

СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ / PLANT BREEDING, SEED PRODUCTION AND BIOTECHNOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.126.45>

ОПТИМАЛЬНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ РИСА

Научная статья

Костылев П.И.^{1*}, Краснова Е.В.², Аксенов А.В.³

¹ ORCID : 0000-0002-4371-6848;

² ORCID : 0000-0002-4716-5676;

³ ORCID : 0000-0002-6641-878X;

^{1,2,3} Аграрный научный центр «Донской», Зерноград, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (p-kostylev[at]mail.ru)

Аннотация

В статье представлены результаты изучения влияния ряда количественных признаков на продуктивность риса. Для повышения урожайности риса нужно создавать новые сорта с желательными признаками. Цель исследования – изучить влияние элементов структуры урожая на продуктивность риса контрольного питомника. В результате исследований проведен анализ варьирования величин признаков у образцов риса, установлены закономерности их влияния на продуктивность. Наибольшая урожайность 7,5-8,0 т/га формируется при наличии оптимальных значений признаков: высота – 90-95 см, длина метелок – 16-17 см, количество колосков на метелке – 110-120 штук, масса 1000 зерен – 32-36 г, количество продуктивных стеблей на 1 м² – 300-350 шт. Полученные оптимальные величины можно использовать при формировании модели сорта.

Ключевые слова: рис, урожайность, элементы структуры, контрольный питомник.

THE OPTIMAL VALUES OF QUANTITATIVE CHARACTERISTICS FOR MAXIMUM RICE PRODUCTIVITY

Research article

Kostylev P.I.^{1*}, Krasnova Y.V.², Aksenov A.V.³

¹ ORCID : 0000-0002-4371-6848;

² ORCID : 0000-0002-4716-5676;

³ ORCID : 0000-0002-6641-878X;

^{1,2,3} Agricultural Research Center “Donskoy”, Zernograd, Russian Federation

* Corresponding author (p-kostylev[at]mail.ru)

Abstract

The article presents the results of studying the effect of a number of quantitative traits on rice productivity. It is necessary to create new varieties with desirable traits in order to increase rice productivity. The aim of the research is to study influence of elements of yield structure on productivity of control farm rice. As a result of research, analysis of variation of trait values in rice samples was carried out and regularities of their influence on productivity were established. The highest productivity 7,5-8,0 t/ha is formed at presence of optimum values of traits: height – 90-95 cm, length of panicles – 16-17 cm, number of ears on panicle – 110-120 units, weight of 1000 grains – 32-36 g., number of productive stems on 1 m² – 300-350 pieces. The obtained optimum values can be used in the formation of the variety model.

Keywords: rice, yield, structure elements, control farm.

Введение

Рис является одной из самых распространенных в мире сельскохозяйственных культур. Для увеличения его производства необходимо повышать урожайность, поскольку уже использованы все возможные земельные площади. Поэтому повышение потенциала продуктивности это основная цель селекционной работы в современную эпоху. Элементы структуры урожая относятся к таким признакам растения риса, которые напрямую влияют на продуктивность. К ним относятся число метелок на квадратном метре, количество налившихся зерен в метелке и масса каждой зерновки. Теоретическую урожайность можно определить, если перемножить эти величины [1]. На них значительно влияют генетические, погодные, почвенные и другие факторы. Жизненный цикл растений очень сложен и многогранен, изменяясь от совокупности факторов.

Число зерен в метелке контролируется генотипом сорта и густотой стояния. Большинство сортов риса обычно дают от 80 до 140 зерен на метелке; чем больше густота размещения растений, тем меньше число зерен в метелке. Количество зерен в метелке определяется в процессе ее дифференциации. Разреженный стеблестой способствует производству большого количества продуктивных стеблей и зерен на метелке, но из-за генетического предела числа зерновок в метелке, такие растения на полях с пониженной густотой не смогут производить достаточное количество зерна на гектаре. Жизненный цикл растений очень сложный и многогранный, он отражается только совокупностью всех факторов. Поэтому при изучении составляющих компонентов урожайности нужно учитывать все показатели его структуры. Сравнительный анализ компонентов урожайности необходим для моделирования морфотипа растения на базе оптимальных величин элементов структуры урожайности и выведения наиболее продуктивных сортов.

Взаимоотношения между урожайностью риса и его компонентами широко изучались на фенотипическом уровне. Многие исследователи определили наличие положительных корреляций урожайности с количеством растений на площади, метелок и колосков на растении, а также с массой зерновки [2], [3], [5], [6].

