

**ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАСТЕНИЙ СОРТОВ
ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА РАННИХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА ВО ВЗАИМОСВЯЗИ С
УРОЖАЙНОСТЬЮ И ПРОДУКТИВНОСТЬЮ**

Л. А. Марченкова, Н. В. Давыдова, О. В. Павлова, Р. Ф. Чавдарь, Т. Г. Орлова, А. В. Широколава
ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»,
143026, Московская обл., Одинцовский р-н, рп. Новоивановское, ул. Агрохимиков, д. 6,
e-mail: ludmila.marchenkova@yandex.ru

Поступила в редакцию 22.02.2023, принята к печати 31.05.2023

В статье представлены экспериментальные данные, полученные в ходе оценки морфофизиологических показателей растений 18 сортов яровой пшеницы на начальных этапах их роста и развития, подавляющее число которых характеризуется комплексом хозяйственно ценных признаков – высокой урожайностью, продуктивностью, адаптивностью и др. Выявлен широкий полиморфизм признаков сортов яровой пшеницы, показана зависимость морфофизиологических параметров от сортовых особенностей, выделены сорта с разной степенью интенсификации ростовых процессов. Определен уровень внутрисортного варьирования ростовых функций, который находился в пределах 3,2–21,5%. Подавляющая часть сортов отличалась средней вариабельностью признаков (11–19%) с наименьшей изменчивостью длины корешков (6,8%) и наибольшей – длины ростков (12,7%). Изучены корреляционные связи всех изучаемых параметров, определена степень влияния ростовых процессов на формирование урожайности и элементов продуктивности, а также установлена прямая зависимость данных показателей от активизации ростовых процессов корневой системы. Выявлены взаимосвязи между урожаем и длиной ($r = 0,48$), числом ($r = 0,40$) и массой ($r = 0,48$) корешков, а также связь массы 1000 семян с урожайностью ($r = 0,40$) и длиной корешков ($r = 0,41$). С активизацией роста корневой системы связаны также элементы продуктивности – масса зерна с колоса, число зерен с колоса и продуктивная кустистость. Исходя из суммы числовых значений морфофизиологических параметров, урожайности и элементов продуктивности, преобразованных в ранговый формат, выявлены сорта, характеризующиеся самой высокой интенсивностью начальных ростовых процессов и самыми высокими показателями биологической полноценности, – Марфа, Злата, Фаина и Агрос.

Ключевые слова: яровая пшеница, морфометрические показатели, масса ростков, масса корешков, урожайность, масса 1000 семян, масса зерна с колоса, число зерен с колоса, продуктивная кустистость, изменчивость, корреляция.

**STUDYING THE FEATURES OF MORPHO-PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF PLANTS OF SPRING
WHEAT VARIETIES IN THE EARLY STAGES OF ONTOGENESIS IN RELATIONSHIP WITH YIELD
AND PRODUCTIVITY**

L. A. Marchenkova, N. V. Davydova, O. V. Pavlova, R. F. Chavdar, T. G. Orlova, A. V. Shirokolava
Federal Research Center «Nemchinovka»,
6, Agrokhimikov St., Novoivanovskoye, Odintsovo district, Moscow region
e-mail: ludmila.marchenkova@yandex.ru

The paper presents the experimental data on the morphological and physiological parameters which were used to evaluate seedlings of eighteen spring wheat varieties during the initial stages of their growth and development, the vast majority of these varieties were characterized by a complex of economically valuable traits – high yield, productivity, adaptability, etc. Wide polymorphism of the spring wheat traits was revealed, the dependence of the morphophysiological parameters on varietal specifics was shown, varieties with different degree of growth processes intensification were identified. The level of growth functions variation within one variety was determined to be in a range of 3.2–21.5%. The vast majority of varieties had an average variability of traits (11–19%), with the least variability found in the length of roots (6.8%), and the greatest – in the length of sprouts (12.7%). The level of correlation contingency of all the studied parameters was evaluated, the degree the seedling organs affect the yield formation and elements of productivity was determined, and a direct dependence of those traits on the activation of the root system growth processes was established.

It was found that the yield was strongly related to the roots length ($r = 0.48$), roots numbers ($r = 0.40$) and roots mass ($r = 0.48$), while the 1000 grain mass was related to the yield ($r = 0.40$) and roots length ($r = 0.41$). Such elements of productivity as mass of grain per ear, number of grains per ear and productive tillering were interconnected with the root system activation. Based on the sum of numerical indicators of the morphophysiological parameters, yield and productivity elements converted into a rank format, varieties were identified that form the highest degree of development of initial growth processes and are

characterized by the highest rating of biological usefulness, among which are Marfa, Zlata, Faina and Agros.

