

Д.Ф. Федосенко, А.В. Сидоров

## ВАРЬИРОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВА ЗАРОДЫШЕВЫХ КОРНЕЙ У СИБИРСКИХ СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

**Ключевые слова:** яровая пшеница, сорт, зародышевые корни, варьирование, урожай, вегетационный период, корреляция.

*В лабораторных условиях проведена оценка по числу зародышевых корней яровой мягкой пшеницы, выращенной в условиях лесостепной зоны Красноярского края. Полевые опыты проведены в 2017-2019 годах. Объектом исследований являлись 33 сорта-образца пшеницы сибирской селекции. Выявлено значительное разнообразие по числу зародышевых корней. В среднем за три года различие составило от 4,25 корня на один проросток (Новосибирская 31) до 5,16 (К-543-2). Генотипическое варьирование числа зародышевых корней составило 3,8 – 4,7%. Корреляция между числом зародышевых корней и урожаем по всему набору сортов во все годы была слабopоложительной ( $r=0,21 \dots 0,30$ ). У раннеспелых и среднеранних сортов корреляция была несколько выше ( $r=0,24 \dots 0,34$ ). У среднеспелых и среднепоздних сортов она была очень слабой. Существенной зависимости между продолжительностью вегетационного периода и числом зародышевых корней не наблюдается. Корреляция между продолжительностью вегетационного периода и урожаем очень высокая ( $r=0,91$ ). Аналогичные выводы можно сделать по сортам с повышенным числом зародышевых корней. Выделены образцы с пониженным числом зародышевых корней, которые необходимо улучшать по этому признаку и образцы с повышенным числом зародышевых корней, которые можно использовать в качестве доноров в селекции на улучшение корневой системы. Помимо общего числа зародышевых корней следует обратить внимание на образцы с высоким процентом проростков с шестью зародышевыми корнями (Сибирский альянс, Омская 33, Уяровка, К-543-2). Использование их в селекции на увеличение числа зародышевых корней будет наиболее эффективно. Выявлен значительный селекционный прогресс по числу зародышевых корней, достигнутый за последние 30 лет.*

D. Fedosenko, A. Sidorov

## VARIABILITY OF THE EMBRYONIC ROOTS QUANTITY AT SIBERIAN VARIETIES OF SPRING WHEAT

**Keywords:** spring wheat, variety, embryonic roots, variability, crop, vegetation period, correlation.

*The embryonic roots quantity of spring soft wheat grown in the forest-steppe zone of the Krasnoyarsk Territory was estimated in laboratory conditions. Field experiments were carried out in 2017-2019. The object of research was 33 varieties of wheat of Siberian selection. Significant diversity in the number of embryonic roots was revealed. On average, over three years the difference ranged from 4,25 roots per germinating seedling (Novosibirskaya 31) to 5,16 (K-543-2). Genotypic variation in the number of embryonic roots was 3,8 – 4,7%. The correlation between the number of embryonic roots and the crop of the entire set of varieties was weakly positive ( $r = 0,21 \dots 0,30$ ) in all years. The correlation was slightly higher ( $r = 0,24 \dots 0,34$ ) of early ripening and mid-early varieties. It was very weak of mid-ripening and mid-late varieties. The significant relationship between the growing season length and the number of embryonic roots was not*

observed. The correlation between the growing season length and the crop is very high ( $r = 0,91$ ). Similar conclusions can be drawn for varieties with an increased number of embryonic roots. Samples with a reduced number of embryonic roots that need to be improved on this basis and samples with a higher number of embryonic roots that can be used as donors in breeding to improve the root system were identified. In addition to the total number of embryonic roots, attention should be paid to samples with a high percentage of germinating seedling with six embryonic roots (Sibirskiy Alyans, Omskaya 33, Uyarochka, K-543-2). Their use in breeding to increase the number of embryonic roots will obviously be most effective. Significant breeding progress in the number of embryonic roots achieved over the past 30 years has been revealed.

**Федосенко Денис Федорович**, младший научный сотрудник отдела селекции; e-mail: day-black@mail.ru

*Denis F. Fedosenko, junior research scientist of Selection Department; e-mail: day-black@mail.ru*

**Сидоров Александр Васильевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции; e-mail: asidorovs@list.ru

*Aleksandr V. Sidorov, Candidate of Agricultural Science, leading research scientist of Selection Department; e-mail: asidorovs@list.ru*

Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр СО РАН», Красноярск, Россия

*Krasnoyarsk Agricultural Research Institute, Federal Research Center "Krasnoyarsk Scientific Center of the SB of the RAS", Krasnoyarsk, Russia*

**Введение.** Степень развития корневой системы является одним из наиболее важных факторов получения высоких урожаев в засушливых районах. Уже в начале двадцатого века В.Е. Писарев [8], изучая корневую систему яровой пшеницы, отметил, что морфологической особенностью устойчивой к засухе пшеницы является мощная и глубоко проникающая корневая система.

