

УДК 633.111.1 : [631.524.7 : 631.576.331.2]

## АДАПТИВНОСТЬ РЕОЛОГИЧЕСКИХ И ХЛЕБОПЕКАРНЫХ СВОЙСТВ ТЕСТА КОРТОКСТЕБЕЛЬНОГО СОРТА ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ВЬЮГА В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

© 2024 А.А. Сухоруков, Н.Э. Бугакова, Д.О. Долженко, Т.В. Чахеева

Самарский федеральный исследовательский центр РАН,  
Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н. М. Тулайкова

Статья поступила в редакцию 14.06.2024

Исследования проведены в 2015–2023 гг. на экспериментальном поле и в лабораториях Самарского НИИСХ – филиала СамНИЦ РАН. Цель исследований – оценить реологические и хлебопекарные свойства теста у короткостебельного сорта озимой мягкой пшеницы Вьюга в варьирующих условиях Среднего Поволжья. Определены средние за годы исследований показатели реологических свойств теста и пределы их варьирования: время образования и устойчивость теста – 9,4 минуты (при варьировании по годам 2,5...18 минут), разжижение теста – 44 единицы фаринографа (20...60 ед.), валориметрическая оценка – 74 единиц валориметра (52...96 ед.). Средний за годы исследований объёмный выход хлеба составил 823 мл (665...1090 мл), общая хлебопекарная оценка – 4,6 балла (4,4...4,8 балла). По устойчивости к стрессу при формировании признаков «время образования и устойчивость теста» и «валориметрическая оценка» сорт Вьюга подобен стандарту – сильной пшенице Безенчукская 380 – и превосходит его по устойчивости к стрессу при формировании признаков «разжижение теста», «объёмный выход хлеба», «общая хлебопекарная оценка». Фенотипическая стабильность у сорта Вьюга признака «время образования и устойчивость теста» низкая ( $C_v = 62,3\%$ ,  $SF = 7,2$ ), признака «разжижение теста» – ниже средней ( $C_v = 32,6\%$ ,  $SF = 3,0$ ), валориметрической оценки – ниже средней ( $C_v = 21,7\%$ ,  $SF = 1,9$ ), объёмного выхода хлеба – средняя ( $C_v = 15,7\%$ ,  $SF = 1,6$ ), показателя «общая оценка хлеба» – высокая ( $C_v = 3,8\%$ ,  $SF = 1,1$ ). Время образования и устойчивость теста положительно коррелировало с валориметрической оценкой ( $r = 0,98 \pm 0,09$ ), отрицательная взаимосвязь установлена между разжижением теста и объёмным выходом хлеба ( $r = -0,81 \pm 0,15$ ).

*Ключевые слова:* пшеница мягкая озимая (*Triticum aestivum* L.), сорт, реологические свойства теста, объёмный выход хлеба, общая хлебопекарная оценка, фенотипическая стабильность

DOI: 10.37313/2782-6562-2024-3-2-35-42

EDN: NGJSAB

### ВВЕДЕНИЕ

Анализ современного состояния производства и реализации хлебобулочной продукции свидетельствует об ухудшении качества хлебобулочных изделий в Российской Федерации [1]. Среди причин этого выделяется низкие технологические характеристики муки, что негативно влияет на реологические свойства теста. Одним из важнейших направлений решения данной проблемы является естественное улучшение исходных характеристик муки [2].

Ряд исследователей отмечают влияние экологических факторов на формирование хлебо-

*Сухоруков Андрей Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и генетики мягкой пшеницы.*

*Бугакова Надежда Эдуардовна, младший научный сотрудник лаборатории селекции и генетики мягкой пшеницы.*  
E-mail: bugakova1987@yandex.ru

*Долженко Дмитрий Олегович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и генетики мягкой пшеницы.*  
E-mail: ddolzhenko75@yandex.ru

*Чахеева Тамара Вардкесовна, младший научный сотрудник лаборатории селекции и генетики мягкой пшеницы.*  
E-mail: chakheeva@icloud.com

пекарного качества муки [3,4]. Высокие температуры воздуха влияют на соотношение амилозы с амилопектином, что приводит к уменьшению эластичности теста [5]. Высокая температура воздуха в период налива зерна ослабляет эластичность клейковины из-за снижения активности ферментов, поддерживающих образование дисульфидных связей [6]. Водный дефицит в фазу завязывания и налива зерна ухудшает все характеристика качества зерна [7].