Keywords: spring wheat, morphometric parameters, sprouts mass, roots mass, yield, 1000 grain mass, grain mass per ear, number of grains per ear, productive tillering, variability, correlation.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема урожайности и продуктивности создаваемых сортов зерновых культур приобрела в современных условиях исключительное значение. Данные показатели являются интегральными и формируются в результате взаимодействия на разных этапах онтогенеза количественных и качественных характеристик растений, которые могут в различной степени коррелировать между собой и отражать взаимосвязь формообразовательных процессов (Гладких, 2000).

Развитие селекционных программ требует активного поиска признаков, обеспечивающих высокую потенциальную урожайность и продуктивность создаваемых сортов (Никитин, 2017; Мокроносов, Гавриленко, 1992). На важность отборов по морфофизиологическим параметрам растений различных культур на начальных этапах их роста в разное время указывали многие авторы (Дебелый, 2009; Кондыков и др., 2012; Шевелуха, 1995).

Активизация ростовых процессов в условиях раннего онтогенеза, по мнению ряда исследователей (Мартынова и др., 2019; Юсова и др., 2011), существенно влияет на формирование урожайности и продуктивности, а также уровень их сопряженности с морфофизиологическими параметрами. Однако представленные в литературе сведения весьма противоречивы. Это связано с тем, что числовые значения морфометрических параметров и взаимоотношения между ними обусловлены климатическими и погодными условиями, в которых проводятся исследования, а также генетическими особенностями селекционного материала (Пушкарев и др., 2018). Поэтому получаемые результаты существенно различаются: одни авторы считают, что преимущества имеют длиннокорешковые сорта (Сидоров и др., 2015), другие — что ими обладают длинноростковые сорта с высокой активностью роста надземной части (Амелин и др., 2013), третьи (Икусов и др., 2020) полагают, что и те, и другие обеспечивают мощное развитие растений в поле.

В настоящее время возникла необходимость в расширении объема сведений о селекционной ценности органов проростков и их взаимосвязи с урожайностью и продуктивностью для целенаправленного отбора генотипов с заданными показателями начального роста.

Цель исследования — изучить особенности роста и развития растений сортов яровой мягкой пшеницы на ранних этапах онтогенеза и их взаимосвязь с урожайностью и элементами продуктивности для отбора форм с высокой биологической полноценностью семян.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследований служили семена сортов яровой пшеницы урожая 2021 и 2022 гг., созданных в лаборатории селекции и первичного семеноводства яровой пшеницы ФИЦ «Немчиновка».

Погодные условия за указанный вегетационный период имели ряд особенностей: 2021 год характеризовался дефицитом осадков в период формирования семян (июнь-июль) и повышенным температурным режимом, в 2022 году температура и количество осадков в вегетационный период были близки к среднегодовым значениям, и только август выдался крайне засушливым.

Изучение морфофизиологических показателей (всхожести, длины ростков, корешков, coleoptiles, числа корешков, массы 100 ростков и 100 корешков) осуществлялось в лабораторных условиях на 7-дневных проростках при помощи метода рулонной культуры. Исследования проводились в двукратной повторности по 100 семян в каждой. Всхожесть определялась по ГОСТ 12038-84, величина и количество ростков, корешков и coleoptiles — путем измерения линейкой с точностью до 1 мм, число корешков — посредством их подсчета, вегетативная масса надземных и подземных органов — путем взвешивания 100 ростков и 100 корешков.

Коэффициент адаптивности (К.А.) рассчитывался в процентном выражении по отношению урожайности каждого сорта к среднему значению данного показателя (Животков и др., 1994).

Для выявления конкурентного преимущества сортов, характеризующихся наиболее широким диапазоном положительных признаков, использовалась величина рейтинга, учитывающая комплекс параметров урожайности, продуктивности, адаптивности (Сапега, 2016) и ростовых показателей на начальных этапах роста растений. Для объединения показателей в один числовые данные были преобразованы в ранговый формат (Ерошенко и др., 2022), по которому определялся рейтинг сортов.

Урожайность сортов определялась в полевых опытах на деляночных посевах площадью 12 м², повторность — четырехкратная. Норма высева составляла 5,0 млн. всхожих семян на гектар при всхожести 90–95%.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Изучаемый сортимент был представлен 18 сортами яровой пшеницы раннего (Злата, Московская 35, Лада, Приокская, Амир, МИС, Любава, Эстер, Лиза, Агата) и более позднего (Юбилейная 60, Радмира, Марфа, Агрос, Беляна, ТИМА, Фаина) периодов сортосмены. Новый сорт Фаина создан совместно с Агрофизическим институтом (г. Санкт-Петербург).

На фоне различных погодных условий 2021 и 2022 гг. получены характеристики сортов яровой пшеницы по всхожести, урожайности и элементам продуктивности (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика сортов мягкой яровой пшеницы (2021–2022 гг.)

