

3. Филиппов Е.Г., Донцова А.А. Селекция озимого ячменя. Ростов н/Д.: Книга, 2014. 208 с.
4. Алабушев А.В., Раева С.А. Производство зерна в России. Ростов н/Д.: Книга, 2013. 144 с.
5. Лопатко Ю.П., Филиппов Е.Г. Технология возделывания ячменя. Ростов н/Д.: Книга, 2013. С. 67–73.

Reference

1. Alabushev A.V. Sostoyanie i puti ehffektivnosti otrasli rastenievodstva [The state and ways of efficiency of plan-growing branch]. Rostov n/D.: Kniga, 2012. 384 s.
2. Doncova A.A., Filippov E.G., Raeva S.A. Sostoyanie proizvodstva i sortovoj sostav v Rostovskoj oblasti [The state of production and varietal composition in the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 4(34). S. 40–44.
3. Filippov E.G., Doncova A.A. Selekcija ozimogo yachmenya [Winter barley breeding]. Rostov n/D: Kniga, 2014. 208 s.
4. Alabushev A.V., Raeva S.A. Proizvodstvo zerna v Rossii [Grain production in Russia]. Rostov n/D: Kniga, 2013. 144 s.
5. Lopat'ko Yu.P., Filippov E.G. Tekhnologiya vozdel'vaniya yachmenya [Barley cultivation technology]. Rostov n/D: Kniga, 2013. S. 67–73.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.11:631.52

DOI 10.31367/2079-8725-2018-58-4-32-34

РОЛЬ ФЛАГОВОГО ЛИСТА И ОСТЕЙ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ (ОБЗОР)

С.Н. Громова, агроном, аспирант,
LavrrvaSVN@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8627-279X;
П.И. Костылев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
зав. лабораторией селекции и семеноводства риса,
p-kostylev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3

В данной статье представлены результаты проведенного анализа научной литературы о влиянии размеров флаговых листьев и остей на формирование урожайности озимой пшеницы. Немаловажная роль в увеличении продуктивности заложена в генетическом потенциале сорта, который можно реализовать на основе знаний о его биологических особенностях. Продуктивность представляет собой комплексный признак, который контролируется сложной генетической системой, тесно взаимодействующей со многими факторами внешней среды. Важными компонентами биологического и сельскохозяйственного урожая пшеницы являются величина и продолжительность работы ассимиляционной поверхности. Многими исследователями показано, что величина и продолжительность работы фотосинтезирующей поверхности листьев выступают основными факторами, лимитирующими урожай в определенных условиях произрастания растений, а показатели величины листовой поверхности коррелируют с урожаем зерна. Фотосинтезирующими органами озимой пшеницы являются не только листья, но и стебель, колос, ости и др. Проведенный анализ научной литературы показал, что нет единого мнения о влиянии флаговых листьев и остей колоса на формирование урожайности пшеницы. Поэтому необходимо провести исследования и оценку роли флагового листа и остей в формировании продуктивности растений озимой пшеницы в условиях Ростовской области.

Ключевые слова: озимая пшеница, флаговый лист, ости, продуктивность, корреляции, селекция, фотосинтез.



THE ROLE OF FLAG LEAVES AND AWNS IN THE FORMATION OF WINTER WHEAT PRODUCTIVITY (REVIEW)

S.N. Gromova, agronomist, post graduate, LavrrvaSVN@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8627-279X;
P.I. Kostylev, Doctor of Agricultural Sciences, professor, head of the laboratory of rice breeding and seed-growing,
p-kostylev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848
FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3

The article presents the results of the conducted analysis of research works about the effect of size of flag leaves and awns on winter wheat productivity. The genetic potential of the variety, which can be realized on the basis of its biologic characteristics largely influences on its productivity. Productivity is a complex trait that is controlled by a complex genetic system closely connected with many factors of environment. The size and duration of assimilation surface are the most important components of biologic and agricultural yield of wheat. Many researchers showed that the amount and duration of photosynthesis by leaf surface are the main factors limiting productivity in the definite conditions of growing, and the size of leaf surface correlates with grain productivity. Photosynthetic parts of winter wheat include not only leaves, but also stems, heads, awns, etc. The conducted analysis of the literature showed that there is no consensus on the effect of flag leaves on wheat yield formation. Therefore it's necessary to fulfill the study and evaluation of the part of flag leaves and awns in the formation of winter soft wheat productivity in the Rostov region.

Keywords: winter wheat, flag leaves, awns, productivity, correlation, breeding, selection, photosynthesis.

