

- nome-wide association and prediction of grain and semolina quality traits in durum wheat breeding populations. *Plant Genome*. 2017.10(3).doi: 10.3835/plantgenome2017.05.0038.
- 5 Maccaferri M., Harris N. S., Twardziok S. O., Pasam R. K., Gundlach H., Spannagl M., et al. Durum wheat genome highlights past domesticationsignatures and future improvement targets. *Nat. Genet.* 2019. 51. P. 885–895. doi: 10.1038/s41588-019-0381-3.
- 6 Wang S., Xu S., Chao S., Sun Q., Liu S., Xia G. A genome-wide association study of highly heritable agronomic traits in durum wheat. *Front. Plant Sci.* 2019. 10. 919. doi: 10.3389/fpls.2019.00919.
- 7 Мережко А.Ф., Удачин Р.А., Зуев В.Е. Методические указания по изучению мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале / С.-Петербург: ВИР им. Н.И. Вавилова. 1997. 59 с.
- 8 Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: ООО «Группа Компаний Море». 2019. Вып. 1. 384 с.
- 9 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/datasets/genome/GCA_900231445.1
- 10 Li Mei, Zhang Ya-Wen, Zhang Ze-Chang, Xiang Yu, Liu Ming-Hui, Zhou Ya-Hui, Zuo Jian-Fang, Zhang Han-Qing, Chen Ying, Zhang Yuan-Ming. A compressed variance component mixed model for detecting QTNs, and QTN-by-environment and QTN-by-QTN interactions in genome-wide association studies. *Molecular Plant*. 2022. 15(4). P. 630–650.
- 11 Wang Jiabo & Zhang Zhiwu. GAPIT Version 3: Boosting Power and Accuracy for Genomic Association and Prediction. *Genomics, Proteomics & Bioinformatics*. 2021. 19. doi: 10.1016/j.gpb.2021.08.005.

DOI 10.18699/GPB2024-110

Физиологическое развитие коллекционных сортообразцов яровой твердой пшеницы

*Юсова О.А. *, к.с.-х.н., в.н.с.; Юсов В.С., к.с.-х.н., в.н.с.; Глушаков Д.А., м.н.с.*

Омский аграрный научный центр, г. Омск, Россия

**email: yusova@anc55.ru*

Приведена сравнительная характеристика сортов яровой твердой пшеницы по общей ассимиляционной поверхности растений, накопления сухой биомассы, фотосинтетического потенциала, чистой продуктивности фотосинтеза в фенологических фазах кущения, выхода в трубку и цветения.

Ключевые слова: сорт, фотосинтез, сухая биомасса, урожайность.

Physiological development of collection varieties of spring durum wheat

*Yusova O.A. *, Yusov V.S., Glushakov D.A.*

FSBSI "Omski Agricultural Scientific Center ", Omsk, Russia

**email: yusova@anc55.ru*

A comparative description of spring durum wheat varieties is given for the total assimilation surface of plants, accumulation of dry biomass, photosynthetic potential, net photosynthetic productivity in the phenological phases of tillering, booting and flowering.

Key words: variety, photosynthesis, dry biomass, yield.

В связи с тем, что пшеница играет основополагающую роль в создании продовольственного фонда зерна [1], в сельхозпроизводстве требуются именно высокоурожайные сорта. При этом размер урожая определяется, в том числе, и фотосинтетической деятельностью растений (размеры, быстрота развития, продолжительность и эффективность работы фотосинтетического аппарата) [2]. Как правило, в модель сорта пшеницы уже заложены физиологические параметры – в первую очередь это площадь листьев, фотосинтетический потенциал, продуктивность фотосинтеза [3]. Все перечисленные элементы и процессы фотосинтетической деятельности тесно связаны и каждый из них зависит от условий внешней среды.

Цель исследований – по основным признакам продуктивности и физиологического развития растений выделить перспективные генотипы из коллекционного материала яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* L.).