Сорта	Всхожесть, %			Урожайность, т га ⁻¹			Ср.К.А,* %	Масса 1000 семян, г			Масса зерна с колоса, г			Число зерен с колоса, шт.			Продуктивная кустистость, шт.		
	2021	2022	Ср.	2021	2022	Ср.		2021	2022	Ср.	2021	2022	Ср.	2021	2022	Ср.	2021	2022	Ср.
Злата (ст.)	96	96	96,0	3,91	5,28	4,60	102	36,0	44,4	40,2	1,4	1,4	1,4	28,0	32,4	30,2	1,2	1,1	1,2
Московская 35	94	94	94,0	3,62	5,28	4,45	98	34,8	44,0	39,4	1,3	–	1,3	33,7	-	33,7	1,2	–	1,2
Лада	94	95	94,5	3,68	5,18	4,43	98	30,8	41,2	36,0	1,5	–	1,5	38,0	-	38,0	1,2	–	1,2
Приокская	96	94	95,0	3,69	5,67	4,68	104	31,2	44,4	37,8	1,1	–	1,1	38,0	-	38,0	1,2	–	1,2
Амир	96	95	95,5	3,44	5,68	4,56	101	39,2	38,4	38,8	1,2	–	1,2	41,1	-	41,1	1,3	–	1,3
МИС	99	93	96,0	3,37	6,22	4,80	106	30,8	44,4	37,6	1,3	–	1,3	40,5	-	40,5	1,2	–	1,2
Любава	97	94	95,5	3,31	5,22	4,27	94	34,8	43,2	39,0	1,3	1,4	1,4	37,7	29,5	33,6	1,2	1,1	1,2
РИМА	98	94	96,0	3,11	4,75	3,93	87	31,3	44,4	37,9	1,1	1,30	1,2	35,3	30,0	32,7	1,3	1,1	1,2
Эстер	98	96	97,0	3,27	5,62	4,45	98	28,0	39,5	33,8	1,1	1,53	1,3	39,3	41,4	40,4	1,3	1,1	1,2
Лиза	90	95	92,5	2,80	5,14	3,97	88	27,6	40,4	34,0	1,3	1,28	1,3	43,5	30,0	36,8	1,2	1,2	1,2
Агата	93	94	93,5	3,66	5,31	4,49	99	30,4	44,4	37,4	1,1	1,29	1,2	36,3	42,0	39,2	1,5	1,2	1,4
Юбилейная 60	96	96	96,0	3,93	5,60	4,77	106	30,4	39,6	35,0	1,4	1,40	1,4	46,0	36,2	41,1	1,3	1,2	1,3
Радмира	98	82	90,0	4,18	5,60	4,89	108	32,4	39,6	36,0	1,2	1,27	1,2	40,3	41,2	40,8	1,3	1,06	1,2
Беяна	97	90	93,5	3,73	4,60	4,17	92	29,2	41,2	35,2	1,2	1,20	1,2	38,8	42,8	40,8	1,2	1,2	1,2
ТИМА	98	91	94,5	4,0	5,40	4,70	104	30,8	39,2	35,0	1,2	-	1,2	38,1	–	38,1	1,2	-	1,2
Агрос	95	95	95,0	4,62	5,02	4,82	107	40,4	46,0	43,2	1,4	1,40	1,4	34,2	47,8	41,0	1,2	1,1	1,2
Марфа	90	83	86,5	4,42	5,52	4,97	110	31,2	44,0	37,6	1,3	1,45	1,4	40,1	30,7	35,4	1,5	1,1	1,3
Фаина	94	90	92,0	4,07	4,80	4,44	98	32,8	39,2	36,0	1,3	1,29	1,3	38,0	30,0	34,0	1,2	1,1	1,2
среднее	95,5	94,1	94,1	3,71	5,33	4,52	1,0	32,3	42,1	37,2	1,3	1,4	1,29	38,2	36,2	37,5	1,3	1,1	1,2
CV, %	2,7	4,4	2,7	12,4	7,4	6,6	6,7	10,8	5,9	6,4	9,5	6,9	7,7	10,3	18,0	3,5	7,8	4,7	4,6
НСР_{0,5}				0,47	1,93														

Примечание: * – коэффициент адаптивности

В неблагоприятных условиях 2021 г. отмечено снижение массы 1000 семян (на 9,8 г) и урожайности на (1,62 т га⁻¹) по сравнению с 2022 г. При этом масса 1000 семян в 2021 г. колебалась в пределах 27,6–40,4 г, в 2022 г. – 38,4–46,0 г, а урожайность, соответственно, в пределах 2,80–4,62 т га⁻¹ и 4,60–6,22 т га⁻¹.

Самую высокую массу 1000 семян на протяжении двух лет формировали сорта Агрос, Злата, Московская 35 и Любава (в пределах 39–43 г) при среднем значении 37 г. Наиболее высокими показателями урожайности характеризовались новые сорта Марфа, Радмира, Агрос, Юбилейная 60, ТИМА (в пределах 4,7–5,0 т га⁻¹) и сорта раннего периода сортосмены Злата, Приокская и Амир (в пределах 4,6–4,7 т га⁻¹) при средней урожайности 4,5 т га⁻¹.