Селекция компонентов урожайности для повышения урожайности зерна может быть более эффективной, если они хорошо наследуются и являются генетически независимыми, а также положительно коррелируют с урожайностью зерна [7]. Однако очень трудно судить о том, является ли наблюдаемая изменчивость в высокой степени наследственной или нет. Кроме того, знание наследуемости необходимо для улучшения с помощью отбора, поскольку оно указывает на возможность передачи признака будущим поколениям [8].

Высокая и средняя наследуемость и генетический прогресс были зарегистрированы для таких признаков, как продолжительность вегетации, высота растений, длина метелки, количество зерен на метелке, масса метелки и количество метелок на растении. Это предполагает, что эти признаки в первую очередь находятся под генетическим контролем, и отбор по их фенотипическим характеристикам может быть успешным. Урожайность зерна показала значительную положительную корреляцию с количеством побегов на растении ($r = 0,58$), массой метелки ($r = 0,60$) и количеством зерен на метелке ($r = 0,52$). Полученные результаты позволяют предположить, что эти признаки можно использовать для селекции на урожайность зерна [9].

Китайские ученые изучили обширный набор данных о признаках 7686 сортов риса, выпущенных с 1978 по 2017 год, для анализа взаимосвязи между урожайностью и другими агрономическими признаками. Они обнаружили, что более высокие значения таких признаков, высота растения, длина метелки, как количество зерен на метелке, масса 1000 зерен, период вегетации, количество метелок на единице площади обеспечили высокие урожаи зерна [10].

Цель исследования – изучить влияние элементов структуры урожая на продуктивность риса контрольного питомника.

Методы и принципы исследования

Исследования проводились в ОП «Пролетарское» в Пролетарском районе Ростовской области в 2020-2021 гг. Полевые учеты проводили по методике полевого опыта Доспехова Б.А. (2011) [11]. 80 образцов контрольного питомника высевали на делянках площадью 10 м² засевали в двукратной повторности сеялкой Деметра. Стандарт – сорт Южанин. Учет стеблестоя проводили на закрепленных площадках по всходам и перед уборкой урожая. Определяли густоту стеблестоя, высоту и продуктивность отдельных растений, длину метелок, число зерен на них, массу зерна с делянки и др. Уборку урожая проводили напрямую комбайном КС 575. Урожайность пересчитывали с учетом 14% влажности. Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программы Excel, построение графиков – в программе Statistica 8.

Основные результаты

Высота изучаемых образцов в КП колебалась от 65 до 95 см. Средняя высота составила 81,6 см, на 6,1 см ниже стандарта Южанин (87,7 см). Корреляционный анализ показал, что высота растений риса имела среднюю положительную связь с урожайностью ($r=0,34\pm 0,09$), низкую с вегетационным периодом ($r=0,15\pm 0,09$).

Это связано в значительной степени с криволинейными зависимостями. Взаимосвязь высоты растений образцов КП с их урожайностью показана на рисунке 1. Наиболее урожайными, около 7 т/га, были образцы с высотой растений 90-95 см.

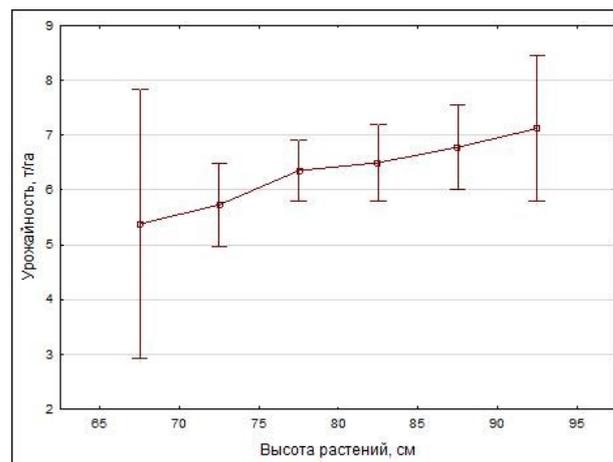


Рисунок 1 - Зависимость урожайности от высоты растений образцов КП
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.126.45.1>

Метелки у большинства образцов были средними, от 12,0 до 21,3 см (в среднем 14,6), у высокорослых сортов они были длиннее. Корреляция длины метелок с высотой растений составляет $0,39\pm 0,09$; продолжительностью вегетационного периода – $0,15\pm 0,05$; числом стеблей к уборке – $0,55\pm 0,10$, с количеством колосков – $0,32\pm 0,10$, с остальными признаками корреляция либо отсутствовала (кустистость, масса стебля), либо принимала отрицательные значения (пустозерность). Максимальная урожайность около 7,8 т/га, формируется у группы образцов со средними плотными метелками длиной 16-18 см, а затем плавно снижается у длиннometельчатых форм (рисунок 2).