Определенный вклад в формирование урожая вносят все типы корней. Однако в засушливых условиях, особенно в первой половине вегетации, решающая роль в формировании урожая принадлежит первичной корневой системе. В острозасушливые годы за счет зародышевых корней формируется до 83% урожая [6].

В случае наступления засухи в более поздний период, когда узловые корни достигли определенных размеров, зародышевые корни продолжают играть значительную роль. При достаточной продолжительности засушливого периода верхние слои почвы, в

которых находится основная масса узловых корней, быстро пересыхают и снабжение растения влагой ведется в основном за счет зародышевых корней, которые проникают в почву на глубину до 1,5 метров [4].

Количество зародышевых корней является генетически обусловленным признаком и связано, в основном, с наследственными особенностями сорта и лишь в незначительной степени с условиями формирования зародыша. Фенотипическое варьирование количества зародышевых корней невелико ( $V=1-3\%$ ) и в количественном отношении не превышает 0,1-0,3 корня. Количество зародышевых корней повышается в годы, когда формирование зародыша происходило в условиях повышенных температур и умеренной влажности почвы. В прохладные годы с обильными осадками количество зародышевых корней понижается [10].

Значительные сортовые различия по числу зародышевых корней [1, 5, 12] и довольно высокая наследуемость

этого признака [3, 9] позволяют надеяться на возможность увеличения числа зародышевых корней селекционным путем. На наличие такой возможности и результативность этого направления указывали многие авторы [2, 7, 11].

**Цель исследования:** провести оценку образцов яровой мягкой пшеницы сибирской селекции по числу зародышевых корней. Рекомендовать для использования в селекционном процессе лучшие образцы.

**Материал и методы исследований.** Исследования проводили в 2017-2019 гг. Материалом для исследований служили 25 сортов яровой мягкой пшеницы сибирской селекции и 8 селекционных образцов Красноярского НИИСХ. Оценка по числу зародышевых корней проходила в лабораторных условиях. Проращивали семена пшеницы (фракция-сход с решета 2,2x20 мм) на фильтровальной бумаге при температуре 18-20 градусов. Зародышевые корни подсчитывали в фазе разрыва колеоптиле на 5-7-й день после закладки образцов, по 50 растений в четырех повторениях по каждому сорту.

Полевые были заложены на опытных полях Красноярского НИИ сельского хо-

зяйства, расположенных в центральной части Красноярской лесостепи. Предшественник – пар, норма высева – 5 млн всхожих зерен на гектар. Площадь делянки 3 м<sup>2</sup> в четырех повторениях.

Условия произрастания пшеницы различались по годам. В 2017 году отмечена типичная засуха в первой половине вегетации. В 2018 году наблюдалась засуха средней интенсивности в течение всего вегетационного периода. По своей характеристике близким к средним многолетним показателям был 2019 год. Он был наиболее благоприятным для формирования урожая.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Лабораторная оценка яровой пшеницы выявила значительное разнообразие по числу зародышевых корней. Генотипическое варьирование числа зародышевых корней составило от 3,8% в 2017 году до 4,7% в 2019 году (табл.1). Размах изменчивости составил в 2017 году от 4,29 корней на один проросток у Новосибирской 31 до 5,02 у Уярочки. В 2018 году от 4,18 у Новосибирской 31 до 5,40 у образца К-543-2. В 2019 году от 3,97 у Новосибирской 14 до 5,17 у образца К-543-2.

**Таблица 1** – Генотипическое варьирование числа зародышевых корней яровой пшеницы

Год	Число зародышевых корней		V, %
	изменчивость	среднее	
2017	4,29 – 5,02	4,76	3,8
2018	4,18 – 5,40	4,89	4,5
2019	3,97 – 5,14	4,80	4,7

Варьирование среднего показателя по годам было невелико. Самое большое число зародышевых корней на проросток отмечено в семенах урожая 2018 года, когда сложились наиболее благоприятные условия для дифференциации зародыша. Фенотипическое варьирование числа зародышевых корней у большинства сортов находилось в пределах 0,4–3,5%.

Сравнение результатов полевой и лабораторной оценки, проведенное ранее [11], позволило сделать вывод, что число зародышевых корней при лабораторной оценке выше, чем при полевой. Разница между показателями составила от 0,13 до 0,59 корешка на один проросток. Ранжирование сортов по числу зародышевых корней сохранилось, а значит, использование лабора-

торной оценки в селекционном процессе вполне допустимо.