Наиболее высокоурожайные сорта представляют особый интерес для дальнейшего использования в селекционном процессе, так как, помимо высокой урожайности и качественных показателей, они также отличаются другими хозяйственно ценными признаками.

Реакция сортов на сложившиеся конкретные условия определялась по соотношению между их урожайностью и среднесортowej (коэффициент адаптивности (К.А.)), величина которого позволяет

судить об адаптивности. Согласно результатам, полученным за два года, практически половина сортов характеризовалась высоким коэффициентом адаптивности, превышающим 100% (101–110%), наиболее высокими значениями отличались новые сорта Марфа, Радмира, Агрос и Юбилейная 60, а также более ранние сорта МИС, Приокская, Амир и стандартный сорт Злата.

Анализ морфофизиологических параметров сортов яровой пшеницы позволил выявить значительные различия по количественным признакам. Выделены формы с разной степенью интенсивности ростовых процессов (табл. 2). Преобладающая часть проростков сортов яровой пшеницы характеризовалась более развитой корневой системой по сравнению с надземной частью, причем это определялось не посевными качествами, а специфическими особенностями сорта. Длина корешков колебалась в пределах 123–148 мм, ростков – 77–123 мм, coleoptиле – 45–70 мм, число корешков – 3,5–4,9 шт. Среди изученных сортов самые короткие зародышевые корешки сформировали Эстер и РИМА, ростки – Московская 35, Любава и Беяна, coleoptиле – Радмира, Московская 35 и Лада.

Таблица 2. Морфофизиологические показатели сортов яровой пшеницы

Сорта	Длина, мм			Масса, г		Число корешков, шт.
	ростков	coleoptиле	корешков	ростков	корешков	
Злата (ст.)	98,0	54,1	133,1	8,83	8,28	4,9
Московская 35	76,5	47,0	127,2	6,22	5,76	4,4
Лада	84,5	47,4	126,5	5,15	4,81	4,8
Приокская	90,0	56,5	127,2	7,48	4,99	3,5
Амир	91,5	53,8	133,2	7,65	5,31	4,4
МИС	96,8	57,8	130,6	7,38	6,29	4,5
Любава	81,1	54,3	148,0	6,72	6,44	4,0
РИМА	101,0	60,8	123,4	8,46	7,03	4,4
Эстер	91,1	49,5	122,6	6,82	5,73	4,5
Лиза	101,0	53,1	131,0	6,62	4,44	4,0
Агата	122,6	54,0	132,7	7,0	6,59	4,4
Юбил.60	89,6	50,6	132,8	6,51	6,16	4,3
Радмира	100,1	44,8	136,5	7,78	6,39	4,8
Беяна	81,5	56,5	130,6	6,90	5,82	4,7
ТИМА	95,2	56,9	136,2	8,21	5,90	3,5
Агрос	106,8	49,8	148,0	7,98	6,62	4,5
Марфа	110,2	57,9	128,0	9,02	8,28	4,8
Фаина	105,2	69,5	146,7	7,0	6,42	4,9
Среднее	95,7	54,1	133,0	7,30	6,20	4,5
CV, %	12,0	10,6	5,1	13,30	15,30	13,9

Для сортов Агата, Фаина и МИС характерны высокие показатели длины ростков, корешков и coleoptиле, сорта Марфа и Агрос отличаются более развитыми ростками, а Агрос, Любава, Злата, Амир, Юбилейная 60, Радмира и ТИМА – корешками. Наибольшее число корешков сформировали сорта Злата, Лада, Радмира, Марфа и Фаина (4,8–4,9 шт.), наименьшее – ТИМА и Амир (3,5 шт.).

Изучаемые сорта существенно различались также по вегетативной массе надземной и подземной

частей растений. По обоим параметрам выделились новые сорта РИМА, Радмира, Марфа, Агрос и ТИМА, вегетативная масса которых превосходила средние значения (7,3 и 6,2 г), а также Злата, МИС и Агата.

Для определения фенотипической стабильности и селекционной выравненности органов проростков озимой пшеницы установлен уровень внутрисортowej варьирования ростовых функций проростков (рис. 1).