Введение. Немаловажная роль в увеличении продуктивности заложена в генетическом потенциале сорта, который можно реализовать на основе знаний о его биологических особенностях (Ерошенко, 2006). Продуктивность – это комплексный признак, который контролируется сложной генетической системой, тесно взаимодействующей со многими факторами внешней среды (Юсов и Евдокимов, 2011). Главными компонентами биологического и сельскохозяйственного урожая пшеницы являются величина и продолжительность работы ассимиляционной поверхности. Многими исследователями доказано, что величина и продолжительность работы фотосинтезирующей поверхности листьев выступают основными факторами, лимитирующими урожай в определенных условиях произрастания растений, а показатели величины листовой поверхности коррелируют с урожайностью зерна. Ассимилирующими органами озимой пшеницы являются не только листья, но и другие органы (стебель, элементы колоса) (Громова и Костылев, 2017).

Sharma и др. (2003) считают, что флаговый лист имеет самую высокую фотосинтетическую активность по сравнению с другими ассимилирующими органами. В исследованиях С.Б. Лепехова и Н.И. Коробейникова (2012) отмечается прямая зависимость между размерами общей площади листьев, урожаем биомассы и зерна. S. Dere (2006) приводит данные о высокой сопряженности числа зерен в колосе и средней массы одного зерна с размерами верхнего листа пшеницы.

По исследованиям, проведенным Г.Н. Гудаковой (2008), корреляционная связь урожайности с площадью флагового листа сильная ($r = 0,71$), а с площадью второго сверху листа средняя ($r = 0,68$), то есть оба листа почти в одинаковой степени определяли налив зерна. По данным автора, в условиях зоны Северного Кавказа максимальной урожайностью обладают сорта с площадью флагового листа больше 20 см^2 . Доказано, что урожайность зерна зависит не только от размеров листьев, но и от их расположения в пространстве друг относительно друга, от размеров чешуй и остей колоса.

В период налива зерна ассимилирующая поверхность формируется в основном за счет двух верхних листьев, размеры которых тесно коррелируют с продуктивностью колоса (Лукьяненко, 1990). По мнению других ученых, во время всего онтогенеза пшеницы преимущество в повышении урожая принадлежит листьям верхних ярусов (Slafer [et al.], 1994). Наибольший вклад в урожайность при этом принадлежит флаговым листьям. P. Borill [et al.] (2015) было высказано предположение, что замедленное старение листьев может продлить процесс налива зерна и таким образом увеличить урожайность пшеницы. Они обнаружили, что растения пшеницы (*Triticum aestivum*) с замедленным старением листьев производят на 40% больше фотосинтеза, чем контрольные, но имеют такую же скорость и продолжительность накопления крахмала во время

налива зерна и массу 1000 зерен (Borill [et al.], 2015). Также растения пшеницы с замедленным старением листьев являются предпочтительными во многих программах селекции, поскольку считается, что они имеют повышенную устойчивость к заболеваниям и засухе (Munir [et al.], 2007). Другие авторы считают, что замедленное старение листьев может привести к наиболее регулярному переносу ассимилятов к зерну и улучшению налива зерна (Hafsi [et al.], 2013).

По данным зарубежных исследователей, урожайность пшеницы положительно коррелирует с площадью флагового листа, длиной колоса, числом зерен в колосе, массой зерна с колоса и массой 1000 зерен. В.И. Чиков (2008) отмечает, что увеличение длительности работы листьев повышает продуктивность растений. В исследованиях других авторов сообщается о наличии положительной взаимосвязи между массой зерна главного колоса и продолжительностью функционирования двух верхних листьев после колошения ($r = 0,59$) (Лепехов и Коробейникова, 2012). Т. Kichey и другие (2007) приводят данные о положительных корреляциях между урожайностью зерна и размерами флаговых листьев пшеницы.

Ряд исследователи полагают, что вклад флаговых листьев и остей составляет более 40% в формирование массы зерна с колоса у пшеницы (Akmal [et al.], 2000). Исследования А.В. Сидорова и А.В. Плехановой (2013) показывают, что вклад остей в формирование урожайности зависит от генетических особенностей сорта и условий года. В условиях засухи роль остей в снабжении колоса продуктами фотосинтеза значительно возрастает. В некоторых случаях преимущество остистых форм перед безостыми по урожаю достигает 4 ц/га.