Для решения поставленной задачи рассчитаны следующие показатели: общая ассимиляционная поверхность (ОАП) [4], фотосинтетический потенциал (ФП) [5], накопление и распределение сухой биомассы, чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), коэффициент хозяйственной эффективности колоса (К.хоз.) [6] с последующей математической обработкой [7]. Кластерный анализ проведен по методу Варда [8] с помощью пакета STATISTICA 6, а также пакета программ Office и R version 4.1.2 [9].

Исследуемые нами показатели фотосинтетической активности и продуктивности значительно различались по годам, находясь в диаметрально противоположных плоскостях относительно осей координат (рис. 1).

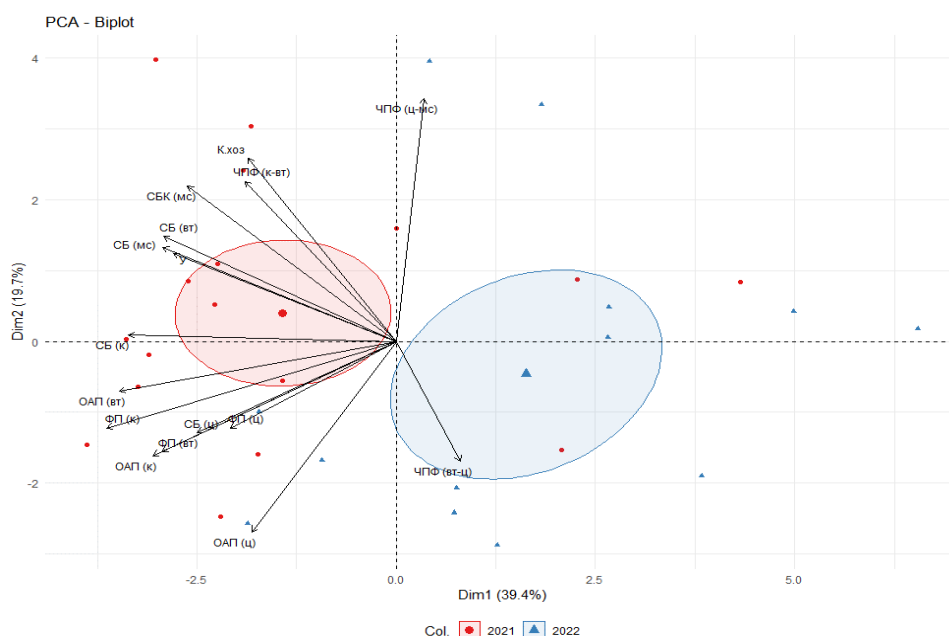


Рис. 1. Характеристика формирования основных показателей фотосинтетической активности и продуктивности в зависимости от условий года

В среднем за период исследований, общая ассимиляционная поверхность растений яровой твердой пшеницы в фазе кущения составила 24,5 см² при дальнейшем

увеличении до 29,3 см² в фазе выход в трубку. В фазе цветения наблюдалось снижение данного показателя до 25,0 см² вследствие начала формирования генеративных органов, что подтверждает данные ученых [4].

Максимально высокий фотосинтетический потенциал растений также отмечен в начале роста и развития (межфазный период кущение-выход в трубку) и составил 511,9 см²*сут./раст., в среднем за период исследований. В следующий межфазный период (выход в трубку-цветение) происходит снижение данного показателя (214,8 см²*сут./раст.). Несмотря на снижение площади листовой поверхности, в межфазном периоде цветение-молочная спелость наблюдался рост ФП (335,2 см²*сут./раст.) за счет большей продолжительности данного межфазного периода (в среднем 40 суток).

В течение периода вегетации наблюдался рост накопления сухой биомассы растений от 0,21 г/раст. в фазе кущения до 1,90 г/раст. в фазе цветения (табл. 1). В фазе молочной спелости сухая биомасса растения отмечена на уровне 2,73 г/раст., из них 40,7 % составляла биомасса колоса.

Чистая продуктивность фотосинтеза, которая является произведением площади листовой поверхности, сухой биомассы и продолжительности межфазного периода, также увеличивалась от начала вегетации к молочной спелости (0,67–3,73 г/см²*сут.).