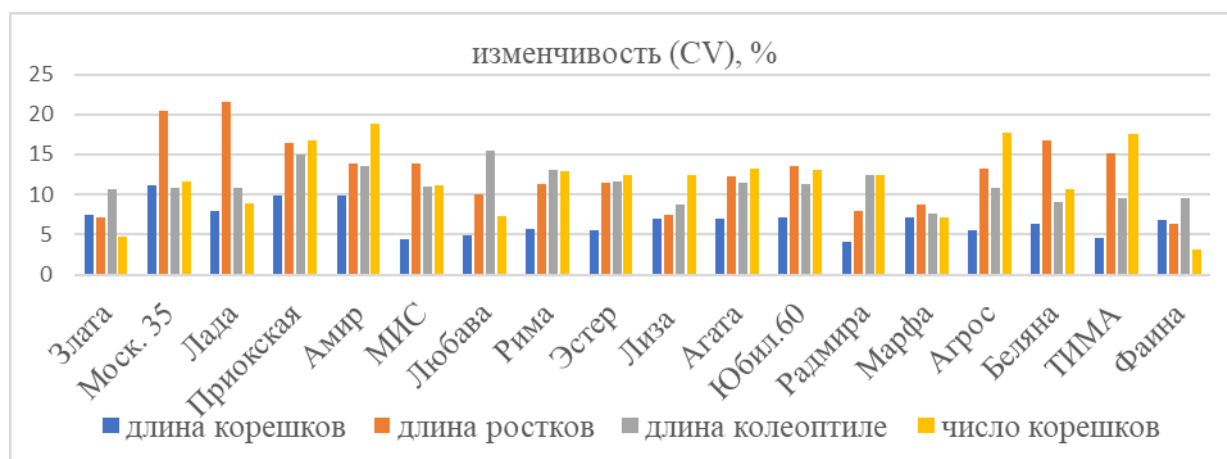


Рис 1. Уровень варьирования (CV) параметров органов проростков сортов яровой пшеницы, 2021 г.

Размах изменчивости морфометрических показателей находился в пределах 3,2–21,5%. При этом варьирование длины корешков составило 4,4–11,2%, ростков – 7,2–21,5%, coleoptиле – 7,7–15,4%, числа корешков – 3,2–18,9%. Наименьшей вариацией характеризовалась длина корешков (ср. 6,8%), наибольшей – длина ростков (12,7%). Подавляющая часть сортов отличалась средней вариативностью (11–19%). Наиболее высокая степень вариации (20–21%) по показателю длины ростков наблюдалась у сортов Московская 35 и Лада. Среди сортов с наименьшим уровнем изменчивости всех показателей

выделились Злата, Марфа и Фаина. Первые два отличаются мощным развитием растений в полевых условиях, высокой урожайностью и массой 1000 семян.

С целью выявления сортов с самой высокой активизацией ростовых процессов на ранних этапах онтогенеза и форм с наиболее широким диапазоном положительных признаков проведено балловое ранжирование и определение рейтинга по сумме рангов числовых значений морфофизиологических (рис. 1) и других изучаемых параметров (ростовых, всхожести, урожайности (рис. 2)).

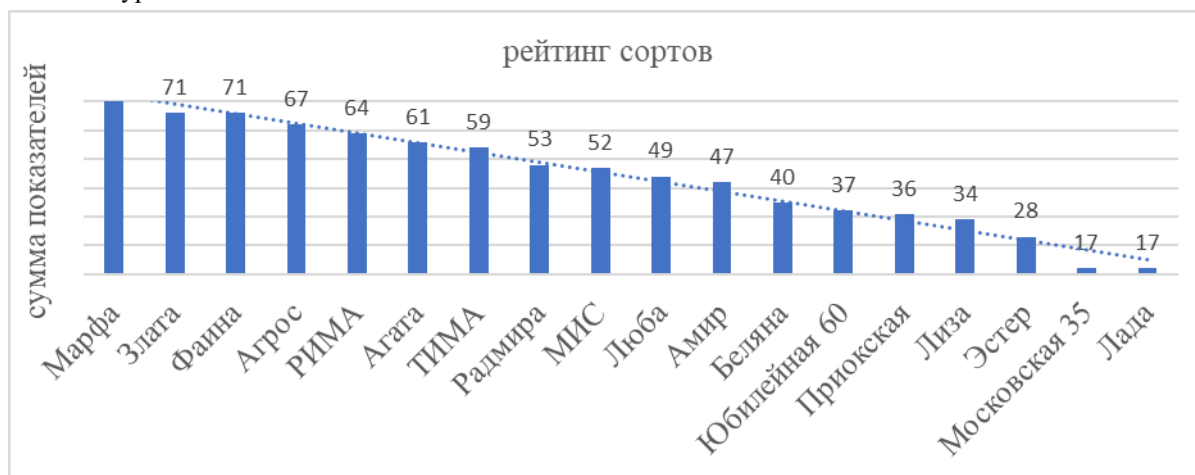


Рис. 2. Рейтинг сортов яровой пшеницы по сумме рангов морфофизиологических показателей, 2021 г.

Наиболее высокими морфофизиологическими показателями на начальных этапах роста растений яровой пшеницы характеризовались четыре сорта: Марфа, Злата, Фаина и Агрос, занимающие в рейтинге с 1 по 3 места (Фаина и Злата имеют одинаковый рейтинг). Они же отличались самыми высокими рейтингами по сумме всех показателей (рис. 3) и представляют большой интерес для дальнейшего использования в селекционной работе в качестве образцов с наиболее высокой биологической полноценностью семян. Ценными хозяйственно-биологическими особенностями характеризовались также сорта Радмира, РИМА, ТИМА и др.