Установлено, что удлинение остей приводит к увеличению фотосинтеза. Если флаговый лист функционирует в течение вегетации, то наличие остей не влияет на формирование зерна, но когда лист поражен болезнями, фотосинтез остей может восполнить роль флага в налив зерна (Юсов и Евдокимов, 2011). Исследованиями других селекционеров обнаружено, что растения пшеницы, принадлежащие к разновидности *lutescens*, превосходят остистые формы по длине флагового листа и его площади. Однако озерненность и продуктивность колоса остаются выше у форм *erythrospermum*. Отсутствие флагового листа приводит к снижению крупности зерна изучаемых генотипов, причем значительное уменьшение массы 1000 зерен (в среднем на 10 г) наблюдается у безостых форм (Голева и др., 2016).

Проведенный анализ научной литературы показал, что нет единого мнения о влиянии флаговых листьев и остей колоса на формирование урожайности пшеницы. Поэтому необходимо провести исследования и оценку роли флагового листа и остей в формировании продуктивности растений озимой пшеницы в условиях Ростовской области.

Библиографические ссылки

- Голева Г.Г., Ващенко Т.Г., Крюкова Т.И., Голев А.Д. Роль флаговых листьев в формировании продуктивности растений озимой мягкой пшеницы (*Triticum Aestivum* L.) // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2016. № 2(49). С. 31–42.
- Громова С.Н., Костылев П.И. Зависимость урожайности озимой пшеницы от размера флаговых листьев // Инновации в науке и практике: сб. статей по мат. III Междунар. науч.-практ. конференции (10 ноября 2017 г., г. Прага). В 4 ч. Ч. 4. Уфа: Дендра. 2017. С. 141–146.
- Гудакова Г.Н. Связь морфотипов листа с урожайностью у сортов озимой мягкой пшеницы // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. 2008. № 4. С. 105–107.
- Ерошенко Ф.В. Особенности фотосинтетической деятельности сортов озимой пшеницы: монография. Ставрополь: Сервисшкола, 2006. 200 с.
- Лепехов С.Б., Коробейников Н.И. Сопряженность площади двух верхних листьев с массой зерна главного колоса яровой пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. № 11(97). С. 57–60.

6. Лукьяненко П.П. Избранные труды. М.: Агропромиздат, 1990. 428 с.
7. Сидоров А.В., Плеханов А.В. Роль остей в формировании урожая и качества зерна яровой пшеницы // Вестник КрасГАУ. 2013. № 9. С. 99–102.
8. Чиков В.И. Эволюция представлений о связи фотосинтеза с продуктивностью растений // Физиология растений. 2008. Т. 55, № 1. С. 140–154.
9. Юсов В.С., Евдокимов М.Г. Влияние площади флагового листа и длины остей на формирование массы зерна главного колоса твердой пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 11(85). С. 71–74.
10. Akmal M., Shah S.M. and M. Asim. Yield performance in three commercial wheat varieties due to flag leaf area. Pakistan // Journal of Biological Sciences. 2000. № 3. P. 2072–2074.
11. Borill P., Fahy B., Smith A.M., Uaya C. Wheat Grain Filling is Limited by Grain Filling Capacity Rather than the Duration of Flag leaf photosynthesis: A Case Study using NAM RNAi plants. PLoS ONE. 2015. 10 (8): e0134947. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134947>.
12. Dere S., Yildirim M. Inheritance of grain yield per plant, flag leaf width, and length in an 8 x 8 diallel cross population of bread wheat (*T. aestivum* L.) // Birkat Turkish Journal of Agriculture & Forestry. 2006. Issue 6, vol. 30. 339 p.
13. Hafsi M., Hadji A., Guendouz A., Maamari K. Relationship between flag leaf senescence and grain yield in durum wheat grown under drought conditions // Journal of Agronomy. 2013. № 12. P. 69–77.
14. Kichey T., Hirel B., Heumez E., Dubois F., Gouis J. In winter wheat (*Triticum aestivum* L.), post-anthesis nitrogen uptake and remobilization to the grain correlates with agronomic traits and nitrogen physiological markers // Field Crops Res. 2007. Vol. 102. № 1. P. 22–32.
15. Munir M., Chowdhry M. A. and Malik T. A. Correlation studies among yield and its components in bread wheat // Int. J. Agri. Biol. 2007. Vol. 9. № 2. P. 287–290.
16. Sharma S.N., Sain R.S., Sharma R.K. The genetic control of flag leaf length in normal and late sown durum wheat // The Journal of Agricultural Science. 2003. № 141. P. 323–331.
17. Slafer G.A., Satorre E.H., Andrade F.H. Increases in grain yield in bread wheat from breeding and associated physiological changes // Genetic improvement of field crops. Marcel Dekker, Inc. N. Y., 1994. P. 1–68.