Хлебопекарное качество – интегральный признак и зависит от генотипа сорта и условий внешней среды. К настоящему времени картировано более 40 генов и локусов количественных признаков, влияющих на технологические свойства муки и теста [8].

Во вновь создаваемых сортах необходимо в первую очередь решать проблему повышения качества зерна [2, 9]. В 2020 году в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации, был включён новый сорт Вьюга селекции Самарского НИИСХ; также он внесён в список ценных по качеству сортов [10]. Вьюга – зимостойкий сорт, устойчивый к полеганию и прорастанию зерна в колосе при перестое на

корню. Он низкорослый (высота растений 70–85 см), среднеранний по дате колошения [11]. Сорт Вьюга быстро внедряется в Самарской области и сопредельных регионах, поэтому представляет интерес изучение потенциала его качества в сравнении с сортом более раннего этапа самарской селекции Безенчукская 380, который способен формировать высококачественное зерно в различных экологических условиях [12].

Цель исследований – оценить реологические и хлебопекарные свойства муки из зерна короткостебельного сорта озимой мягкой пшеницы Вьюга в варьирующих условиях Среднего Поволжья.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работу выполняли на экспериментальном поле и в лабораториях Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН в 2015–2023 гг. В качестве материала для исследований использован короткостебельный сорт озимой мягкой пшеницы Вьюга, включенный в Государственный реестр селекционных достижений и допущенных к использованию в Средневолжском регионе и сорт сильной пшеницы Безенчукская 380, допущенный к использованию по Центральному, Волго-Вятскому, Центрально-Черноземному, Средневолжскому и Уральскому регионам Российской Федерации [10].

Почва опытного участка – чернозём обыкновенный с содержанием в слое почвы 0–30 см гумуса 3,8–4,0% (ГОСТ 2613-91), легкогидролизуемого азота – 44,8 мг/кг почвы (ГОСТ 26951-86), подвижного фосфора – 270 мг/кг, обменного калия 150 мг/кг почвы (ГОСТ 29205-91). Предшественник – чистый пар. Учетная площадь делянок 25м<sup>2</sup>. Повторность четырёхкратная. Удобрения в дозе N<sub>50</sub> вносили весной. Реологические свойства теста определяли по ГОСТ Р 51404-99 (ИСО 5530-1-97), методическим указаниям Госкомиссии по сортоиспытанию [11]. Адаптивный потенциал

сортов озимой мягкой пшеницы при формировании реологических и хлебопекарных свойств зерна определяли по А. А. Rosielle, J. Hamblin [12]. Фактор фенотипической стабильности (SF) рассчитывали по D. Lewis [13]. Статистическая обработка данных выполнена по Б. А. Доспехову [14] в Microsoft Office Excel.

Налив и созревание зерна озимой пшеницы проходили в варьирующих условиях внешней среды. Период «колошение – созревание» был средnezасушливым (ГТК 0,50...0,53) в 2015, 2016, 2022 и 2023 годах, благоприятным в 2021 году (ГТК 1,2), соответствовал среднемноголетней норме (ГТК 0,7) в 2017 году и был острозасушливым в 2018 и в 2019 годах (ГТК 0,1 и 0,2 соответственно). Максимальная температура воздуха за период «колошение – созревание» отмечена в 2019 году – 37,2 °С. На формирование качества зерна в максимальной степени оказывают влияние погодные условия периода созревания зерна (с 1 по 20 июля). В наших исследованиях повышение увлажнения периода отмечено в 2015, 2019 и 2018 годах (ГТК 1,17; 1,39 и 1,0 соответственно), засушливым в 2016 году (ГТК 0,36) и острозасушливым в 2020 году (ГТК 0,1).