Указанные сорта не только превосходят другие генотипы по биологической полноценности, но и отличаются высокой адаптацией в условиях региона.

В ходе исследования определены корреляционные связи морфофизиологических параметров между собой, а также с урожайностью и элементами продуктивности, выявлен уровень их сопряженности (табл. 3). Корреляционная зависимость колебалась от отрицательных ($r = -0,02 \dots -0,53$) до положительных ($r = 0,15 \dots 0,62$) значений. Анализ выявил, что урожай и все показатели продуктивности сортов яровой пшеницы формируются в основном за счет интенсивности роста зародышевых корешков, т. е. главным условием их увеличения является активизация ростовых процессов корневой системы.

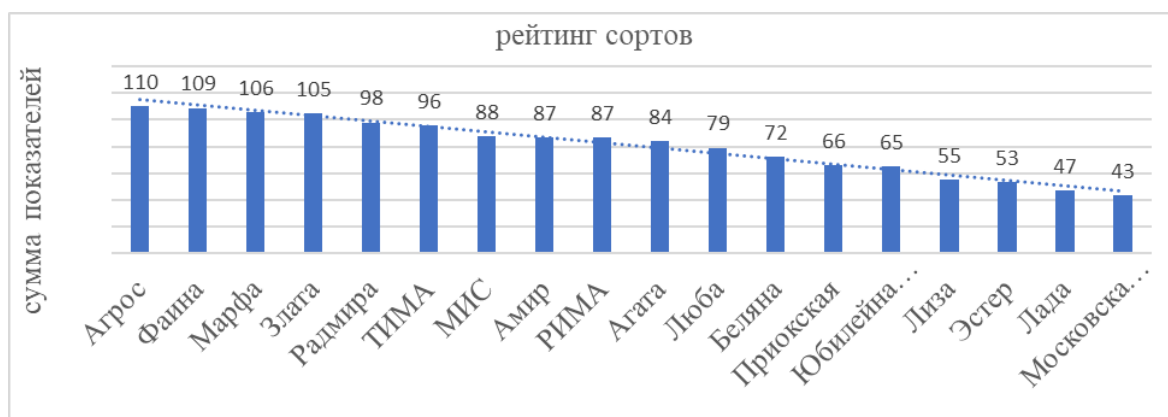


Рис. 3. Рейтинг сортов яровой пшеницы по сумме рангов показателей ростовых процессов, всхожести, урожайности и элементов продуктивности, 2021 г.

Таблица 3. Корреляционные связи морфофизиологических параметров с урожайностью и ее элементами, 2021 г.

Параметры	Коэффициенты корреляции (R)									
	Урожайность	Масса 1000 семян	Масса зерна с колоса	Число зерен с колоса	Продуктивная кустистость	Длина ростков	Длина coleoptile	Длина корешков	Число корешков	Масса ростков
Урожайность	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Масса 1000 семян	0,40	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Масса зерна с колоса	0,32	0,40	–	–	–	–	–	–	–	–
Число зерен с колоса	–0,19	0,18	–0,06	–	–	–	–	–	–	–
Продуктивная кустистость	0,18	–0,17	–0,39	0,17	–	–	–	–	–	–
Длина ростков	0,29	–0,01	–0,18	–0,06	0,62	–	–	–	–	–
Длина coleoptile	–0,03	–0,11	–0,21	–0,04	–0,02	0,22	–	–	–	–
Длина корешков	0,48	0,41	0,32	0,09	–0,25	–0,03	–0,05	–	–	–
Число корешков	0,40	0,15	0,40	–0,21	0,21	0,06	–0,33	0,45	–	–
Масса ростков	0,36	0,28	–0,26	–0,32	0,40	0,41	0,52	0,67	0,08	–
Масса корешков	0,48	0,35	–0,09	–0,53	0,43	0,29	0,24	0,23	0,45	0,67

Показатель урожайности тесно связан с длиной ($r = 0,48$), массой ($r = 0,48$) и числом ($r = 0,40$) корешков, а также с массой 1000 семян ($r = 0,40$) и массой зерна с колоса ($r = 0,32$). Положительная зависимость установлена между массой 1000 семян и длиной ($r = 0,41$), а также массой ($r = 0,35$) корешков. Продуктивная кустистость коррелирует с длиной ($r = 0,62$), массой ростков ($r = 0,40$) и массой корешков ($r = 0,43$).