References

1. Goleva G.G., Vashchenko T.G., Kryukova T.I., Golev A.D. Rol' flagovyh list'ev v formirovanii produktivnosti rastenij ozimoy myagkoj pshenicy (*Triticum Aestivum* L.) [The part of flag leaves in the formation of winter soft wheat productivity (*Triticum Aestivum* L.)] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 2(49). S. 31–42.
2. Gromova S.N., Kostylev P.I. Zavisimost' urozhajnosti ozimoy pshenicy ot razmera flagovyh list'ev [Dependence of winter wheat productivity on flag leaves] // Innovacii v nauke i praktike: sb. statej po mat. III Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii (10 noyabrya 2017 g., g. Praga). V 4 ch. Ch.4. Ufa: Dendra. 2017. S. 141–146.
3. Gudakova G.N. Svyaz' morfotipov lista s urozhajnost'yu u sortov ozimoy myagkoj pshenicy [Correlation of leaf morphotype with winter soft wheat productivity] // Vestnik Adygejskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 4: Estestvenno-matematicheskie i tekhnicheskie nauki. 2008. № 4. S. 105–107.
4. Eroshenko F.V. Osobennosti fotosinteticheskoy deyatel'nosti sortov ozimoy pshenicy: monografiya [Peculiarities of winter wheat photosynthesis: monograph]. Stavropol': Servisshkola, 2006. 200 s.
5. Lepekhov S.B., Korobejnikov N.I. Sopryazhennost' ploshchadi dvuh verhnih list'ev s massoj zerna glavnogo kolosa yarovoj pshenicy [Correlation of square of two top leaves with kernel weight of the main head of spring wheat] // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. № 11 (97). S. 57–60.
6. Luk'yanenko P.P. Izbrannye rudy [Selected works]. M.: Agropromizdat, 1990. 428 s.
7. Sidorov A.V., Plekhanov A.V. Rol' ostey v formirovanii urozhaya i kachestva zerna yarovoj pshenicy [The part of awns in formation of productivity and quality of spring wheat] // Vestnik KrasGAU. 2013. № 9. S. 99–102.
8. Chikov V.I. Ehvoljuciya predstavlenij o svyazi fotosinteza s produktivnost'yu rastenij [Evolution of ideas about correlation of photosynthesis with plant productivity] // Fiziologiya rastenij. 2008. T. 55, № 1. S. 140–154.
9. Yusov V.S., Evdokimov M.G. Vliyanie ploshchadi flagovogo lista i dliny ostey na formirovanie massy zerna glavnogo kolosa tvrdoj pshenicy [The effect of leaf square and awn length on the formation of kernel weight of the main head of durum wheat] // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. № 11(85). S. 71–74.
10. Akmal M., Shah S.M. and M. Asim. Yield performance in three commercial wheat varieties due to flag leaf area. Pakistan // Journal of Biological Sciences. 2000. № 3. P. 2072–2074.
11. Borill P., Fahy B., Smith A.M., Uaya C. Wheat Grain Filling is Limited by Grain Filling Capacity Rather than the Duration of Flag leaf photosynthesis: A Case Study using NAM RNAi plants. PLoS ONE. 2015. 10 (8): e0134947. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134947>.
12. Dere S., Yildirim M. Inheritance of grain yield per plant, flag leaf width, and length in an 8 x 8 diallel cross population of bread wheat (*T. aestivum* L.) // Birkat Turkish Journal of Agriculture & Forestry. 2006. Issue 6, vol. 30. 339 p.
13. Hafsi M., Hadji A., Guendouz A., Maamari K. Relationship between flag leaf senescence and grain yield in durum wheat grown under drought conditions // Journal of Agronomy. 2013. № 12. P. 69–77.
14. Kichey T., Hirel B., Heumez E., Dubois F., Gouis J. In winter wheat (*Triticum aestivum* L.), post-anthesis nitrogen uptake and remobilization to the grain correlates with agronomic traits and nitrogen physiological markers // Field Crops Res. 2007. Vol. 102. № 1. P. 22–32.
15. Munir M., Chowdhry M. A. and Malik T. A. Correlation studies among yield and its components in bread wheat // Int. J. Agri. Biol. 2007. Vol. 9. № 2. P. 287–290.
16. Sharma S.N., Sain R.S., Sharma R.K. The genetic control of flag leaf length in normal and late sown durum wheat // The Journal of Agricultural Science. 2003. № 141. P. 323–331.
17. Slafer G.A., Satorre E.H., Andrade F.H. Increases in grain yield in bread wheat from breeding and associated physiological changes // Genetic improvement of field crops. Marcel Dekker, Inc. N. Y., 1994. P. 1–68.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.