

Современная оценка хлебопекарных свойств российской пшеницы

Елена П. Мелешкина	¹	kachestvovniiz@mail.ru	 0000-0003-1339-7150
Светлана Н. Коломиец	¹	kolomiets@mail.ru	 0000-0002-3130-2285
Наталья С. Жильцова	¹	nata007-08@mail.ru	 0000-0002-3436-6049
Ольга И. Бундина	¹	boi888@mail.ru	 0000-0002-7821-6042

¹ ВНИИЗ-филиал ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН, Дмитровское шоссе, 11, г. Москва, 127434, Россия

Аннотация. В статье представлен анализ качества мягкой пшеницы, выращенной в разных почвенно-климатических условиях Российской Федерации и обладающих широким диапазоном показателей качества (количество клейковины - от 15,3 до 29,4%, качество клейковины - от 29 до 84 ед. ИДК, число падения - от 134 до 475 с). Выявлены существенные отличия качества современной российской пшеницы от пшеницы конца XX века. Установлены взаимосвязи показателей качества зерна, полученной из него муки, реологических свойств теста с показателями качества хлеба на современной приборной базе с использованием альвеографа, валориграфа и миксолаба. Изучение реологических свойств теста на миксолабе осуществляли в классическом режиме «Chopin Wheat+». По показателям профайлера (радиальная диаграмма) установлено, что исследуемое зерно характеризовалось повышенными показателями ретроградации крахмала, характеризующего углеводно-амилазный комплекс муки, высокого индекса водопоглощения, повышенной амилолитической активностью; низкими вязкостью и показателем глютен+. Для дифференциации силы пшеницы пробная лабораторная выпечка хлеба была проведена с использованием двух методов - ремикс-методом и сокращённым-ремикс-методом, которые показали, что в наибольшей степени устойчивые взаимосвязи выявлены при выпекании хлеба ремикс-методом. При выпекании сокращённым методом получены более высокие показатели качества хлеба, но устойчивых взаимосвязей меньше, причём, как у пшеницы, содержащей количество клейковины менее 25%, так и более 25%.

Ключевые слова: зерно, мука, реология теста, выпечка хлеба, качество.

Modern assessment of bakery properties of Russian wheat

Elena P. Meleshkina	¹	kachestvovniiz@mail.ru	 0000-0003-1339-7150
Svetlana N. Kolomiets	¹	kolomiets@mail.ru	 0000-0002-3130-2285
Natalya S. Zhiltsova	¹	nata007-08@mail.ru	 0000-0002-3436-6049
Olga I. Bundina	¹	boi888@mail.ru	 0000-0002-7821-6042

¹ VNIIZ – branch of the Federal Scientific Center for Food Systems named after V. M. Gorbatoва RAS, 11 Dmitrovskoe highway, Moscow, 127434, Russia

Abstract. The paper presents an analysis of the quality of soft wheat grown in different soil and climatic conditions of the Russian Federation and having a wide range of quality indicators (the amount of gluten - from 15.3 to 29.4%, the quality of gluten - from 29 to 84 units. IIR, falling number - from 134 to 475 sec). Revealed significant differences in the quality of modern Russian wheat from the wheat of the late XX century. The interrelationships of indicators of quality of grain, flour obtained from it, rheological properties of dough with indicators of quality of bread on a modern instrument base using an alveograph, valorigraph and mixolab have been established. The study of the rheological properties of the dough on the mixolab was carried out in the classical "Chopin Wheat +" mode. According to the profiler parameters (radial diagram), it was found that the analyze grain was characterized by increased rates of starch retrogradation, which characterizes the carbohydrate-amylase complex of flour, a high water absorption index, and increased amylolytic activity; low viscosity and gluten+. To differentiate the strength of wheat, a test laboratory baking of bread was carried out using two methods - the remix method and the reduced-remix method, which showed that the most stable relationships were revealed when baking bread with the remix method. When baking with the abbreviated method, higher indicators of bread quality were obtained, but there are fewer stable relationships, moreover, both for wheat containing less than 25% gluten and more than 25%.

Keywords: grain, flour, dough rheology, bread baking, quality

Введение

В последние годы Россия достигла значительных успехов в производстве зерна. Так, 2017–2019 годы оказались рекордными по сбору зерновых. В 2017 г. собран рекордный урожай – 135,5 млн тонн, в 2018 году – 113,3 млн тонн, в 2019 году – 120,6 млн тонн зерна [1–2], в 2020 году 132,9 млн тонн зерна [3].