ВЫВОДЫ

Изучены особенности морфофизиологических параметров проростков растений сортов яровой пшеницы. Установлено, что они характеризуются широким полиморфизмом по параметрам начального роста и развития. Выявлена сортовая специфика зависимости активности ростовых процессов от генетических особенностей изучаемых форм, а также определены сорта с самой высокой интенсивностью роста изучаемых показателей. Определены

корреляционные взаимосвязи и уровень сопряженности между всеми изучаемыми параметрами, установлена зависимость урожайности от степени развития корневой системы на ранних этапах онтогенеза. Выявлено, что главным условием ее увеличения является повышение интенсивности развития корневой системы (длины, числа и массы зародышевых корешков).

Исходя из суммы числовых значений морфофизиологических параметров, урожайности и элементов продуктивности, преобразованных в ранговый формат, выявлены сорта, отличающиеся самой высокой интенсивностью начальных ростовых процессов и самым высоким рейтингом, – Марфа, Злата, Фаина и Агрос. Анализ полученных данных дает возможность предположить, что изучение особенностей раннего онтогенеза по комплексу ценных количественных признаков позволит ориентировать селекцию на создание новых сортов путем их эффективного сочетания.

Список литературы

- Амелин А.В., Фесенко А.Н., Заикин В.В. Особенности начального линейного роста стебля и корешка у сортообразцов гречихи разных этапов селекции // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2013. № 2(6). С. 91–96.
- Гладких Л.И. Значение морфологических и физиологических показателей в селекции ярового ячменя на продуктивность. Автореферат диссертации канд. с.-х. наук, 2000. 22 с.
- Дебелый Г.А. Зернобобовые культуры в Нечерноземной зоне РФ. М. Немчиновка. 2009. 260 с.
- Ерошенко Л.М., Ромахин М.М., Ерошенко А.Н., Ерошенко Н.А., Дедушев И.А., Ромахина В.В., Болдырев М.А. Урожайность, пластичность, стабильность и гомеостатичность сортов ярового ячменя в условиях Нечерноземной зоны // *Труды по прикладной ботанике, генетике, и селекции*, 2022; 183(1). С. 38–47.
- Животков Л.А., Морозова Я.А., Секатueva Л.И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайности». Селекция и семеноводство. 1994; (2). С. 3–6.
- Икусов Р.А., Амелин А.В., Заикин В.В., Чекалин Е.И., Мазалов В.И. Полиморфизм показателей начального роста у современных сортов яровой пшеницы // *Вестник аграрной науки*. 2020. 6(87). С. 3–11.
- Кондыков И.В., Янова А.А., Чекалин Е.И., Бугримова Н.А., Амелин А.В. Интенсивность ростовых процессов на ранних этапах онтогенеза у контрастных по продуктивности образцов чечевицы // *Вестник Орел ГАУ*. 2012. № 1 (34). С. 38–42.
- Мартынова С.В., Пакуль В.Н., Андросов Д.Е. Взаимосвязь морфометрических параметров ярового ячменя с урожайностью // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2019. Т. 49. № 5. С. 11–20.
- Мокроносов А.Т., Гавриленко В.Ф. Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты. М.: МГУ. 1992. 320 с.
- Никитин С.Н. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах и динамика ростовых процессов при применении биологических препаратов // *Успехи современного естествознания*. 2017. № 1. С. 33–38
- Пушкарев Д.В., Чурсин А.С., Кузьмин О.Г., Краснова Ю.С., Карагоз И.И., Шаманин В.П. Корреляция урожайности с элементами продуктивности сортов яровой мягкой пшеницы в условиях степной зоны Омской области // *Вестник Омского ГАУ*. 2018. № 3 (31). С. 26–35.
- Сапега В.А. Проблема репрезентативности в системе госсортоиспытания, урожайность и параметры экологической пластичности и стабильности // *Вестник КрасГАУ*, 2016; 10. С. 163–170.
- Сидоров А.В., Федосенко Д.Ф. Результаты селекции яровой пшеницы на увеличение числа и степени зародышевых корней // *Вестник КрасГАУ*. 2015. № 3. С. 77–82.
- Шевелуха В.С. Закономерности роста растений как возможный резерв селекции. // *Теоретические основы селекции*. Т. 2. Ч. 1. Физиологические основы селекции растений. Санкт-Петербург: ВИР. 1995. С. 202–221.
- Юсова О.А., Горбунова М.П., Ларионов Ю.С. Анализ корреляционных связей длины coleoptile с основными элементами продуктивности и урожайностью сортов яровой твердой пшеницы // *Вестник ОмГАУ*. 2011. С. 18–21.