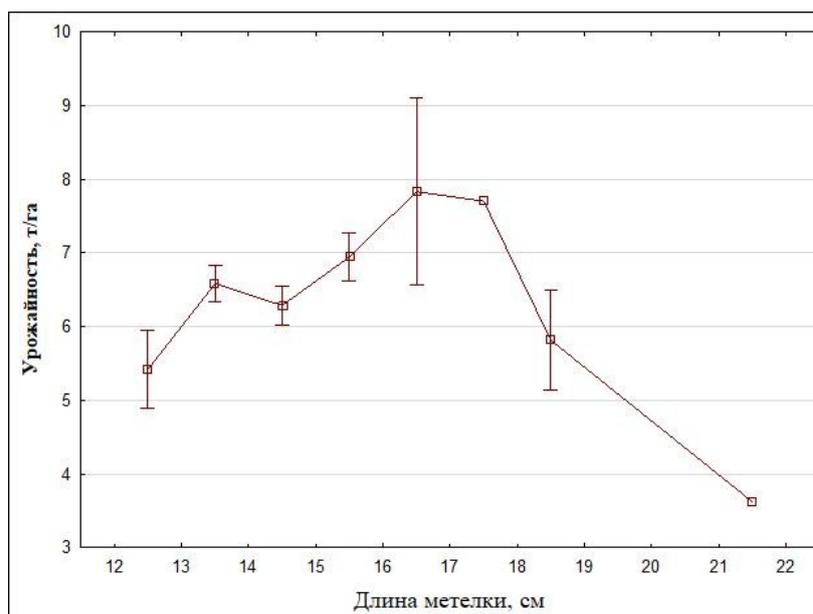


Рисунок 2 - Зависимость урожайности от длины метелок образцов КП
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.126.45.2>

Продуктивность метелки определяется количеством колосков на ней, поскольку данный компонент структуры урожая закладывается и формируется в первую очередь. Если на ранних этапах развития сформировалось малое количество органов, например колосков, это может быть компенсировано другими органами, которые образуются позже, например увеличением массы зерновки. Поэтому уменьшение урожайности от снижения числа элементов структуры, формирующихся в начале развития, может быть незначительным в результате возможной компенсации.

Наоборот, элементы продуктивности, которые формируются в конце онтогенеза растений, редко могут быть компенсированы, потому уменьшение урожайности может быть существенным. Малое число продуктивных стеблей может компенсироваться в онтогенезе увеличением количества колосков в метелке, меньшее число колосков - повышением массы 1000 зерен [1].

Среднее количество выполненных зерен в КП в среднем за 2 года составило 111,7 штук (от 67,5 до 161,5). Среднее количество колосков на метелке составило 120,7 штук (от 85 до 167), у стандарта Южанин - 130.

Число колосков имеет сильную положительную корреляцию с плотностью метелки ($0,84 \pm 0,07$), среднюю положительную - с массой зерна с метелки ($0,57 \pm 0,09$), массой стебля ($0,43 \pm 0,08$), отрицательную - с числом растений по всходам и к уборке, числом продуктивных стеблей, массой 1000 зерен, с остальными признаками связь была слабой, либо отсутствовала.

Анализ графика зависимости урожайности от количества колосков на метелке показал четырехвершинность, сначала при увеличении числа колосков в метелке средняя урожайность резко возрастает до максимума 7,25 т/га у образцов, имеющих 110-120 колосков на метелке, затем плавно снижается до 6,3 т/га (рисунок 3).