Однако, увеличение урожайности свидетельствует о ухудшении товарного качества зерна пшеницы. Снижение качества зерна выражается не только в снижении объема 1–3 классов и ростом объемов 4-го класса, но и снижением качества внутри класса из года в год. Причиной этого могло стать как изменение климата, ухудшение посевных качеств семян, так и качество вносимых в почву удобрений.

Для цитирования

Мелешкина Е.П., Коломиец С.Н., Жильцова Н.С., Бундина О.И. Современная оценка хлебопекарных свойств российской пшеницы // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83. № 1. С. 155–162. doi:10.20914/2310-1202-2021-1-155-162

For citation

Meleshkina E.P., Kolomiets S.N., Zhiltsova N.S., Bundina O.I. Modern assessment of bakery properties of Russian wheat. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2021. vol. 83. no. 1. pp. 155–162. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2021-1-155-162

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

По результатам обследования урожая, которые ведут ученые института зерна на протяжении 20 лет, можно сказать, что качество зерна 3-го класса соответствует слабой пшенице. Сильной пшеницы 3-го класса с годами производится все меньше, а пшеницы 1-го и 2-го класса в последние несколько лет практически нет, лишь в 2020 году её доля составила 1,5% против 0,17% в 2019 году.

В связи с этим остро стоит вопрос, как работать с данным зерном, как получить в итоге качественный и полезный продукт для нашего потребителя [20]. Для этого нужны новые стандартизированные подходы к оценке качества современной пшеницы. Нужны исследования реологических свойств теста, для установления взаимосвязи показателей качества зерна и муки с реологическими свойствами и показателями качества хлеба для пшеницы с помощью современной приборной базы [4-14].

Основным показателем оценки хлебопекарных свойств зерна и муки является пробная лабораторная выпечка.

Материалы и методы

В ходе проведения работы от 55 товарных партий мягкой пшеницы для исследований были отобраны пробы, характеризующиеся различными показателями качества. Показатели технологических свойств зерна мягкой пшеницы в соответствии с ГОСТ 9353–2016 «Пшеница. Технические условия» определены следующими стандартизированными методами анализов: выделение средней пробы, её подготовка и выделение навесок для анализов – по ГОСТ 13586.3–2015; тип – по ГОСТ 10940–64; запах и цвет – по ГОСТ 10967–2019; влажность по ГОСТ 13586.5–2015; заражённость вредителями по ГОСТ 13586.4–83; количество и качество сырой клейковины – по ГОСТ Р 54478–2011; число падения – по ГОСТ 27676–88; стекловидность – по ГОСТ 10987–76; натура по ГОСТ 10840–2017; содержание сорной, зерновой, металломагнитной примеси, зёрен, повреждённых клопом-черепашкой, – по ГОСТ 30483–97. Проведены лабораторные помолы отобранных образцов зерна на лабораторной мельнице МЛУ-202 по общепринятой методике с получением муки первого и высшего сорта 70%-ного выхода. Проведены исследования реологических свойств теста на приборах альвеограф, валориграф и миксолаб в соответствии с ГОСТ Р 51414–99, ГОСТ Р 51415–99, ГОСТ ISO 17718–2015 соответственно. Из полученной муки выпечен хлеб двумя методами пробной лабораторной выпечки: ремикс-метод и сокращенный.

Результаты и обсуждение

Результаты работы по оценке качества зерна пшеницы приведены в таблице 1. Количество клейковины составило от 15,3% до 29,4%, в среднем 23,2%; качество клейковины – от 29 до 84 ед. ИДК, в среднем – 53 ед. ИДК, число падения – от 134 до 475 с, в среднем 336 с.

По хлебопекарным достоинствам пшеницу принято делить на сильную, ценную (среднюю по силе) и слабую. По Межведомственным классификационным нормам количество клейковины в зерне сильной пшеницы установлено не менее 28%, ценной – не менее 25%. Сильная пшеница – зерно пшеницы одного сорта или смеси сортов, характеризующееся генетически обусловленными очень высокими хлебопекарными достоинствами и способностью быть улучшителем слабой пшеницы для целей хлебопечения. Ценная по качеству пшеница (средняя по силе) сама по себе без подсортировки даёт хлеб нормального и хорошего качества.

Оценка качества пшеничной муки

Результаты оценки качества проб пшеничной муки приведены в таблице 2. Количество клейковины составило от 19,4 до 32,2%, в среднем – 25,5%; качество клейковины – от 23 до 80 ед. ИДК, в среднем – 56 ед. ИДК, число падения в среднем было повышенным – 372 с при диапазоне от 176 до 563 с.