Таблица 1 – Основные показатели фотосинтетической продуктивности растений, в среднем по питомнику

Год	Накопление сухой биомассы вегетативной части растения, г/раст.				Накопление сухой биомассы колоса, г/раст.	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/см ² *сут.		
	фаза кущения	фаза выход в трубку	фаза цветения	Фаза молочной спелости		кущение-выход в трубку	выход в трубку - цветение	цветение - молочная спелость
2020	0,22	0,99	1,99	3,10	1,42	0,69	0,41	3,76
2021	0,19	0,90	1,81	2,36	0,81	0,64	0,39	3,70
$\bar{x}$	0,21	0,95	1,90	2,73	1,11	0,67	0,40	3,73
НСР ₀₅	0,01	0,08	0,11	0,12	0,07	0,06	0,05	0,43

Кластерный анализ используется в двух основных направлениях: классификация и анализ взаимосвязей и применяется для решения широкого спектра задач (чаще всего в задачах сегментация). Необходимым условием корректного анализа статистической совокупности является ее однородность, для формирования которой используются методы кластерного анализа. В результате проведенного анализа все сортообразцы возможно разделить на 3 кластера (рис. 2):

- первый кластер, в который вошли сорта, которые наиболее близки по значениям к стандартному сорту Жемчужина Сибири: Омская янтарная, Омский изумруд, Триада, Омский коралл, Памяти Васильчука, Памяти Янченко и Солнечная;

- второй кластер: Омский лазурит, Таганрог, Безенчукская золотистая, Рустикано, SI NYLO, Гордеиформе 12-11-5, Гордеиформе12-75-3 и Гордеиформе14-83-1;
- третий кластер: Безенчукская нива, Луч 25 и Одиссео.

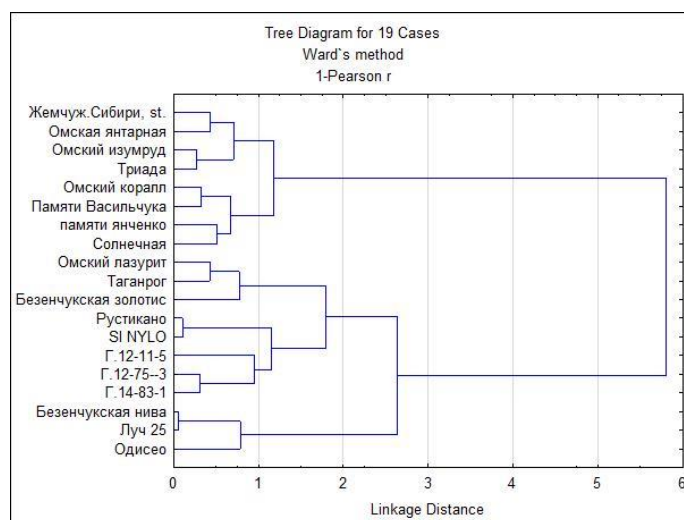


Рис. 2. Выделение наиболее перспективных сортообразцов яровой твердой пшеницы методом кластерного анализа

Характеристика перспективных сортов первого кластера по основным показателям продуктивности и активности фотосинтеза представлена в таблице 2. Очевидно, что данные сорта обладают различным механизмом формирования урожайности (в зависимости от донорно-акцепторных свойств).

Таблица 2 – Характеристика перспективных сортов (первый кластер), в среднем за период исследований

Сорт	ОАП, см ² /раст.	СБ, г/раст.	СБК, г/раст.	ФП, см ² *сут./раст.	ЧПФ, г*см ² *сут./раст.	К.хоз.	Урожайность, т/га
Жемчужина Сибири, st.	27,35	1,39	1,02	386,35	2,12	35,49	3,45
Омская янтарная	26,05	1,29	0,92	386,47	1,42	39,16	3,45
Омский изумруд	30,70	1,31	0,78	421,65	1,16	30,64	3,30
Триада	30,80	1,62	1,27	402,75	1,84	36,92	3,70
Омский коралл	32,30	1,58	0,92	409,08	1,14	33,40	3,40
Памяти Васильчука	31,70	1,70	1,10	398,07	1,48	34,14	3,90
Памяти Янченко	28,30	1,34	0,82	382,13	1,36	39,24	3,60
Солнечная	29,40	1,45	0,82	364,70	0,71	30,86	3,35
НСР ₀₅	0,90	0,50	0,06	20,30	0,50	2,50	0,10