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

Время образования и устойчивость теста – важный элемент реологических свойств теста, оказывающих влияние на технологический процесс выпечки хлеба. К сожалению, этот показатель отсутствует в классификационных нормах для сортов сильной и ценной пшеницы. Адаптивный потенциал сортов по признаку «время образования и устойчивость теста» показан в таблице 1.

Из данных таблицы 1 следует, что величина признака «время образования и устойчивость теста» по годам очень сильно варьирует у обоих сортов. У сорта Безенчукская 380 от 3,1 мину-

**Таблица 1.** Параметры адаптивности сортов пшеницы мягкой озимой по признаку «время образование и устойчивость теста», 2015–2023 гг.

Сорт	Время образование и устойчивость теста, мин			Устойчивость к стрессу (min – max)	Генетическая гибкость (min-max/2)	Коэффициент вариации C <sub>v</sub> , %	Фенотипическая стабильность SF
	среднее	min	max				
Безенчукская 380	11,2	3,1	17,0	-13,9	10,1	44,8	5,5
Вьюга	9,4	2,5	18,0	-15,5	10,3	62,3	7,2
Станд. отклонение	1,3	0,9	2,0	-	-	-	-

ты до 17 минут, у сорта Вьюга – от 2,5 минут до 18 минут. Зерно с величиной признака 2,5...3,0 минуты мало пригодно для замеса, так как тесто в современных машинах быстро разжижается. В тоже время зерно с временем образования и устойчивостью теста 18 минут требует для замеса дополнительной энергии. Такое зерно целесообразно использовать для улучшения реологических свойств слабой пшеницы. Устойчивость к стрессу и компенсаторная возможность при формировании признака «время образования и устойчивость теста» у сортов Безенчукская 380 и Вьюга существенно не различаются. Средняя величина признака в контрастных условиях у сорта Вьюга равна величине признака сорта Безенчукская 380, что показывает на равные показатели компенсаторной способности и генетической гибкости при формировании признака «время образование и устойчивость теста» у данных сортов.

Фенотипическая стабильность признака «время образования и устойчивость теста» у обоих сортов низкая,  $C_v$  44,8 % и 62,3 % у сортов Безенчукская 380 и Вьюга соответственно, SF 5,5 и 7,2).

Разжижение теста – важный показатель, характеризующий реологические свойства теста мягкой пшеницы. Согласно ограничительным нормам для сильной пшеницы, разжижение теста не должно превышать 60 единиц фаринографа, для ценных – 80 единиц фаринографа. Адаптивный потенциал признака показан в таблице 2.

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что в среднем за 2015–2023 гг. величина признака «разжижение теста» у сорта Вьюга соответствовал норме для сильной пшеницы – 44 единицы фаринографа с вариацией по годам от 20 единиц до 60 единиц. По устойчивости к стрессу при формировании данного признака сорт Вьюга превосходит сорт сильной пшеницы Безенчукская 380. Средняя величина признака «разжижение теста» сорта Вьюга в контрастных условиях на 20 единиц фаринографа меньше, чем у

Безенчукской 380, что характеризует высокую компенсаторную способность и генетическую гибкость сорта Вьюга при формировании признака «разжижение теста». Вариация признака «разжижение теста» сорта Вьюга не выходит за пределы нормы для сильной пшеницы – 60 единиц фаринографа, – а минимальная величина признака – 20 единиц фаринографа – соответствует норме для отличных улучшителей.

Валориметрическая оценка теста – результирующий показатель признаков «время образования и устойчивость теста» и «разжижение теста» и внесена в классификационные ограничительные нормы показателей для включения в списки сильных и ценных сортов по качеству. Валориметрическая оценка сорта Вьюга в среднем за 2015–2023 гг. составила 77 единиц валориметра и отвечает требованиям к сильной пшенице (табл. 3).