Таблица 1.
Показатели качества исследованных проб зерна пшеницы (количество проб n = 55)

Table 1.
Quality of tested wheat grain samples
(number of samples n = 55)

Показатель Indicator	Min–Max Ср. (Ave)	
Количество клейковины, % Gluten quantity, %	15,3–29,4 23,2	
Качество клейковины, ед. ИДК Gluten quality, units IDK	29–84 53	
Число падения, с Falling-number value, s	134–475 336	
Натура, г/л Test weight, g/l	746–850 800	
Стекловидность, % Glassy%	общая general	42–95 65
	полная full	10–91 40
Масса 1000 зёрен, г в пересч. на с.в. Weight 1000 grains, g in terms of DM	32,7–43,6 36,8	
Зольность, % Ash-content, %	1,22–1,82 1,50	

Таблица 2.
Статистические характеристики показателей качества муки (количество проб n = 55)

Table 2.

Statistical characteristics of flour quality indicators (number of sample n = 55)

Показатель Indicator		Диапазон Range	Среднее Average	Медиана Median	Стандартное отклонение Standard deviation
Выход муки, % Yield of flour, %		71,5–83,3	77,2	77	2,345
Количество клейковины, % Gluten quantity, %		19,4–32,2	25,5	25,3	2,791
Качество клейковины, ед. ИДК Gluten quality, IDK		23–80	56	54	10,556
Число падения, с Fall-number, s		176–563	372	382	79,618
Зольность, % Ash-content, %		0,4–0,7	0,50	0,51	0,046
Крупность помола, % Grinding size, %	сход сита 36/40 ПА sieve 36/40 PA	0,0–0,5	0,2	0,2	0,085
	проход сита 45/50 ПА sieve passage 45/50 PA	84,8–92,9	89,0	88,7	1,660

Как видно из таблиц 1 и 2, качество зерна и муки из пшеницы в работе представлено широким диапазоном, позволяющим охватить практически всё качество муки, которое может быть представлено на внутреннем рынке России.

Анализ реологических свойств теста

Диапазон полученных данных и средние результаты оценки реологических свойств теста приведены в таблицах 3 и 4. В ходе исследования по количеству клейковины весь массив полученных данных был условно разделён на две большие группы – зерно с содержанием клейковины выше 25% и ниже 25%.

Таблица 3.
Название таблицы на русском языке Статистические характеристики показателей реологических свойств теста по альвеографу

Table 3.

Statistical characteristics of indicators of rheological properties of the dough by alveograph

Значение Value	Максимальное избыточное давление, P, мм Overpressure, P, mm	Среднее значение абсциссы при разрыве, L, мм Average reading of absciss during snatch, L, mm	Индекс растяжимости, G, см ³² Index to extensibility G, cm ³²	Показатель формы кривой, P/L Indicator curve shape, P/L	Энергия деформации, x10 ⁻⁴ J Strain energy, x10 ⁻⁴ J	Индекс эластичности, Ie, % Index of elasticity, Ie, %
Все пробы зерна All grain samples						
Min	59	15	8,5	0,8	40	0
Max	168	86	20,5	7,6	230	54
Ave	95	35	13,0	3,1	141	14
Медиана Median	92	32	12,5	3,2	140	0
Стандартное отклонение Standard deviation	19,12	14,08	2,51	1,34	44,14	20,34
Пробы зерна с содержанием клейковины менее 25% Grain samples with gluten content less than 25%						
Min	59	15	8,5	0,8	40	0
Max	168	86	20,5	7,6	230	48
Ave	95	33	12,6	3,4	131	11
Медиана Median	90	30	12	3,2	130	0
Стандартное отклонение Standard deviation	21,61	15,15	2,66	1,48	45,07	17,91
Пробы зерна с содержанием клейковины более 25% Grain samples with gluten content more than 25%						
Min	73	25	11,0	1,3	110	0
Max	122	63	17,5	4,0	230	54
Ave	95	40	13,9	2,6	163	20
Медиана Median	93,5	37,5	13,8	2,55	168	0
Стандартное отклонение Standard deviation	13,15	10,61	1,89	0,80	33,66	23,81

