

## **ПАРАМЕТРЫ АДАПТИВНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПО СОДЕРЖАНИЮ И КАЧЕСТВУ КЛЕЙКОВИНЫ**

**А.В. Сидоров**, к. с.-х. н., Красноярский научно-исследовательский институт  
сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО  
РАН, Красноярск, Россия  
*e-mail: asidorovs@list.ru*

**Н.С. Герасимова**, Красноярский научно-исследовательский институт  
сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО  
РАН, Красноярск, Россия  
*e-mail: nata.gerasimova.1982@mail.ru*

**М.А. Семирадская**, Красноярский научно-исследовательский институт  
сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО  
РАН, Красноярск, Россия  
*e-mail: mariasemiradskay@mail.ru*

**Аннотация.** Представлены результаты изучения 8 сортов яровой мягкой пшеницы в 2016-2022 годах на опытном поле Красноярского НИИ сельского хозяйства. Цель исследований - определение адаптивного потенциала допущенных к производству сортов по количеству и качеству клейковины. По среднему содержанию клейковины выделились сорта Новосибирская 15 (38,1%), Канская (37,3%), Красноярская 12 (36,2%). По сумме рангов показателей адаптивности включающих среднюю урожайность, варьирование, пластичность, стабильность, стрессоустойчивость, гомеостатичность лучшими были сорта Красноярская 12 и Новосибирская 15. По качеству клейковины (показатель ИДК 1) выделились сорта Уялочка, Канская, Алтайская 70. По сумме рангов показателей адаптивности лучшими были Новосибирская 15 и Курагинская 2.

**Ключевые слова:** яровая пшеница, сорт, адаптивность, содержание клейковины, качество клейковины

## **ADAPTABILITY PARAMETERS OF THE CONTENT AND QUALITY OF GLUTEN OF SPRING WHEAT**

**A.V. Sidorov**, candidate of Agricultural Sciences, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

*e-mail: asidorovs@list.ru*

**N.S. Gerasimova**, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

*e-mail: nata.gerasimova.1982@mail.ru*

**M.A. Semiradskaya**, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

*e-mail: mariasemiradskay@mail.ru*

**Abstract.** The results of the study of 8 varieties of spring soft wheat in 2016-2022 on the experimental field of the Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture are presented. The purpose of the research is to determine the adaptive potential of varieties admitted for production in terms of the quantity and quality of gluten. According to the average content of gluten, varieties Novosibirskaya 15 (38.1%), Kanskaya (37.3%), Krasnoyarskaya 12 (36.2%) were distinguished. In terms of the sum of ranks of adaptability indicators, including average yield, variation, plasticity, stability, stress resistance, homeostasis, the best varieties were Krasnoyarskaya 12 and Novosibirskaya 15. In terms of gluten quality (IDK indicator 1), varieties Uyarochka, Kanskaya, Altaiskaya 70 stood out. In terms of the sum of ranks of adaptability indicators, the best were Novosibirskaya 15 and Kuraginskaya 2.

**Keywords:** spring wheat, variety, adaptability, gluten content, gluten quality

## **Введение**

Доля пшеницы в общем производстве зерна составляет более 60%. Доля пшеницы в экспорте зерна составляет 70-80%. Однако качество зерна достаточно низкое. В последние годы производство пшеницы первого и второго класса в России составляет около 2%, а третьего чуть более 20% [1].

Основной причиной такого положения является нестабильное и невысокое содержание клейковины в производимом зерне. Основными причинами нестабильности качества являются неблагоприятные

климатические условия. Различные агротехнологии влияют на качество слабее и лишь способствуют реализации генетического потенциала.

Содержание клейковины определяется как наследственными особенностями, так и комплексом почвенно-климатических и агротехнических условий. Одним из направлений повышения качества зерна является селекция, нацеленная на создание сортов, отличающихся высоким качеством зерна, способных в различные по климатическим условиям годы формировать зерно, пригодное для производства хлебобулочных изделий [2].