Пределы изменчивости признака «валориметрическая оценка» сорта Вьюга от 52 до 96 единиц валориметра, против 48 и 43 единицы у сорта сильной пшеницы Безенчукская 380. Данные таблицы 3 показывают, что стрессовые условия оказывают значительное влияние на формирование признака «валориметрическая оценка», так как разница между максимальной и минимальной величиной признака у сорта Вьюга – 44 единицы валориметра, у сорта Безенчукская 380 – 45 единиц. Средняя величина признака «валориметрическая оценка» в контрастных условиях у сорта Вьюга на 3 единицы выше, чем у сорта Безенчукская 380 и соответствует норме на сильную пшеницу. Эти результаты показывают на преимущество сорта Вьюга по сравнению с Безенчукской 380 по компенсаторной способности и генетической гибкости при формировании признака «валориметрическая оценка».

Фенотипическая стабильность признака «валориметрическая оценка» у сортов Вьюга и Безенчукская 380 средняя.

**Таблица 2.** Параметры адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы по признаку «разжижение теста», 2015–2023 гг.

Сорт	Разжижение теста, ед. фаринографа			Устойчи- вость к стрессу (min – max)	Генети- ческая гибкость (min- max/2)	Кэффи- циент вариации $C_v$ , %	Феноти- пическая стабильн ость SF
	среднее	min	max				
Безенчукская 380	55	20	100	-80	60	54,8	5,0
Вьюга	44	20	60	-40	40	32,6	3,0
Станд. отклонение	5	2	7	-	-	-	-

**Таблица 3.** Параметры адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы по признаку «валориметрическая оценка», 2015–2023 гг.

Сорт	Валориметрическая оценка, ед. валориметра			Устойчивость к стрессу (min – max)	Генетическая гибкость (min-max/2)	Коэффициент вариации $C_v$ , %	Фенотипическая стабильность SF
	среднее	min	max				
Безенчукская 380	79	48	93	-45	71	20,0	1,9
Вьюга	74	52	96	-44	74	21,7	1,9
Станд. отклонение	4	3	4	-	-	-	-

Объёмный выход хлеба характеризует потребительские свойства хлеба. Он зависит от релогических свойств теста, массовой доли белка и клейковины, физических свойств клейковины (упругость, растяжимость). Адаптивный потенциал сортов по признаку «объёмный выход хлеба» показан в таблице 4.

Из данных таблицы 4 следует, что максимальная выраженность признака «объёмный выход хлеба» у сорта Вьюга превышает норму на ценную пшеницу на 90 мл, у сорта Безенчукская 380 – на 125 мл. В зависимости от условий формирования признака объёмный выход хлеба у сорта Вьюга варьирует от 665 до 1090 мл, у сорта Безенчукская 380 от 575 до 1125 мл. По устойчивости к стрессу при формировании признака «объёмный выход хлеба» сорт Вьюга превышает сорт сильной пшеницы Безенчукская 380, так как разница между максимальной и минимальной величиной признака у сорта Вьюга на 125 мл меньше, чем у Безенчукской 380.

Фенотипическая стабильность признака «объёмный выхода хлеба» сорта Вьюга

( $C_v=15,7\%$ ,  $SF=1,6$ ) и сорта Безенчукская 380 ( $C_v=22,0\%$ ,  $SF=2,0$ ) ниже средней.

Результирующим показателем хлебопекарных свойств сорта является общая хлебопекарная оценка. Адаптивный потенциал сортов по признаку «общая хлебопекарная оценка» показан в таблице 5.

Из данных таблицы 5 следует, что средняя за 2015–2023гг. общая хлебопекарная оценка зерна сорта Вьюга соответствует норме на сильную пшеницу – 4,6 балла, на 0,3 балла выше, чем у Безенчукской 380. Сорт озимой пшеницы Вьюга превосходит стандарт Безенчукскую 380 по устойчивости к стрессу при формировании признака «общая хлебопекарная оценка», так как разница между максимальной и минимальной величиной признака у сорта Вьюга – 0,4 балла, против 1,2 балла у сорта Безенчукская 380. Средняя величина признака «общая оценка хлеба» в контрастных условиях (стрессовых и не стрессовых) у сорта Вьюга – 4,6 балла, против 4,2 балла у сорта Безенчукская 380, что свидетельствует о повышенной генетической гибкости и компен-

**Таблица 4.** Параметры адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы по признаку «объёмный выход хлеба», 2015–2023 гг.