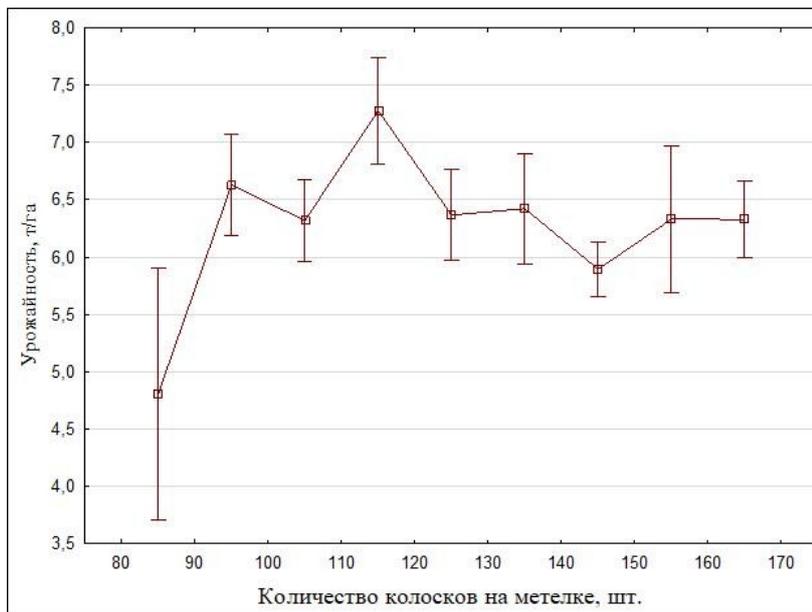


Рисунок 3 - Зависимость урожайности от количества колосков на метелке у образцов КП
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.126.45.3>

Масса зерна с метелки у изучаемых образцов в среднем составила 2,87 г и колебалась от 2,03 до 3,96 г, у стандарта Южанин масса зерна с метелки составила в среднем 3,50 г. Масса зерна с метелки имела сильную положительную корреляцию с массой одного стебля ($r = 0,92 \pm 0,13$), среднюю – с количеством колосков ($r = 0,57 \pm 0,13$), количеством зерен ($r = 0,56 \pm 0,13$), массой 1000 зерен ($r = 0,39 \pm 0,11$), высотой растений ($r = 0,30 \pm 0,11$), плотностью метелки ($r = 0,25 \pm 0,13$). Отрицательная средняя корреляция отмечена с количеством растений и стеблей на 1 м².

Особая роль массы зерновки, сравнительно с другими компонентами урожая, заключается в том, что закладка и формирование зерновки происходит в сжатые сроки и уменьшение ее массы не может быть компенсировано никакими другими элементами урожая. Колебания в массе 1000 зерен были значительными и составляли от 21,4 до 42,1 г, в среднем 29,6 г, что ниже стандарта Южанин – 31,0 г. Этот признак имел среднюю положительную корреляцию с массой зерна с метелки ($r = 0,39 \pm 0,11$), массой 1 стебля ($r = 0,41 \pm 0,11$) и слабую – с высотой растений ($r = 0,16 \pm 0,08$). С остальными признаками связь отсутствовала или была отрицательная. Наибольшая урожайность формировалась у образцов с массой 1000 зерен в пределах 32-36 г (рисунок 4).

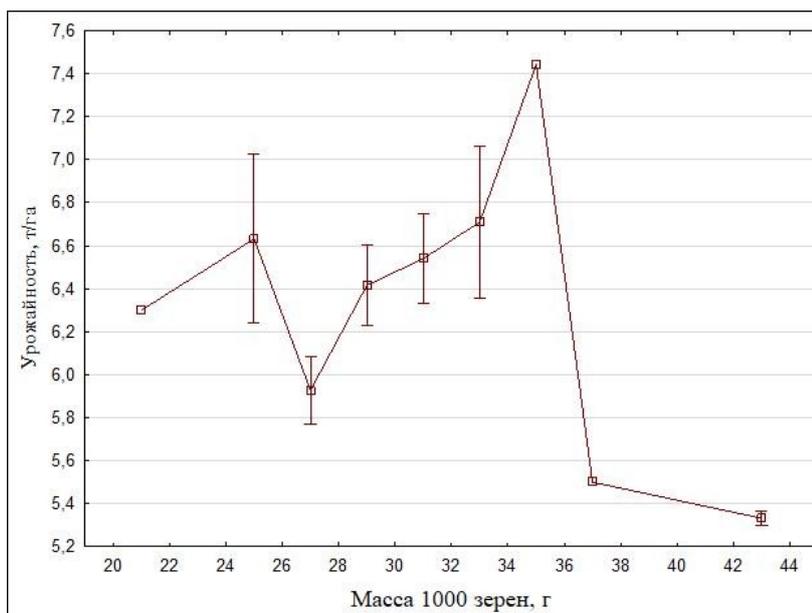


Рисунок 4 - Зависимость урожайности от массы 1000 зерен у образцов КП
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.126.45.4>

Кустистость колебалась от 1,3 до 2,9 стеблей на растении, в среднем – 2,1. Количество продуктивных стеблей на 1 м² варьировало по сортам от 93 до 322 (в среднем 194), определяя их урожайность. Наиболее высокая урожайность зерна формировалась при густоте продуктивного стеблестоя 300-350 стеблей на 1 м² (рисунок 5).