Селекционерами созданы сорта сильной и ценной яровой пшеницы, способные формировать высокое содержание клейковины в годы с умеренным количеством осадков и среднесуточными температурами в период созревания в пределах 16- 18 градусов. В условиях Красноярского НИИСХ в благоприятные годы содержание клейковины выше 40% отмечено у сортов Новосибирская 15, Новосибирская 31, Канская [3]. На сортоучастках Красноярского края периодически содержание клейковины выше 35% формируют сорта Новосибирская 15, Новосибирская 16, Новосибирская 31, Новосибирская 41, Канская, Красноярская 12 [4].

В условиях производства в неблагоприятные годы и при дефиците удобрений содержание клейковины резко снижается. Кроме того, в условиях Восточной Сибири при пониженных температурах в период созревания зерно пшеницы в большинстве случаев не соответствует первому и второму классу по качеству клейковины.

В целом основой противодействия негативным факторам погоды является селекция на повышение адаптивности сорта к региональным условиям, что позволит стабилизировать производство зерна с высокими показателями качества. Производству необходимы адаптивные, экологически пластичные сорта приспособленный не только к оптимуму, но и к минимуму и максимуму внешних факторов среды.

Цель исследований: изучить адаптивную способность сортов яровой пшеницы, допущенных к производству в Красноярском крае по содержанию и качеству клейковины.

### **Методы исследований**

Полевые исследования проводили в лесостепной зоне Красноярского края на опытных полях Красноярского научно-исследовательского института сельского хозяйства в 2016-2022 годах. Объектами исследования были сорта яровой пшеницы селекции Красноярского НИИСХ Канская и Уяровка (среднеранние), Красноярская 12 и Курагинская 2 (среднеспелые), Свирель (среднепоздний). В опытах использовали рекомендованные для зоны стандартные сорта Новосибирская 15 (раннеспелый), Алтайская 70 (среднеранний), Алтайская 75 (среднеспелый). Сорта Новосибирская 15 и Алтайская 75 по качеству относятся к сильным, Канская и Красноярская 12 к ценным.

Посев проводился по пару в оптимальные для зоны сроки. Тип почвы - выщелоченный чернозем. Перед посевом вносили азотные удобрения в дозе  $N_{60}$ . Закладку опытов проводили согласно методике ГСИ. Количество и качество клейковины в зерне определяли по ГОСТ Р 54478-2011. Погодные условия в годы исследований отличались значительным разнообразием.

Расчет экологической пластичности проводился по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell в редакции Зыкина с соавторами [5], экологическую стабильность по Н.А. Соболеву [6], стрессоустойчивость по A.A. Rossielle, J Hamblin [7], коэффициент гомеостатичности по В. В. Хангильдину [8].

### **Результаты исследований**

Для возделывания на территории Красноярского края рекомендовано 9 сортов сильной и 7 сортов ценной пшеницы. В целом качество зерна в Красноярском крае неплохое. В отдельные годы до 70% реализованного зерна относится к продовольственному. Однако в основном это зерно третьего и четвертого класса. Причиной недостаточно высокого качества

наряду с невысоким уровнем почвенного плодородия, особенно в южных районах, и нарушением отдельных элементов агротехники являются неблагоприятные климатические и погодные условия.

Растение в условиях естественной среды обычно находится под воздействием какого-либо стрессового фактора. Основными экологическими факторами, оказывающими значительное влияние на качество зерна, является температура и осадки. Значительные отклонения от оптимума в ту или другую сторону значительно снижают качество зерна. Кроме того, на качество зерна влияют болезни и вредители, почвенное плодородие, удобренность фона. Для стабилизации качества зерна производству необходимо использовать сорта пшеницы с высокой адаптивностью к региональным условиям.

Под термином адаптивность понимают способность сорта максимально использовать агроклиматические ресурсы зоны возделывания. Способность в изменяющихся погодных условиях стабильно формировать достаточный уровень урожайности и качества зерна [9,10]. Существует ряд показателей, характеризующих адаптивность которые используются для характеристики сорта.

Простейшими критериями адаптивности является средний многолетний показатель признака и коэффициент его варьирования. Причем чем больше количество лет изучения, тем более информативны эти показатели. В среднем за 7 лет (2016-2022 гг.) лучшими по содержанию клейковины были сорта, Новосибирская 15 (38,1%), Канская (37,3%), Красноярская 12 (36,2%). Наименьшее содержание у Сорта Уялочка (30,8%) и сорта Свирель (29,2%).