Сорт	Объёмный выход хлеба, мл			Устойчивость к стрессу (min – max)	Генетическая гибкость (min-max/2)	Коэффициент вариации $C_v$ , %	Фенотипическая стабильность SF
	среднее	min	max				
Безенчукская 380	781	575	1125	-550	850	22,0	2,0
Вьюга	823	665	1090	-425	878	15,7	1,6
Станд. отклонение	35	25	40	-	-	-	-

**Таблица 5.** Параметры адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы по признаку «общая хлебопекарная оценка», 2015–2023 гг.

Сорт	Общая хлебопекарная оценка, балл			Устойчивость к стрессу (min – max)	Генетическая гибкость (min-max/2)	Коэффициент вариации $C_v$ , %	Фенотипическая стабильность SF
	среднее	min	max				
Безенчукская 380	4,3	3,6	4,8	-1,2	4,2	8,5	1,3
Вьюга	4,6	4,4	4,8	-0,4	4,6	3,8	1,1
Станд. отклонение	0,7	0,5	0,7	-	-	-	-

**Таблица 6.** Коэффициенты парной корреляции между реологическими и хлебопекарными свойствами теста у сортов озимой мягкой пшеницы, 2015–2023 гг.

Показатели	Время образования и устойчивость и теста, мин	Разжижение теста, ед. фаринографа	Валориметрическая оценка, ед. валориметра	Объёмный выход хлеба, мл	Общая хлебопекарная оценка, балл
Время образование и устойчивости теста, мин	–				
Разжижение теста, ед. фаринографа	-0,43	–			
Валориметрическая оценка, ед. валориметра	0,98**	-0,53	–		
Объёмный выход хлеба, мл	0,36	-0,81**	0,43	–	
Общая хлебопекарная оценка, балл	-0,25	-0,04	-0,26	0,17	–

\*\* Достоверно на 1% уровне значимости

сационной способности сорта озимой пшеницы Вьюга при формировании признака «общая хлебопекарная оценка».

Фенотипическая стабильность признака «общая хлебопекарная оценка» у сорта озимой пшеницы Вьюга высокая ( $C_v=3,8\%$ ,  $SF=1,1$ ).

Данные таблицы 6 свидетельствуют о высокой положительной взаимосвязи между временем образования и устойчивостью теста и валориметрической оценкой ( $r=0,98\pm 0,09$ ) и отрицательной взаимосвязи между разжижением теста и объёмным выходом хлеба ( $r=-0,81\pm 0,15$ ). Все другие взаимосвязи имеют значения коэффициентов корреляции, статистически не отличимые от нуля.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено:

- реологические свойства теста сорта озимой мягкой пшеницы Вьюга (время образования и устойчивость теста, разжижение теста, валориметрическая оценка) в среднем за 2015–2023 гг. соответствуют классификационным ограничительным нормам для сильной пшеницы;

- общая хлебопекарная оценка сорта Вьюга в среднем за 2015–2023 гг. составила 4,5 балла, что соответствует требованиям к сильной пшенице;

- фенотипическая стабильность у сорта Вьюга признака «время образования и устой-

чивость теста» низкая ( $Cv = 62,3\%$ ,  $SF = 7,2$ ), признака «разжижение теста» – ниже средней ( $Cv = 32,6\%$ ,  $SF = 3,0$ ), валориметрической оценки – ниже средней ( $Cv = 21,7\%$ ,  $SF = 1,9$ ), объёмного выхода хлеба – средняя ( $Cv = 15,7\%$ ,  $SF = 1,6$ ), показателя «общая оценка хлеба» – высокая ( $Cv = 3,8\%$ ,  $SF = 1,1$ ).