Корреляция между числом зародышевых корней и урожаем в целом по всему набору сортов во все годы была слабоположительной ( $r=0,21 \dots 0,30$ ). Поскольку урожай яровой пшеницы в значительной мере зависит от продолжительности вегетационного периода ( $r=0,58 \dots 0,78$ ), то образцы были разбиты на две группы: раннеспелые – среднеранние и среднеспелые – среднепоздние. У раннеспелых и среднеранних сортов корреляция между числом зародышевых корней и урожаем была несколько выше, чем у всего набора, но тоже была слабоположительной ( $r=0,24 \dots 0,34$ ). У среднеспелых и среднепоздних сортов она была очень слабой и колебалась в пределах от  $-0,1$  до  $0,1$ .

Полученные результаты показывают, что скороспелые сорта менее устойчивы к засухе, особенно в первую половину вегетации и нуждаются в хорошо развитой первичной корневой системе. Среднеспелые и среднепоздние сорта за счет более длительного периода закладки колоса в меньшей степени подвержены засухе в этот период. Сильная засуха во второй половине ве-

гетаационного периода в Красноярской лесостепи наблюдается редко.

Число зародышевых корней является признаком, положительно влияющим на урожай в условиях недостатка влаги, но не является основным. Устойчивость к недостатку влаги – сложное свойство, характеризующееся комплексом признаков: уровнем физиологической устойчивости, характером развития и мощностью корневой системы, темпом и ритмом развития, некоторыми анатомо-морфологическими признаками [11]. Например, сорт Русллада, обладая повышенным числом зародышевых корней, значительно снижает урожай в условиях засухи за счет короткого вегетационного периода и слабой физиологической устойчивости к недостатку влаги.

Среди изученных образцов выделили образцы с пониженным числом зародышевых корней, которые необходимо улучшать по этому признаку (табл. 2) и образцы с повышенным числом зародышевых корней (табл.3), которые можно использовать в качестве доноров в селекции на улучшение корневой системы.

**Таблица 2** – Образцы яровой пшеницы с пониженным числом зародышевых корней (2017-2019 гг.)

Сорт, селекционный образец	Вегетац. период, дн.	Количество проростков, в % с числом зародышевых корней:				Среднее на один проросток	Урожайность, г/м <sup>2</sup>
		3	4	5	6		
Новосибирская 31	72	26	23	51	-	4,25	239
Новосибирская 14	71	20	26	54	-	4,34	179
К-613-2	82	12	23	63	2	4,55	333
Зоряна	71	14	16	68	2	4,58	229
Свирель	82	10	20	68	2	4,62	346
Ветлужанка	75	6	18	72	4	4,74	293
Предгорная	80	7	14	75	4	4,75	368
Г-44	83	9	18	62	11	4,75	333

НСР<sub>0,05</sub> 28

Среди сортов с пониженным числом зародышевых корней есть скороспелые (Новосибирская 14, Зоряна, Новоси-

бирская 31), среднеспелые (Ветлужанка, Предгорная) и среднепоздние (Свирель, К-613-2, Г-44).

**Таблица 3** – Образцы яровой пшеницы с повышенным числом зародышевых корней (2017-2019 гг.)

Сорт, селекционный образец	Вегетац. период, дн.	Количество проростков в % с числом зародышевых корней:				Среднее на один проросток	Урожайность, г/м <sup>2</sup>
		3	4	5	6		
Руслада	72	4	12	72	12	4,92	234
к-524-2	77	4	7	79	10	4,95	330
Курагинская 2	78	2	9	77	12	4,99	325
Сибирский альянс	76	4	10	69	17	4,99	304
К-626-1	85	3	10	72	15	4,99	366
Омская 33	75	5	6	69	29	5,04	308
Уяровка	72	2	6	73	19	5,09	293
К-543-2	76	3	6	63	28	5,16	354

НСР<sub>0.05</sub>

28

Существенной зависимости между продолжительностью вегетационного периода и числом зародышевых корней не наблюдается. Корреляция между продолжительностью вегетационного периода и урожаем очень высокая ( $r=0,91$ ). Аналогичные выводы можно сделать по сортам с повышенным числом зародышевых корней.

Помимо общего числа зародышевых корней, следует обратить внимание на образцы с высоким процентом проростков с шестью зародышевыми корнями (Сибирский альянс, Омская 33, Уяровка, К-543-2). Использование их в селекции на увеличение числа зародышевых корней будет наиболее эффективно.

Сравнение полученных результатов с результатами, полученными ранее [10] при изучении 150 образцов яровой пшеницы отечественной и зарубежной селекции, показало заметный селекционный прогресс по числу зародышевых корней. По результатам, полученным в 1982 году, максимальное число зародышевых корней на один проросток отмечено у сорта Тулунская 10 (4,91) и только у 5 сортов отмечены проростки с 6 зародышевыми корнями.