Слабая изменчивость содержания клейковины отмечена у сортов Красноярская 12 ( $V=8,35\%$ ) и Новосибирская 15 ( $V=9,98\%$ ). У остальных сортов отмечена средняя степень изменчивости от 11,07% у сорта Канская до 16,95% у сорта Уялочка (табл.1).

Параметры пластичности, стабильности и гомеостатичности определяют уровень адаптации сорта к происходящим климатическим изменениям, показывают преимущества и недостатки сорта, его поведение в различных условиях выращивания [11]. Под термином пластичность понимается степень приспособляемости сорта к условиям внешней среды (способность давать высокий и качественный урожай в различных почвенно-климатических условиях).

Индекс условий среды в годы изучения колебался от 3,9 (2018 г.) до - 6.1 (2017 г.). Благоприятным для формирования количества клейковины был так же 2016 год, неблагоприятным 2020 год. Критерием пластичности является коэффициент линейной регрессии. Сорта, отличающиеся повышенным коэффициентом регрессии, хорошо отзываются на улучшение условий. К ним относятся Курагинская 2, Алтайская 75, Свирель. Сорта с пониженным коэффициентом регрессии Красноярская 12, Новосибирская 15, Канская слабо реагируют на неблагоприятные условия так и на улучшения условий возделывания. Они занимали лидирующие место по содержанию клейковины практически во все годы.

Это подтверждается показателем стабильности. Он характеризует устойчивость проявления признака в различных условиях. Чем выше показатель экологической стабильности, тем сорт более приспособлен к конкретным экологическим условиям. Сорта с низким уровнем пластичности оказались самыми стабильными.

Стрессоустойчивость определяется как разница между минимальной и максимальной урожайностью и имеет отрицательное значение. Она отражает уровень устойчивости сортов к стрессовым условиям произрастания. Чем меньше показатель стрессоустойчивости, тем легче сорт переносит стрессовые ситуации. Наиболее стрессоустойчивыми по содержанию клейковины оказались сорта Красноярская 12 и Новосибирская 15, Алтайская 70.

Показатель гомеостатичности позволяет одновременно учитывать уровень показателя и его стабильность и показывает способность сорта к меньшему снижению содержания клейковины при ухудшении условий возделывания. Лучшими по этому показателю были сорта Красноярская 12, Новосибирская 15, Канская.

Критерием преимущества сорта может служить величина рейтинга, учитывающая комплекс параметров адаптивности и содержания клейковины. Оценку провели по сумме рангов, присвоенных каждому сорту. При этом наименьший (первый) ранг присваивался сорту с наиболее желательной выраженностью того или иного параметра, в результате чего ценные по адаптивности сорта будут иметь небольшую сумму рангов.

По большинству показателей и по сумме рангов наиболее ценными оказались сорта Красноярская 12 и Новосибирская 15. По сумме рангов к ним приближаются Канская и Алтайская 70. Худшие показатели у сорта Уялочка (табл.2).

Таблица 1 – Показатели адаптивности пшеницы по содержанию клейковины (2016-2022 гг.)

| Сорт             | Содержание клейковины, % |         | V, %  | Пластичность | Стабильность | Стрессоустойчивость | Гомеостатичность |
|------------------|--------------------------|---------|-------|--------------|--------------|---------------------|------------------|
|                  | размах изменчивости      | среднее |       |              |              |                     |                  |
| Новосибирская 15 | 34,8 - 44,8              | 38,1    | 9,98  | 0,66         | 0.86         | -10,0               | 3,82             |
| Канская          | 29,2 - 42,0              | 37,3    | 11,07 | 0,86         | 0.79         | -12,8               | 3,37             |
| Алтайская 70     | 26,8 - 38,4              | 33,3    | 13,72 | 1,11         | 0.60         | -11,6               | 2,43             |
| Уялочка          | 21,9 - 36,0              | 30,8    | 16,29 | 1,10         | 0.33         | -14,1               | 1,89             |
| Алтайская 75     | 24,8 - 39,3              | 34,2    | 14,91 | 1,22         | 0.42         | -14,5               | 2,41             |
| Красноярская 12  | 33,2 - 41,3              | 36,2    | 8,35  | 0,64         | 0.94         | -8,1                | 4,34             |
| Курагинская 2    | 22,4 - 34,8              | 30,3    | 16,16 | 1,23         | 0.44         | -12,4               | 1,88             |
| Свирель          | 21,2 - 34,4              | 29,2    | 15,20 | 1,19         | 0.54         | -13,2               | 1,92             |