Установлена высокая положительная корреляционная взаимосвязь между временем образования и устойчивостью теста и валориметрической оценкой ( $r = 0,98 \pm 0,09$ ) и отрицательная взаимосвязь между разжижением теста и объёмом хлеба ( $r = -0,81 \pm 0,15$ ).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Медведев, П. В.* Совершенствование методологии оценки технологических свойств зерна и прогнозирования качества хлебобулочных изделий / П. В. Медведев, В. А. Федотов // Новые технологии. – 2019. – № 3. – С. 73-85. – DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10307
2. *Хлесткина, Е. К.* Перспективные возможности использования молекулярно-генетических подходов для управления технологическими свойствами зерна в контексте цепочки «зерно-мука-хлеб» / Е. К. Хлесткина, Т. А. Пшеничникова, Н. И. Усенко, Ю. С. Отмахова // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2016. – Т. 20. – № 4. – С. 511-527. – DOI: 10.18699/VJ15.140.
3. *DuPont, F. M.* BiP, HSP70, NDK and PDI in wheat endosperm. I. Accumulation of mRNA and protein during grain development / F. M. DuPont, W. J. Hurkman, C. K. Tanaka, R. Chan // Physiologia Plantarum. – 1998, – V. 103. – Is. 1. – P. 70-79. DOI: 10.1034/j.1399-3054.1998.1030109.x
4. *Farooq, M.* Heat Stress in Wheat during Reproductive and Grain-Filling Phases / M. Farooq, H. Bramley, J. A. Palta, and K. H. M. Siddique // Critical Reviews in Plant Sciences. – 2011. – V. 30(6). – P. 491-507. – DOI: 10.1080/07352689.2011.615687
5. *Hurkman, W. J.* Effect of high temperature on albumin and globulin accumulation in the endosperm proteome of the effect of heat stress on dough properties and gluten proteins / W. J. Hurkman, W. H. Vensel, C. K. Tanaka et al. // J. Cereal Sci. – 1993. – No. 18. – P.3-21.
6. *Blumenthal, C.S.* Growth Environment and Wheat Quality: the Effect of Heat Stress on Dough Properties and Gluten Proteins / C. S. Blumenthal, E. W. R. Barlow, C. W. Wrigley // Journal of Cereal Science. – 1993. – V. 18. – Is. 1. – P. 3-21. – DOI: 10.1006/jcrs.1993.1030
7. *Massoudifar, O.* Effect of nitrogen fertilizer levels and irrigation on quality characteristics in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) / O. Massoudifar, F. D. Kodjouri, G. N. Mohammadi, M. J. Mirhadi // Archives of Agronomy and Soil Science. – 2014. V. 60. – P. 925-934. – DOI: 10.1080/03650340.2013.856004
8. *Крупнова, О. В.* О сопоставлении качества зерна яровой и озимой пшеницы в связи с делением на рыночные классы (обзор) / О. В. Крупнова // Сельскохозяйственная биология. – 2013. – Т. 48. – № 1. – С. 15-25.
9. *Подгорный, С. В.* Генетические источники высокого содержания и качества белка для селекции озимой мягкой пшеницы // С. В. Подгорный, А. П. Самофалов, О. В. Скрипка // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 6 (148). – С. 51-55.
10. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. Сорты растений [Официальное издание]. – М.: Росинформагротех, 2023. – 508 с.
11. *Сухоруков, А. Ф.* Сорт озимой пшеницы Вьюга / А. Ф. Сухоруков // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – № 10. – С. 22-27. – DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11003
12. Сухоруков, А. Ф. Результаты селекции озимой пшеницы на качество зерна в Самарском НИИСХ / А. Ф. Сухоруков, Е. Н. Шаболкина, А. А. Сухоруков // Зерновое хозяйство России. – 2010. – № 3. – С. 33-37.
11. Методика государственного сортоиспытания. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур. – М.: «Колос». – 1988. – 121 с.
12. *Rosielle, A. A.* Theoretical aspects of selection for yield in stress and nonstress environments / A. A. Rosielle, J. Hamblin // Crop Sci. – 1981. – V. 21. – No. 6 – P. 943-946.
13. *Lewis, D.* Gene-environment interaction: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability / D. Lewis // Heredity. – 1954. – V. 8. – P. 333-356.
14. *Доспехов, Б. А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: «Колос», 1979. – 415 с.

