S. Combining ability of grain yield components in pearl millet. *Journal of Research, Andhra Pradesh Agricultural University*. 1989; 17: 14–18.
5. Ilyin V.A. Millet breeding in the Volga region. Doctoral (Agricultural Sciences) Thesis. Saratov. 1984; 367. (In Russian)
6. Dehinwal A.K., Yadav Y.P., Kumar A., Sivia S.S. Correlation and path coefficient analysis for different biometrical and harvest plus traits in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). *Research in Environment and Life Sciences*. 2017; 10(5): 407–410.
7. Kochergina N.V., Dragavtsev V.A. Introduction to the theory of ecological and genetic organization of polygenic plant traits and the theory of breeding indices. St. Petersburg: *Salesian Centre Don Bosco*. 2008; 87. (In Russian) eLIBRARY ID: 21391240
8. Tikhonov V.E. Selection indices and tactics of grain crops selection in the Steppe zone of the Ural. *Agrarian science*. 2010; (7): 12–14. (In Russian) eLIBRARY ID: 15228638
9. Tihonov V.E., Dolgalev K.M., Dolgalev M.P. Parameters of model of the firm summer wheat breede for conditions of the Orenburg Preduralye steppe. *Vestnik OSU*. 2005; (5): 125–127. (In Russian)
10. Kamaleev R.D., Neverov A.A., Moroz I.V. Significance of selection traits indices in the formation of an increase in the yield of seed millet. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021; (5): 42–46. (In Russian) <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2021-91-5-42-46>
11. Tikhonov V.E., Neverov A.A. Methodological bases of the breeding millet using predictive estimates of selection indices in the Steppe Urals. *Agrarian Reporter of South-East*. 2017; (1): 41–46. (In Russian) eLIBRARY ID: 30594553
12. Methodology of state variety testing of agricultural crops. Moscow: *Gossortcommission*. 2019; 1: 329. Available from: https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2019/08/metodica_1.pdf [accessed 3 October, 2022] (In Russian)

ABOUT THE AUTHORS:

Alexander Konstantinovich Antimonov,

Candidate of agricultural Sciences,
Volga Research Institute of Breeding and seed production named after P.N. Konstantinova — branch of Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences,
76 Shosseynaya str, vileg Ust'-Kinel'skiy, Samara region, 446442, Russia
antimonov.63@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3926-5834>

Olga Nikolaevna Antimonova,

Candidate of agricultural Sciences,
Volga Research Institute of Breeding and seed production named after P.N. Konstantinova — branch of Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences,
76 Shosseynaya str, vileg Ust'-Kinel'skiy, Samara region, 446442, Russia
antimonovaolga@list.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0634-5635>