Таблица 2 – Рейтинг адаптивности сортов пшеницы по содержанию клейковины

| Сорт             | Ранг          |      |              |              |                     |                  | Сумма рангов |
|------------------|---------------|------|--------------|--------------|---------------------|------------------|--------------|
|                  | содержание, % | V, % | пластичность | стабильность | стрессоустойчивость | гомеостатичность |              |
| Новосибирская 15 | 1             | 2    | 7            | 2            | 2                   | 2                | 16           |
| Канская          | 2             | 3    | 6            | 3            | 5                   | 3                | 19           |
| Алтайская 70     | 5             | 4    | 4            | 4            | 3                   | 4                | 20           |
| Уялочка          | 6             | 8    | 5            | 8            | 7                   | 7                | 41           |
| Алтайская 75     | 4             | 5    | 2            | 7            | 5                   | 5                | 28           |
| Красноярская 12  | 3             | 1    | 8            | 1            | 1                   | 1                | 15           |
| Курагинская 2    | 7             | 7    | 1            | 6            | 4                   | 8                | 33           |
| Свирель          | 8             | 6    | 3            | 5            | 6                   | 6                | 34           |

Была так же проведена оценка показателей адаптивности и определен рейтинг сортов по качеству клейковины. По среднему показателю качества клейковины все сорта, кроме сорта Уялочка относились к третьему классу качества (табл.3). К первому классу (43-77 ед. ИДК) приближались сорта Алтайская 70, Канская, Новосибирская 15. Однако в отдельные годы клейковину первой группы качества формировали все сорта. Сорт Уялочка формировал клейковину первой группы 5 лет из 7, Канская и Алтайская 7 три года, Красноярская 12 и Новосибирская 15 два, Алтайская 75, Курагинская 2, Свирель один год. Причем лучшие показатели качества отмечены в годы с наименьшими показателями содержания. Слабой изменчивостью по качеству клейковины отличались сорта Курагинская 2, Новосибирская 15, Алтайская 75. Следует отметить, что по содержанию клейковины Курагинская 2 заняла предпоследнее место. Наиболее пластичными оказались сорта Алтайская 70, Уялочка, Алтайская 75. Сорта с наиболее высоким содержанием клейковины не вошли в этот список. Лучшими сортами по стабильности, стрессоустойчивости, гомеостатичности были Курагинская 2, Новосибирская 15 и Свирель.

По сумме рангов адаптивности по качеству клейковины лучшими были сорта Новосибирская 15 и Курагинская 2 (табл.4). Следующие два места заняли Свирель и Алтайская 75. За исключением Новосибирской 15 лучшие по содержанию клейковины сорта, по качесСорт Новосибирская 15 занял второе место и по сумме рангов по адаптивности по количеству клейковины.

### **Выводы и предложения**

В результате проведенных исследований выделены сорта с высоким содержание клейковины Новосибирская 15, Канская, Красноярская 12 и высокими показателями ее качества Уялочка, Канская, Алтайская 70. С использованием различных показателей адаптивности определены наиболее приспособленные к условиям Красноярского края сорта. По количеству клейковины к ним относятся Красноярская 12 и новосибирская 15, по качеству клейковины Новосибирская 16 и Курагинская 2.

Таблица 3 – Показатели адаптивности пшеницы по качеству клейковины (2016-2022 гг.)