## ADAPTABILITY OF RHEOLOGICAL AND BAKING PROPERTIES OF DOUGH OF SHORT-STEMMED COMMON WINTER WHEAT CULTIVAR 'VYUGA' IN THE MIDDLE VOLGA REGION

© 2024 A.A. Sukhorukov, N.E. Bugakova, D.O. Dolzhenko, T.V. Chakheeva

Samara Research Institute of Agriculture named after N.M. Tulaykov –  
Branch of Samara Federal Research Center RAS, Samara, Russia

The research was carried out in 2015-2023 on the experimental field and in the laboratories of Samara Research Institute of Agriculture – Branch of Samara Federal Research Center RAS. The research aim was to evaluate the rheological and baking properties of dough of short-stemmed common winter wheat cultivar 'Vyuga' under varying conditions of the Middle Volga region. Mean for the years of research values of dough rheological properties and their variation limits were determined: time of dough formation and stability – 9.4 minutes (with variation by years 2.5...18 minutes), dough dilution - 44 units of farinograph (20...60 units), valorimetric value – 74 units of valorimeter (52...96 units). The mean for the years of research volumetric yield of bread was 823 ml (665...1090 ml), overall bread-baking score was 4.6 points (4.4...4.8 points). In terms of resistance to stress in the formation of traits 'time of dough formation and stability' and 'valorimetric value' the 'Vyuga' cultivar is similar to the standard (strong wheat cultivar 'Bezenchukskaya 380'), but surpasses it in terms of resistance to stress in the formation of traits 'dough dilution', 'volumetric yield of bread', 'overall baking value'. Phenotypic stability of dough quality properties in the 'Vyuga' cultivar is as follows: 'dough formation time and stability' is low (Cv = 62.3 %, SF = 7.2), 'dough dilution' – below average (Cv = 32.6 %, SF = 3.0), valorimetric value – below average (Cv = 21.7 %, SF = 1.9), bread volume yield – average (Cv = 15.7 %, SF = 1.6), overall bread score – high (Cv = 3.8 %, SF = 1.1). The time of dough formation and stability was positively correlated with the valorimetric value ( $r = 0.98 \pm 0.09$ ), while a negative relationship was found between dough dilution and bread volume yield ( $r = -0.81 \pm 0.15$ ).

**Keywords:** common winter wheat (*Triticum aestivum* L.), cultivar, grain quality, dough rheological properties, bread volume yield, general baking evaluation, phenotypic stability