Урожайность является интегральным признаком, определяющим результативность всех проводимых исследований [10, 11]. Достоверным превышением по урожайности (+0,15–0,45 т/га к st.) характеризовались следующие сорта первого кластера:

- Триада – за счет повышенных показателей площади листовой поверхности растений (+3,5 см²/раст. к st.), фотосинтетического потенциала (+16,4 см²*сут./раст. к st.), накопления сухой биомассы вегетативной части растений и колоса (+0,23 и

0,25 г/раст. к st. соответственно). Подобной интенсивное развитие растений в течение периода вегетации послужило формированию повышенного коэффициента хозяйственной эффективности (+1,43 к st.).

- Памяти Васильчука – повышенная урожайность (+0,45 т/га к st.) сформировалась в результате активной деятельности фотосинтетического аппарата (+4,35 см²/раст. к st. по ОАП; +11,72 см²*сут./раст. к st. по ФП), а также накопления сухой биомассы вегетативной части (+0,31 г/раст. к st.) и колоса (+0,08 г/раст. к st.).

- Памяти Янченко – результаты исследований показали, что превышение стандарта по урожайности (+0,15 т/га) наблюдалось в результате активного нарастания площади листовой поверхности (+0,95 см²/раст. к st.) и высокого К.хоз. (+3,75 к st.), несмотря на прочие показатели фотосинтетической активности и продуктивности, значения которых отмечены ниже стандарта.

Заключение. Таким образом, для дальнейших исследований рекомендуются сорта, характеризующиеся прибавкой по урожайности (+0,15–0,45 т/га к st.) за счет повышенной фотосинтетической активности: Триада, Памяти Васильчука и Памяти Янченко.

Список литературы

- 1 Тоболова Г.В., Летяго Ю.А., Белкина Р.И. Оценка сортов мягкой яровой пшеницы по техническим свойствам и биохимическим признакам. Агропродовольственная политика России. 2015. № 5(41). С. 64–67.
- 2 Khudhair A. Ja. Crop Physiology and Productivity the Iraqi Experience // Agrarian science. 2019. № 1. Р. 33–37. DOI: 10.32634/0869-8155-2019-326-1-33-37.
- 3 Логинов Ю.П., Казак А.А. Урожайность и качество зерна коллекционных сортов яровой мягкой пшеницы селекции Красноярского ГАУ, по разным предшественникам в лесостепной зоне Тюменской области // Агропродовольственная политика России. 2017. № 3(63). С. 48–56.
- 4 Аникеев В.В., Кутузов Ф.Ф. Новый способ определения площади листовой поверхности у злаков. Физиология растений. 1961. № 8(3). С. 375–377.
- 5 Гродзинский А.М., Гродзинский Д.М. Краткий справочник по физиологии. Киев, 1973.
- 6 Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М.: Изд-во АН СССР, 1965. 135 с.
- 7 Альберт М.А., Галеев Р.Р., Ковалев Е.А. Особенности программирования урожайности зерновых культур при точном земледелии в лесостепи Новосибирского Приобья // Вестник НГАУ. 2022. № 4(65). С. 5–12. DOI: 10.31677/2072-6724-2022-65-4-5-11).
- 8 Зарядов И.С. Введение в статистический пакет R: типы переменных, структуры данных, чтение и запись информации, графика. М.: Изд-во РУДНБ. 2010. 141 с.
- 9 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
- 10 Parshutkin Yu.Yu, Nikolaev P.N., Yusova O.A., Yusov V.S. Yield and quality of spring cereals depending on cultivation conditions // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. № 624(1). Р. 1–7. Doi: 10.1088/1755-1315/624/4/012172.
- 11 Юсова О.А., Николаев П.Н., Паршуткин Ю.Ю., Юсов В.С. Изменение хозяйственно ценных признаков яровых зерновых культур в зависимости от условий возделывания // Агрофизика. 2021. № 1. С. 26–33. DOI: 10.25695/AGRPH.2021.01.05.