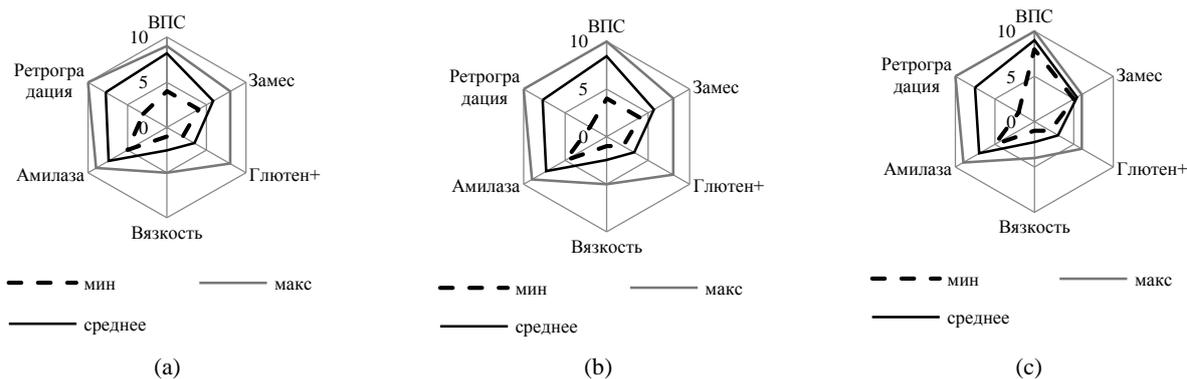


Рисунок 1. Радиальные диаграммы максимальных, минимальных и средних значений индексов профайлера «Миксолаб» для исследуемых проб муки: (а) пробы зерна пшеницы с содержанием клейковины менее 25%; (б) пробы зерна пшеницы с содержанием клейковины более 25%; (с) все пробы зерна пшеницы

Figure 1. Radial diagrams of maximum, minimum and average indices of "Mixolab" profiler for tested flour samples: (a) wheat grain samples with gluten content less than 25%; (b) wheat grain samples with gluten content exceeding 25%; (c) all wheat grain samples

Таблица 4. Статистические характеристики показателей реологических свойств теста по валориграфу (фаринографу)

Table 4. Statistical characteristics of indicators of rheological properties of valorigraph test (fari-nograph)

Значение Value	Водопоглощение, ВПС, % Water absorption, %	Время образования теста, мин Dough formation time, min	Устойчивость, мин Stability, min	Степень разжижения, ЕВ Degree liquefaction EV	Валориметрическая оценка, ЕВ Valorimetric evaluation, EV	Показатель качества, мм Quality Indicator, mm
Все пробы зерна All grain samples						
Min	58,9	2,0	2,0	15	36	25
Max	67,0	12,5	22,0	170	82	255
Ave	63,2	5,6	9,9	72	61	112
Медиана Median	62,75	5,0	10,25	70	58	112,5
Стандартное отклонение Standard deviation	2,05	2,86	3,96	34,93	10,09	45,34
Пробы зерна с содержанием клейковины менее 25% Grain samples with gluten content less than 25%						
Min	58,9	2,0	2,0	15	36	25
Max	66,8	12,0	22,0	170	80	255
Ave	63,0	5,1	9,7	72	59	111
Медиана Median	62,6	4	10,5	70	58	115
Стандартное отклонение Standard deviation	2,104	2,906	4,218	38,312	10,177	49,673
Пробы зерна с содержанием клейковины более 25% Grain samples with gluten content more than 25%						
Min	60,3	3,0	5,5	30	49	70
Max	67,0	12,5	18,5	120	82	205
Ave	63,7	6,8	10,3	70	64	115
Медиана Median	63,65	6,5	10	70	65	110
Стандартное отклонение Standard deviation	1,912	2,457	3,451	27,890	9,352	36,270

Представленные данные показывают, что по показателю энергия деформации мука имела среднее значение (141 ч 10–4J). У проб с содержанием клейковины более 25% энергия деформации составила – 163 х 10–4J. В группе с содержанием клейковины ниже 25% значение энергии деформации составило в среднем – 131 х 10–4J. В соответствии с Межведомственными классификационными нормами энергия деформации теста для сильной пшеницы должна составлять

не менее 280 х 10–4J, для ценной – не менее 260 х 10–4J.

Исследуемые пробы обладали довольно высокой упругостью (95 мм), при весьма низком значении индекса растяжимости теста – 12,6 см^{3/2} у проб с низким содержанием клейковины и 13,9 см^{3/2} у проб с содержанием клейковины выше 25%. Это говорит о несбалансированности упруго-эластичных свойств у большинства

исследуемых образцов. При этом в группе с высоким содержанием клейковины показатель формы кривой был несколько ниже (2,6), чем в группе с низким содержанием клейковины (3,4). Такие значения показателя формы кривой указывали на пониженные хлебопекарные качества.