DOI: 10.37313/2782-6562-2024-3-2-35-42

EDN: NGJSAB

## REFERENCE

1. Medvedev, P. V. Sovershenstvovanie metodologii otsenki tekhnologicheskikh svoystv zerna i prognozirovaniya kachestva khlebobulochnykh izdelii / P. V. Medvedev, V. A. Fedotov // *Novye tekhnologii*. – 2019. – No. 3. – S. 73-85. – DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10307
2. Khlestkina, E. K. Perspektivnye vozmozhnosti ispol'zovaniya molekulyarno-geneticheskikh podkhodov dlya upravleniya tekhnologicheskimi svoystvami zerna v kontekste tsepochki «zerno-muka-khleB» / E. K. Khlestkina, T. A. Pshenichnikova, N. I. Usenko, YU. S. Otmakhova // *Vavilovskii zhurnal genetiki i seleksii*. – 2016. – T. 20. – No. 4. – S. 511-527. – DOI: 10.18699/VJ15.140.
3. DuPont, F. M. BiP, HSP70, NDK and PDI in wheat endosperm. I. Accumulation of mRNA and protein during grain development / F. M. DuPont, W. J. Hurkman, C. K. Tanaka, R. Chan // *Physiologia Plantarum*. – 1998, – V. 103. – Is. 1. – P. 70-79. DOI: 10.1034/j.1399-3054.1998.1030109.x
4. Farooq, M. Heat Stress in Wheat during Reproductive and Grain-Filling Phases / M. Farooq, H. Bramley, J. A. Palta, and K. H. M. Siddique // *Critical Reviews in Plant Sciences*. – 2011. – V. 30(6). – P. 491-507. – DOI: 10.1080/07352689.2011.615687
5. Hurkman, W. J. Effect of high temperature on albumin and globulin accumulation in the endosperm proteome of the effect of heat stress on dough properties and gluten proteins / W. J. Hurkman, W. H. Vensel, C. K. Tanaka et al. // *J. Cereal Sci.* – 1993. – No. 18. – P.3-21.
6. Blumenthal, C.S. Growth Environment and Wheat Quality: the Effect of Heat Stress on Dough Properties and Gluten Proteins / C. S. Blumenthal, E. W. R. Barlow, C. W. Wrigley // *Journal of Cereal Science*. – 1993. – V. 18. – Is. 1. – P. 3-21. – DOI: 10.1006/jcrs.1993.1030
7. Massoudifar, O. Effect of nitrogen fertilizer levels and irrigation on quality characteristics in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) / O. Massoudifar, F. D. Kodjouri, G. N. Mohammadi, M. J. Mirhadi // *Archives of Agronomy and Soil Science*. – 2014. V. 60. – P. 925-934. – DOI: 10.1080/03650340.2013.856004
8. Krupnova, O.V. O sopostavlenii kachestva zerna yarovoi i ozimoi pshenitsy v svyazi s deleniem

- na rynochnye klassy (obzor) / O. V. Krupnova // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. – 2013. – Т. 48. – No. 1. – S. 15-25.
9. Podgorniy, S. V. Geneticheskie istochniki vysokogo sodержaniya i kachestva belka dlya selektsii ozimoi myagkoi pshenitsy // S. V. Podgorniy, A. P. Samofalov, O. V. Skripka // Agrarniy vestnik Urala. – 2016. – No. 6 (148). – S. 51-55.
10. Gosudarstvennyi reestr selektsionnykh dostizhenii, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. T.1. Sorta rastenii [Ofitsial'noe izdanie]. – M.: Rosinformagrotekh, 2023. – 508 s.
11. Sukhorukov, A. F. Sort ozimoi pshenitsy V'yuga / A. F. Sukhorukov // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2020. – Т. 34. – No. 10. – S. 22-27. – DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11003
12. Sukhorukov, A. F. Rezul'taty selektsii ozimoi pshenitsy na kachestvo zerna v Samarskom NIISKH / A. F. Sukhorukov, E. N. Shabolkina, A. A. Sukhorukov // Zernovoe khozyaistvo Rossii. – 2010. – № 3. – S. 33-37.
11. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya. Tekhnologicheskaya otsenka zernovykh, krupyanykh i zernobobovykh kul'tur. – M.: «KoloS». – 1988. – 121 s.
12. Rosielle, A. A. Theoretical aspects of selection for yield in stress and nonstress environments / A. A. Rosielle, J. Hamblin // Crop Sci. – 1981. – V. 21. – No. 6 – P. 943-946.
13. Lewis, D. Gene-environment interaction: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability / D. Lewis // Heredity. – 1954. – V. 8. – P. 333-356.
14. Dospikhov, B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) / B. A. Dospikhov. – M.: «Kolos», 1979. – 415 s.

---

*Andrei Sukhorukov, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher at the Common Wheat Breeding and Genetics Department.*

*Nadezhda Bugakova, Junior Researcher at the Common Wheat Breeding and Genetics Department.*

*E-mail: bugakova1987@yandex.ru*

*Dmitry Dolzhenko, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher at the Common Wheat Breeding and Genetics Department. E-mail: ddolzhenko75@yandex.ru*

*Tamara Chakheeva, Junior Researcher at the Common Wheat Breeding and Genetics Department.*

*E-mail: chakheeva@icloud.com*