| Сорт             | Показатель ИДК 1, ед. |         | V, %  | Пластичность | Стабильность | Стрессоустойчивость | Гомеостатичность |
|------------------|-----------------------|---------|-------|--------------|--------------|---------------------|------------------|
|                  | размах изменчивости   | среднее |       |              |              |                     |                  |
| Новосибирская 15 | 70 - 85               | 78,6    | 6,18  | 0,44         | 0.92         | -15                 | 12,72            |
| Канская          | 62 - 85               | 77,6    | 11,26 | 0,35         | 0.26         | -23                 | 6,89             |
| Алтайская 70     | 63 - 92               | 77,7    | 12,18 | 2,12         | 0.18         | -29                 | 5,89             |
| Уялочка          | 54 - 81               | 72,3    | 12,82 | 1,91         | 0.16         | -27                 | 5,64             |
| Алтайская 75     | 74 - 95               | 83,3    | 9,00  | 1,28         | 0.54         | -21                 | 9,26             |
| Красноярская 12  | 68 - 93               | 80,3    | 10,56 | 0,80         | 0.20         | -25                 | 7,60             |
| Курагинская 2    | 74 - 86               | 81,4    | 4,64  | 0,05         | 0.97         | -12                 | 17,5             |
| Свирель          | 70 - 88               | 83,0    | 7,52  | 0,40         | 0.78         | -18                 | 11,0             |

Таблица 4 – Рейтинг адаптивности сортов пшеницы по качеству клейковины

| Сорт             | Ранг             |      |              |              |                     |                  | Сумма рангов |
|------------------|------------------|------|--------------|--------------|---------------------|------------------|--------------|
|                  | показатель ИДК 1 | V, % | пластичность | стабильность | стрессоустойчивость | гомеостатичность |              |
| Новосибирская 15 | 4                | 2    | 5            | 2            | 2                   | 2                | 17           |
| Канская          | 2                | 6    | 7            | 5            | 5                   | 6                | 31           |
| Алтайская 70     | 3                | 7    | 1            | 7            | 8                   | 7                | 33           |
| Уялочка          | 1                | 8    | 3            | 8            | 7                   | 8                | 35           |
| Алтайская 75     | 8                | 4    | 2            | 4            | 4                   | 4                | 26           |
| Красноярская 12  | 5                | 5    | 4            | 6            | 6                   | 5                | 31           |
| Курагинская 2    | 6                | 1    | 8            | 1            | 1                   | 1                | 18           |
| Свирель          | 7                | 3    | 6            | 3            | 3                   | 3                | 25           |

## Библиографический список

1. Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы: науч. издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 396 с.
2. Дорохов, Б. А. Особенности формирования урожая и качества зерна озимой пшеницы в Центральном Черноземье / Б. А. Дорохов, И. С. Браилова, Е. П. Беляева // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2022. – Т. 52, № 3. – С. 24–33.
3. Сидоров, А. В. Влияние условий вегетационного периода на содержание и качество клейковины яровой пшеницы / А. В. Сидоров, Н. С. Герасимова, М. А. Семирадская // Вестник Бурятской ГСХА. – 2023. – № 2. – С. 33–39.
4. Отчет за 2021 – 2022 год филиала ФГБУ Госсорткомиссия по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва. – Красноярск, 2022. – 210 с.
5. Зыкин, В. А. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений / В. А. Зыкин, И. А. Белан, В. С. Юсов. – Омск, 2005. – 45 с.
6. Соболев, Н. А. Методика оценки экологической стабильности сортов и генотипов / Н. А. Соболев // Проблемы отбора и оценки селекционного материала. – Киев: Наук. думка, 1980. – С. 100–106.
7. Rossielle, A. A. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non – stress environments / A. A. Rossielle, J. Hamblin // Crop Sci, 1981. – V. 21., № 6. – P. 943–946.
8. Хангильдин, В. В. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы / В. В. Хангильдин, Н. А. Литвиненко // Науч.-техн. бюл. Всесоюз. селекцион.-генет. ин-та. – 1981. Вып. 1 (39). – С. 8–14.
9. Никитина, В. И. Оценка образцов яровой мягкой пшеницы сибирской селекции по адаптивности в условиях Красноярской лесостепи / В. И. Никитина, Д. Ф. Федосенко // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 1. – С. 47–52.
10. Ионова, Е. В. Изменение механизмов адаптивности и урожайности сортов озимой мягкой пшеницы в засушливых условиях по этапам сортосмены / Е. В. Ионова, В. А. Лиховидова, В. Л. Газе // Зерновое хозяйство России. – 2021. – № 1 (73). – С. 3–7.
11. Куркова, И. В. Оценка адаптивной способности и экологической пластичности сортов и сортообразцов ярового ячменя амурской селекции / И. В. Куркова, С. А. Фокин // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 2. – С. 16–21.