**Заключение.** На основании про-

веденных исследований выявлено значительное разнообразие по числу зародышевых корней. Выявлена положительная корреляция между числом зародышевых корней и урожаем у раннеспелых и среднеранних сортов. У среднеспелых и среднепоздних сортов она была слабой. Выделены образцы с пониженным числом зародышевых корней, которые необходимо улучшать по этому признаку, и образцы с повышенным числом зародышевых корней, которые можно использовать в качестве доноров в селекции на улучшение корневой системы. Выявлен значительный селекционный прогресс по числу зародышевых корней, достигнутый за последние 30 лет.

#### Библиографический список

1. Амунова О.С., Тиунова Л.Н. Генетическое разнообразие мягкой яровой пшеницы по устойчивости к ранней засухе // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2018. – Т. 62. – №1. – С. 32-37.
2. Горбань О.И. Биологические особенности, продуктивность и качество зерна яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* desf) в условиях Нижнего Поволжья: дис. ... канд.

биол. наук. – Саратов, 2012. – 187 с.

3. Дорофеев В.Ф., Тысленко А.М. Число зародышевых корней яровой пшеницы при подборе пар для скрещивания // Вестник с.-х. науки. – 1982. – № 8. – С. 50–55.

4. Кумаков В.П. Селекция яровой пшеницы на засухоустойчивость в Северном Казахстане // Повышение засухоустойчивости зерновых культур. – М.: Колос, 1970. – С. 6-17.

5. Лепехов С.Б. Зародышевая корневая система мягкой пшеницы разных групп спелости и засухоустойчивости // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2015. – № 2. – С. 28–33.

6. Мовчан В.К. Изучение особенности корневой системы у яровой пшеницы // Новое в селекции зерновых культур и трав. – Целиноград, 1979. – С. 20-27.

7. Малокостова Е.И. Основные направления селекции яровой пшеницы на засухоустойчивость // Земледелие. – 2018. – № 3. – С. 37-39.

8. Писарев В.Е. Селекция зерновых культур. – М.: Колос, 1964. – 317 с.

9. Полимбетова Ф.А., Мамонов П.К. Физиология яровой пшеницы в Казахстане. – Алма-Ата: Наука, 1980. – 288 с.

10. Сидоров А.В. Создание и оценка селекционного материала яровой пшеницы для засушливых зон лесостепи Восточной Сибири: дис. ... канд. с.-х. наук. – Красноярск, 1989. – 153 с.

11. Сидоров А.В., Федосенко Д.Ф. Результаты селекции пшеницы на увеличение числа и степени развития зародышевых корней // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 3. – С. 77-82.

12. Сидоров А.В. Селекция яровой пшеницы в Красноярском крае. – Красноярск: ФИЦ КНЦ СО РАН, 2018. – 208 с.

1. Amunova O.S., Tiunova L.N. Genetic diversity of soft spring wheat in resistance to early drought. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2018. T. 62. No. 1. pp. 32–37 [in Russian]

2. Gorban O.I. Biological features, productivity and grain quality of spring durum wheat (*Triticum durum* desf) in the conditions

of the Lower Volga region. Candidate's dissertation abstract. Saratov. 2012. 187 p. [in Russian]

3. Dorofeev V.F., Tyslenko A.M. The number of embryonic roots of spring wheat when selecting pairs for crossing. *Herald of Agricultural Science*. 1982. No. 8. pp. 50–55 [in Russian]

4. Kumakov V.P. Breeding of spring wheat for drought resistance in Northern Kazakhstan. Increase of drought tolerance of grain crops. Moscow. *Kolos*. 1970. pp. 6-17 [in Russian]

5. Lepekhov S.B. Primary root system in soft wheat varieties differing in maturity and drought resistance. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2015. No. 2. pp. 28–33 [in Russian]

6. Movchan V.K. Studying the features of the root system in spring wheat. New in the selection of crops and herbs. Tselinograd. 1979. pp. 20–27 [in Russian]

7. Malokostova E.I. Main directions of spring wheat breeding for drought resistance. *Zemledelie*. 2018. No. 3. pp. 37–39 [in Russian]

8. Pisarev V.E. Breeding of grain crops. Moscow. *Kolos*. 1964. 317 p. [in Russian]

9. Polimbetova F.A., Mamonov P.K. Physiology of spring wheat in Kazakhstan. Alma-Ata. *Nauka*. 1980. 288 p. [in Russian]

10. Sidorov A.V. Creation and evaluation of breeding material of spring wheat for arid zones of the forest-steppe of Eastern Siberia. Diss. ...Cand. Sc. (Agr.). Krasnoyarsk. 1989. 153 p. [in Russian]

11. Sidorov A.V., Fedosenko D.F. The results of the spring wheat selection on the increase of the embryonic root quantity and development level. *Vestnik KrasGAU*. 2015. No 3. pp. 77-82 [in Russian]

12. Sidorov A.V. Breeding of spring wheat in the Krasnoyarsk Territory. Krasnoyarsk. *FIK KSC SB RAS*. 2018. 208 p. [in Russian]