Максимальная урожайность зерна риса формируется тогда, когда количество стеблей на единице площади и число колосков на метелке имеют оптимальные значения: 300-350 шт./м² и 110-120 шт./метелке, соответственно. Поэтому нужно создавать такие сорта, которые незначительно снижают массу зерна с метелки при увеличении плотности посева. Полученные оптимальные величины можно использовать при формировании модели сорта.

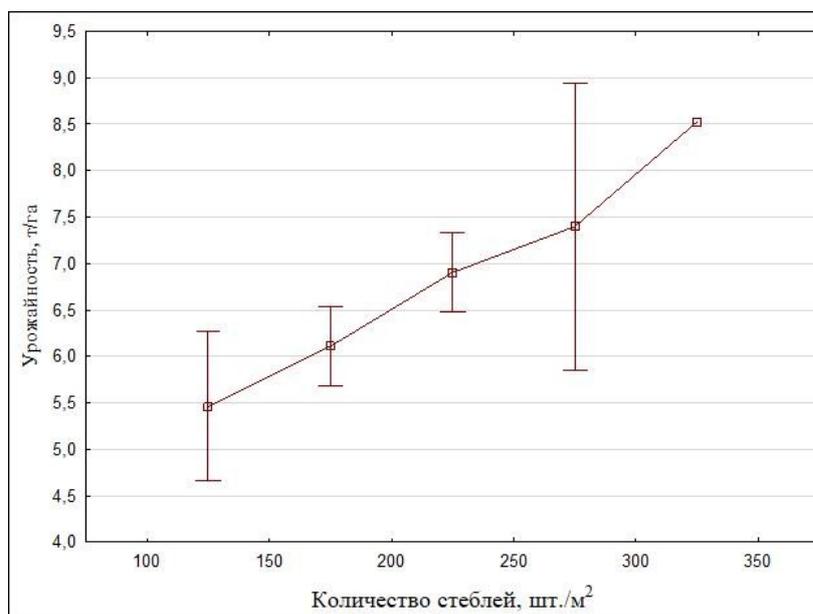


Рисунок 5 - Зависимость урожайности риса от количества продуктивных стеблей на 1 м²
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.126.45.5>

Обсуждение

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что для достижения высокой продуктивности необязательно стремиться к максимальной выраженности признака, являющегося компонентом структуры урожая. Зачастую, это физиологически невозможно, например масса зерновки и их количество на метелке отрицательно коррелируют. Поэтому необходимо сочетать в растении оптимальные генетически обусловленные величины признаков, которые обеспечивают формирование максимальной урожайности.

Заключение

1. Проведен анализ элементов структуры урожая, установлены закономерности их влияния на продуктивность.
2. Наибольшая урожайность формируется при наличии оптимальных значений признаков: высота – 90-95 см, длина метелок – 16-17 см, количество колосков на метелке – 110-120 штук, масса 1000 зерен – 32-36 г, количество продуктивных стеблей на 1 м² – 300-350 шт.
3. Полученные оптимальные величины можно использовать при формировании модели сорта.

Благодарности

Авторы благодарят лаборантов и рабочих лаборатории селекции и семеноводства риса за помощь в проведении структурного анализа урожайности.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Acknowledgement

The authors express their gratitude to the laboratory assistants and workers of the Laboratory of Rice Selection and Seed Farming for their help in the structural analysis of yield.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Воробьев Н.В. Физиологические основы формирования урожая риса / Н.В. Воробьев — Краснодар: Просвещение-Юг, 2013. — 405 с.
2. Sharma R.S. Correlation studies in upland rice. / R.S. Sharma, S.D. Choubey // Indian J. Agron. — 1985. — № 30(1). — p. 87-88.
3. Prasad G.S.V. Genetic relationship among yield components in rice (*Oryza sativa* L.). / G.S.V. Prasad, A.S.R. Prasad, M.V.S. Shastry et al. // Indian J. Agric. Sci. — 1988. — № 58(6). — p. 470-472.