References

- Amelin A.V., Fesenko A.N., Zaikin V.V. Osobennosti nachalnogo lineynogo rosta steblya i koreshka u sortoobraztsov grechihi raznih etapov selektsii [Peculiarities of the stem and root initial linear growth in buckwheat varieties on different stages of selection] // *Leguminous and cereal crops*, 2013, no. 2(6), pp. 91–96.
- Gladkih L.I. Znachenie morfologicheskikh i fiziologicheskikh pokazateley v selektsii yarovogo yachmenya na produktivnost [The value of morphological and physiological traits in spring barley selection for productivity] // Abstract of the agricultural PhD dissertation, 2000. S. 22.
- Debely G.A. *Zernobobovye kulturi v Nechernozemnoy zone RF* [Leguminous crops in the Non-Chernozem zone of the Russian Federation]. M. Nemchinovka. 2009, p. 260.
- Eroshenko L.M., Romakhin M.M., Eroshenko A.N., Eroshenko N.A., Dedushev I.A., Romakhina V.V., Boldyrev M.A. Urozhainost, plastichnost, stabilnost i gomeostatichnost sortov yarovogo yachmenya v usloviyakh Nechernozemnoy zoni [Yield, plasticity, stability and homeostaticity of spring barley varieties in the Non-Chernozem zone] // *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*, 2022; 183(1):pp. 38–47.
- Zhivotkov L.A., Morozova Ya.A., Sekatueva L.I. Metodika viyavleniya potentsialnoy produktivnosti i adaptivnosti sortov i selektsionnykh form ozimoy pshenitsy po pokazatelю «urozhainosty» [Methodology for the potential productivity and adaptability identification of the winter wheat varieties and breeding forms in terms of «yield»] // *Selection and seed production*, 1994, no. 2, pp. 3–6.
- Ikusov R.A., Amelin A.V., Zaikin V.V., Chekalin E.I., Mazalov V.I. Polymorphism pokazateley nachalnogo rosta u sovremennykh sortov yarovoy pshenitsy [Polymorphism of initial growth indicators in modern spring wheat varieties] // *Bulletin of agrarian science*, 2020, no 6(87), pp. 3–11.
- Kondykov I.V., Yanova A.A., Chekalin E.I., Bugrimova N.A., Amelin A.V. Intensivnost rostovykh protsessov na rannih etapah ontogeneza u kontrastnykh po produktivnosti obraztsov chechevitsy [Intensity of growth processes in lentil samples with contrasting productivity at the early stages of ontogeny] // *Vestnik Orel GAU*, 2012, no. 1(34), pp. 38–42.

- Martynova S.V., Pakul V.N., Androsov D.E. Vzaimisvyaz morfometricheskikh parametrov yarovogo yachmenya s urozhaynostyu [Interrelation of morphometric parameters and productivity of spring barley] // *Siberian Bulletin of Agricultural Science*, 2019, vol. 49, no. 5, pp. 11–20.
- Mokronosov A.T. Gavrilenko V.F. *Photosynthes. Physiologo-ecologicheskie i biohimicheskie aspekty* [Photosynthesis. Physiological, ecological and biochemical aspects] M.: MGU. 1992. 320 p.
- Nikitin S.N. Photosyntheticheskaya deyatel'nost rasteniy v posevakh i dinamika rostovykh protsessov pri primenении biologicheskikh preparatov [Photosynthetic activity of plants in field and growth processes dynamics under the application of biological solutions] // *Successes of modern natural science*, 2017, no. 1, pp. 33–38.
- Pushkarev D.V., Chursin A.S., Kuzmin O.G., Krasnova Yu.S., Karagoz I.I., Shamanin V.P. Korrelyatsiya urozhaynosti s elementami produktivnosti sortov yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh stepnoy zony Omskoy oblasti [Correlation of yield and productivity elements of spring soft wheat varieties in the conditions of the Omsk region steppe zone] // *Bulletin of the Omsk State Agrarian University*, 2018, no. 3(31), pp. 26–35.
- Sapega V.A. Problema reprezentativnosti v sisteme gossortoispytaniya, urozhaynost i parametry ekologicheskoy plastichnosti i stabilnosti [Representativeness problem in the state varieties testing system, productivity and parameters of ecological plasticity and stability of oats varieties] // *Bulletin of KrasGAU*, 2016, no.10, pp. 163–170.
- Sidorov A.V., Fedosenko D.F. Rezultaty selektsii yarovoy pshenitsy na uvelichenie chisla i stepeny zarodyshevykh korney [The results of spring wheat breeding aimed to the number and degree of germinal roots increase] // *Vestnik KrasGAU*, 2015, no. 3, pp. 77–82.
- Shevelukha B.C. Zakonomernosti rosta rasteniy kak vozmozhnyy rezerv selektsii [Patterns of plant growth as a possible selection reserve] // *Theoretical foundations of selection*, vol. 2, part 1. Physiological bases of plant breeding. St. Petersburg: VIR, 1995, pp. 202–221.
- Yusova O.A., Gorbunova M.P., Larionov Yu.S. Analiz korrelyatsionnykh svyazey dliny koleoptily s osnovnymi elementami produktivnosti i urozhaynostyu sortov yarovoy tverdoy pshenitsy [Analysis of correlation relationships between the coleoptile length and main elements of productivity and yield of spring durum wheat varieties] // *Vestnik OmGAU*, 2011, pp. 18–21.