По реологическим свойствам теста на валориграфе большое значение имеет показатель водопоглощения (ВПС) – важный технологический параметр [16-19], позволяющий определить фактический выход хлеба и уменьшить сырьевые потери при его производстве. В среднем ВПС исследуемых проб составила 63,2% при диапазоне от 58,9% до 67,0%. В то же время мука имела в среднем показатели качества на уровне средней по силе, невысокую степень разжижения (72 ЕВ) и хорошую устойчивости (9,9 мин) при пониженном значении показателя валориметрической оценки – 61 ЕВ, что в среднем характеризовало такую муку как слабую.

На рисунке 1 представлены радиальные диаграммы, отражающие максимальное, минимальное и среднее значение индексов прибора миксолаба, позволяющего определить целевое использование муки по его реологическим свойствам.

Как видно из круговых диаграмм, исследуемые пробы зерна обладали высоким значением показателя ретроградации крахмала, характеризующего углеводно-амилазный комплекс муки и, в частности, свойства крахмала. Высокое значение показателя может говорить о высокой скорости черствения хлеба из такой муки. Довольно высокое значение показателя свидетельствовало об активности ферментов амилолитического действия. Высокий индекс водопоглощения показывает силу муки.

При этом исследуемые пробы зерна обладали низкой вязкостью, низким показателем глютен+, характеризующим хлебопекарные свойства зерна – в частности, что оказывает влияние на объемный выход хлеба и реологические свойства мякиша.

Определение хлебопекарных свойств пшеницы по пробным лабораторным выпечкам хлеба

Из полученной муки был выпечен хлеб с применением двух методов пробной лабораторной выпечки для выявления силы пшеницы – ремикса и сокращённого-ремикса. Основной целью использования различных методов выпечки было их сравнение по возможности оценки качества, как сильного, так и слабого зерна пшеницы, для выбора метода, в наибольшей степени дифференцирующего силу пшеницы.

В ходе работы было принято во внимание, что на результат измерений, выполненных по одному методу помимо различных свойств разных проб муки, могут влиять многие факторы, такие, в частности, как оператор, используемое оборудование и его калибровка, параметры окружающей среды и время между измерениями. В связи с этим эксперимент проводился с тщательным соблюдением условий повторяемости: испытания проводили на одном и том же оборудовании, при одинаковых условиях окружающей среды, одним оператором, использующим одни и те же средства измерения, в короткий промежуток времени.

Пробы, выпеченные сокращённым методом, характеризовались более высоким значением всех показателей качества, чем пробы, выпеченные ремикс-методом, причём это справедливо как для проб муки с высоким содержанием клейковины, так и с низким.

Исследование взаимосвязи показателей качества муки с качеством хлеба

Анализ взаимосвязи между различными показателями качества зерна пшеницы, наибольший интерес представляют те, в которых рассматривается связь признаков качества зерна с его хлебопекарными свойствами.

Для пшеницы с содержанием клейковины менее 25% в результате корреляционного анализа, выявляющего прямолинейные зависимости между показателями качества, подтверждена прямая зависимость между количеством клейковины в зерне и объемным выходом хлеба, выпеченного ремикс-методом ($r = 0,420$ и $0,461$ для формового и подового хлеба), а также его удельным объемом и органолептической оценкой. Устойчивая связь обнаружена между формоустойчивостью хлеба, выпеченного данным методом, и числом падения в зерне ($r = 0,689$) и муке ($r = 0,598$), что согласуется с работами учёных, таких как Л.Я. Ауэрманом, Н.П. Козьминой, В.Л. Кретовичем, а также натурой ($r = 0,558$). Умеренная связь обнаружена между показателями пористости, удельного объема хлеба и реологических свойств мякиша. Показатель качества клейковины имел обратную взаимосвязь с формоустойчивостью хлеба. При этом хлеб, выпеченный сокращённым методом, несмотря на более высокие показатели качества и органолептическую оценку, устойчивых взаимосвязей с количеством клейковины в зерне и муке не имел, что объясняется, по-видимому, различиями в рецептурах выпечек. Однако также отмечены положительные взаимосвязи с показателями натурой и массы 1000 зёрен.

В ходе работы большое внимание было уделено реологическим свойствам теста по альвеографу и валориграфу. Так, показатель максимального избыточного давления оказывал влияние на объемный выход, удельный объем и формоустойчивость хлеба, выпеченного ремикс-методом. При этом показатель формоустойчивости также имел положительную взаимосвязь с коэффициентом конфигурации кривой ($r = 0,662$) и отрицательную с показателями эластичности теста – средней абсциссой при разрыве и индексом растяжимости ($r = -0,552$ и $r = -0,534$).