4. Bai N.R. Correlation of yield and yield components in medium duration rice cultivars. / N.R. Bai, R. Devika, A. Regina et al. // *Environ. Ecol.* — 1992. — № 10. — p. 469-470.
5. Dhanraj A. Studies on character association in F2 generation of ten selected crosses in rice (*Oryza sativa* L.). / A. Dhanraj, C.A. Jagadish // *Res.-A FAU.* — 1987. — № 15. — p. 64-65.
6. Sürek H. Diallel analysis of some quantitative characters in F1 and F2 generations in rice (*Oryza sativa* L.). / H. Sürek, K.Z. Korkut // *Egyptian J. Agric. Res.* — 1988. — № 76(2). — p. 651-663.
7. Ramakrishnan S.H. Association analysis of some yield traits in rice (*Oryza sativa* L.). / S.H. Ramakrishnan, C.R. Amandakumar, S. Saravanan et al. // *J. App. Sci. Res.* — 2006. — № 2(7). — p. 402-404.
8. Sabesan T. Genetic variability and correlation for yield and grain quality characters of rice grown in coastal saline lowland of Tamiluadu. / T. Sabesan, R. Suresh, K. Saravanan // *Electr. J. Plant Breed.* — 2009. — № 1. — p. 56-59.
9. Akinwale M.G. Heritability and correlation coefficient analysis for yield and its components in rice (*Oryza sativa* L.). / M.G. Akinwale, G. Gregorio, F. Nwilene et al. // *African Journal of Plant Science.* — 2011. — № 5(3). — p. 207-212.
10. Li R. Exploring the Relationships Between Yield and Yield-Related Traits for Rice Varieties Released in China From 1978 to 2017. / R. Li // *Front Plant Sci.* — 2019. — № 10. — p. 543. — DOI: 10.3389/fpls.2019.00543
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов — М.: Альянс, 2011. — 352 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Vorob'ev N.V. Fiziologicheskie osnovy' formirovaniya urozhaya risa [Physiological bases of rice crop formation] / N.V. Vorob'ev — Krasnodar: Prosveshhenie-Yug, 2013. — 405 p. [in Russian]
2. Sharma R.S. Correlation studies in upland rice. / R.S. Sharma, S.D. Choubey // *Indian J. Agron.* — 1985. — № 30(1). — p. 87-88.
3. Prasad G.S.V. Genetic relationship among yield components in rice (*Oryza sativa* L.). / G.S.V. Prasad, A.S.R. Prasad, M.V.S. Shastry et al. // *Indian J. Agric. Sci.* — 1988. — № 58(6). — p. 470-472.
4. Bai N.R. Correlation of yield and yield components in medium duration rice cultivars. / N.R. Bai, R. Devika, A. Regina et al. // *Environ. Ecol.* — 1992. — № 10. — p. 469-470.
5. Dhanraj A. Studies on character association in F2 generation of ten selected crosses in rice (*Oryza sativa* L.). / A. Dhanraj, C.A. Jagadish // *Res.-A FAU.* — 1987. — № 15. — p. 64-65.
6. Sürek H. Diallel analysis of some quantitative characters in F1 and F2 generations in rice (*Oryza sativa* L.). / H. Sürek, K.Z. Korkut // *Egyptian J. Agric. Res.* — 1988. — № 76(2). — p. 651-663.
7. Ramakrishnan S.H. Association analysis of some yield traits in rice (*Oryza sativa* L.). / S.H. Ramakrishnan, C.R. Amandakumar, S. Saravanan et al. // *J. App. Sci. Res.* — 2006. — № 2(7). — p. 402-404.
8. Sabesan T. Genetic variability and correlation for yield and grain quality characters of rice grown in coastal saline lowland of Tamiluadu. / T. Sabesan, R. Suresh, K. Saravanan // *Electr. J. Plant Breed.* — 2009. — № 1. — p. 56-59.
9. Akinwale M.G. Heritability and correlation coefficient analysis for yield and its components in rice (*Oryza sativa* L.). / M.G. Akinwale, G. Gregorio, F. Nwilene et al. // *African Journal of Plant Science.* — 2011. — № 5(3). — p. 207-212.
10. Li R. Exploring the Relationships Between Yield and Yield-Related Traits for Rice Varieties Released in China From 1978 to 2017. / R. Li // *Front Plant Sci.* — 2019. — № 10. — p. 543. — DOI: 10.3389/fpls.2019.00543
11. Dospexov B.A. Metodika polevogo opy'ta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) [Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results)] / B.A. Dospexov — М.: Al'yans, 2011. — 352 p. [in Russian]