При этом, как и в случае с показателями качества зерна и муки, хлеб, выпеченный сокращенным методом, показывал гораздо меньшее количество взаимосвязей с реологическими свойствами теста. Но при этом подтверждались устойчивые положительные зависимости формоустойчивости хлеба от максимального избыточного давления ($r = 0,626$) и коэффициента конфигурации кривой ($r = 0,508$), отражающего сбалансированность упруго-эластичных свойств муки. Отмечалась прямая взаимосвязь энергии деформации теста по альвеографу, характеризующая силу муки и органолептическую оценку хлеба, выпеченного данным методом.

При анализе показателей реологических свойств по валориграфу при выпечке ремикс-методом взаимосвязей между качеством хлеба и ВПС не выявлено, однако при выпечке сокращенным методом обнаружена устойчивая прямая зависимость формоустойчивости и органолептической оценки хлеба от водопоглотительной способности муки. Также отмечалась зависимость объемного выхода, удельного объема и органолептической оценки хлеба, выпеченного ремикс-методом, и устойчивостью теста по валориграфу, валориметрической оценкой и числом качества (ЧКФ). Хлеб, выпеченный сокращенным-ремикс методом, также отражал влияние валориметрической оценки, характеризующей силу муки, однако, эта связь менее тесная.

Для пшеницы содержанием клейковины более 25% были получены следующие данные. При анализе корреляционных связей между показателями качества зерна и муки и качества хлеба, выпеченного ремикс-методом, отмечена прямая взаимосвязь между содержанием клейковины в зерне и формоустойчивостью хлеба ($r = 0,532$). Реологические свойства мякиша имели прямую зависимость с числом падения в зерне и муке ($r = 0,639$ и $r = 0,514$) и натурой ($r = 0,539$). Выход муки при этом влиял практически на все показатели качества хлеба.

Хлеб, выпеченный сокращенным методом, показывал меньше прямых взаимосвязей: анализ данных не выявил зависимости качества хлеба, выпеченного данным методом, с количеством клейковины как в зерне, так и в муке. Отмечено влияние числа падения на объемный выход и формоустойчивость хлеба, а также на его органолептическую оценку. Качество клейковины в муке при этом имело умеренную взаимосвязь с реологическими свойствами мякиша – относительной упругостью и отношением пластичности к упругости ($r = -0,564$ и $r = 0,550$).

Заметной корреляционной зависимости между показателями качества хлеба, выпеченного ремикс-методом, и реологическими свойствами по альвеографу не обнаружено. Корреляционный анализ качества хлеба, выпеченного сокращенным методом, и реологических свойств теста по альвеографу позволил выявить лишь взаимосвязь эластичных свойств теста и пористости хлеба ($r = 0,599$ и $r = 0,604$).

При анализе корреляционных зависимостей между показателями качества хлеба и реологических свойств теста по валориграфу отмечено влияние показателя времени замеса теста на формоустойчивость и общую деформацию мякиша хлеба, выпеченного ремикс-методом ($r = 0,540$ и $r = 0,530$ соответственно). Также отмечена умеренная зависимость формоустойчивости ($r = 0,492$), общей деформации мякиша ($r = 0,490$) и органолептической оценки ($r = 0,499$, $r = 0,482$) от валориметрической оценки. У хлеба, выпеченного сокращенным методом, выявлена лишь устойчивая прямая зависимость реологических свойств мякиша от разжижения теста ($r = 0,492$).

Одной из важнейших целей проводимой работы являлось использование новых современных приборов и оборудования в оценке качества зерна пшеницы. Миксолаб определяет целевое использование муки по его реологическим свойствам [15]. Использование в работе приборов альвеограф, валориграф и миксолаб помогает наиболее наглядно и быстро поставить взаимосвязь между качеством муки и выпеченным из нее хлебом, свести к минимуму ошибки, возможные при выполнении выпечки оператором. Данные, полученные в результате испытания муки по реологическим показателям могут быстро и достоверно определить цели по использованию муки.

Заключение

Проведённые исследования свидетельствуют о том, что в отличие от пшеницы XX века в настоящее время имеются существенные изменения в её свойствах, поэтому, необходимо создание новой системы оценки качества зерна пшеницы с учётом его целевого использования.

Кроме того, исследование подтвердило наше предположение о необходимости оценки качества пшеницы, используемой на хлебопекарные цели новыми показателями, определяемыми на новом приборе – миксолабе (Франция), который позволяет

добавить в дополнение к ранее имевшимся показателям оценку свойств пшеницы с позиции сохранности хлеба, протекания процессов его черствения, что в последние годы приобрело в России большую проблему.

Литература

- 1 Шаймерденова Д.А. Сравнительная характеристика классификаций зерна мягкой пшеницы Казахстана и основных зернопроизводящих стран // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1. С. 140–145. doi: 10.20914/2310-1202-2018-1-140-145
- 2 Интерфакс. Итоги 2019 года в российском сельском хозяйстве. URL: <http://agroobzor.ru/article/a-1161.html>
- 3 Доля продовольственной пшеницы в урожае 2020 г. в РФ снизилась, фуражной – выросла. URL: <https://www.zol.ru/n/3279a>
- 4 Мелешкина Е.П., Жильцова Н.С., Коломиец С.Н., Бундина О.И. Сравнение российской оценки хлебопекарных свойств пшеницы и определение качества зерна с использованием миксолаба // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. С. 70–80. doi: 10.20914/2310-1202-2019-3-70-80
- 5 Мелешкина Е.П., Витол И.С., Туляков Д.Г. Современные способы оценки муки // Кондитерское и хлебопекарное производство. 2017. № 7–8 (171). С. 22–25.
- 6 Перфилова О.В., Бабушкин В.А., Парусова К.В., Евдокимова И.П. Влияние овощных порошков на реологические свойства теста и хлеба из пшеничной муки // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2016. № 1. С. 71-79.
- 7 Анисимова Л.В., Ахмед С.О.И. Реологические свойства теста из смеси пшеничной и цельносмолотой овсяной муки // Ползуновский вестник. 2017. № 3.
- 8 Старовойтова О.В. Садриева А.А., Мингалева З.Ш., Решетник О.А. Исследование реологических характеристик теста с использованием добавки антиоксидантного действия // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 18.
- 9 Конева С.И., Егорова Е.Ю., Козубаева Л.А., Резниченко И.Ю. Влияние льняной муки на реологические свойства теста из смеси пшеничной и льняной муки и качество хлеба // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49. № 1. doi: 10.21603/2074-9414-2019-1-85-96
- 10 Перепёлкина Я.Ю., Болтенко Ю.А. Влияние реологических характеристик пшеничного теста после замеса на качество готового хлеба // Научные исследования: от теории к практике. 2015. № 5. С. 152-154.
- 11 Кулеватова Т.Б., и др. Особенности реологических свойств теста из ржаной муки и смесей на ее основе // Хранение и переработка сельхозсырья. 2019. № 4. doi: 10.36107/spfp.2019.185
- 12 Faridi H., Faubion J. M. Dough rheology and baked product texture. Springer Science & Business Media, 2012.
- 13 Mohammed I., Ahmed A.R., Senge B. Dough rheology and bread quality of wheat–chickpea flour blends // Industrial Crops and Products. 2012. V. 36. № 1. P. 196-202. doi: 10.1016/j.indcrop.2011.09.006
- 14 Bonfil D.J., Posner E.S. Can bread wheat quality be determined by gluten index? // Journal of Cereal Science. 2012. V. 56. № 2. P. 115-118. doi: 10.1016/j.jcs.2012.07.003
- 15 Fu B.X., Wang K., Dupuis B. Predicting water absorption of wheat flour using high shear-based GlutoPeak test // Journal of Cereal Science. 2017. V. 76. P. 116-121.
- 16 Chaple S., Sarangapani C., Jones J., Carey E. et al. Effect of atmospheric cold plasma on the functional properties of whole wheat (*Triticum aestivum* L.) grain and wheat flour // Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2020. V. 66. P. 102529. doi: 10.1016/j.ifset.2020.102529
- 17 Chen Y.X. et al. Effects of tempering with steam on the water distribution of wheat grains and quality properties of wheat flour // Food chemistry. 2020. V. 323. P. 126842. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.126842
- 18 Singh N., Virdi A.S., Katyal M., Kaur A. et al. Evaluation of heat stress through delayed sowing on physicochemical and functional characteristics of grains, whole meals and flours of India wheat // Food Chemistry. 2021. V. 344. P. 128725. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.128725
- 19 Stoffel F., Santana W.D.O., Fontana R.C., Gregolon J.G.N. et al. Chemical features and bioactivity of grain flours colonized by macrofungi as a strategy for nutritional enrichment // Food chemistry. 2019. V. 297. P. 124988. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.124988
- 20 Paznocht L., Kotíková Z., Orsák M., Lachman J. et al. Carotenoid changes of colored-grain wheat flours during bun-making // Food chemistry. 2019. V. 277. P. 725-734. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.11.019

References

- 1 Shaimerdenova D.A. Comparative characteristics of the classifications of soft wheat grain in Kazakhstan and the main grain-producing countries. Proceedings of VSUET. 2018. vol. 80. no. 1. pp. 140–145. doi: 10.20914 / 2310-1202-2018-1-140-145 (in Russian).
- 2 Interfax. Results of 2019 in Russian agriculture. Available at: <http://agroobzor.ru/article/a 1161.html> (in Russian).
- 3 The share of milling wheat in the 2020 harvest in the Russian Federation decreased, while the share of feed wheat increased. Available at: <https://www.zol.ru/n/3279a> (in Russian).
- 4 Meleshkina E.P., Zhiltsova N.S., Kolomiets S.N., Bundina O.I. Comparison of the Russian assessment of the baking properties of wheat and the determination of grain quality using mixolab. Proceedings of VSUET. 2019. vol. 81. pp. 70–80. doi: 10.20914 / 2310-1202-2019-3-70-80 (in Russian).
- 5 Meleshkina E.P., Vitol I.S., Tulyakov D.G. Modern methods of flour assessment. Confectionery and bakery production. 2017. no. 7-8 (171). pp. 22-25. (in Russian).
- 6 Perfilova O.V., Babushkin V.A., Parusova K.V., Evdokimova I.P. The influence of vegetable powders on the rheological properties of dough and bread from wheat flour. Bulletin of Michurinsky State Agrarian University. 2016. no. 1. pp. 71-79. (in Russian).

- 7 Anisimova L.V., Akhmed S.O.I. Rheological properties of dough from a mixture of wheat and whole-ground oat flour. *Polzunovskiy Vestnik*. 2017. no. 3. (in Russian).
- 8 Starovoitova O.V., Sadrieva A.A., Mingaleeva Z.Sh., Reshetnik O.A. Investigation of rheological characteristics of dough using antioxidant additives. *Bulletin of Kazan Technological University*. 2013. vol. 16. no. 18. (in Russian).
- 9 Koneva S.I., Egorova E.Yu., Kozubaeva L.A., Reznichenko I.Yu. The influence of flax flour on the rheological properties of dough from a mixture of wheat and flax flour and the quality of bread. *Technics and technology of food production*. 2019. vol. 49. no. 1. doi: 10.21603/2074-9414-2019-1-85-96 (in Russian).
- 10 Perepyolkina Ya.Yu., Boltenko Yu.A. Influence of rheological characteristics of wheat dough after kneading on the quality of finished bread. *Scientific research: from theory to practice*. 2015. no. 5. pp. 152-154. (in Russian).
- 11 Kulevatova T.B. et al. Features of the rheological properties of dough from rye flour and mixtures based on it. Storage and processing of agricultural raw materials. 2019. no. 4. doi: 10.36107/spfp.2019.185 (in Russian).
- 12 Faridi H., Faubion J. M. Dough rheology and baked product texture. *Springer Science & Business Media*, 2012.
- 13 Mohammed I., Ahmed A.R., Senge B. Dough rheology and bread quality of wheat–chickpea flour blends. *Industrial Crops and Products*. 2012. vol. 36. no. 1. pp. 196-202. doi: 10.1016/j.indcrop.2011.09.006
- 14 Bonfil D.J., Posner E.S. Can bread wheat quality be determined by gluten index? *Journal of Cereal Science*. 2012. vol. 56. no. 2. pp. 115-118. doi: 10.1016/j.jcs.2012.07.003
- 15 Fu B.X., Wang K., Dupuis B. Predicting water absorption of wheat flour using high shear-based GlutoPeak test. *Journal of Cereal Science*. 2017. vol. 76. pp. 116-121.
- 16 Chaple S., Sarangapani C., Jones J., Carey E. et al. Effect of atmospheric cold plasma on the functional properties of whole wheat (*Triticum aestivum* L.) grain and wheat flour. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2020. vol. 66. pp. 102529. doi: 10.1016/j.ifset.2020.102529
- 17 Chen Y.X. et al. Effects of tempering with steam on the water distribution of wheat grains and quality properties of wheat flour. *Food chemistry*. 2020. vol. 323. pp. 126842. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.126842
- 18 Singh N., Virdi A.S., Katyal M., Kaur A. et al. Evaluation of heat stress through delayed sowing on physicochemical and functional characteristics of grains, whole meals and flours of India wheat. *Food Chemistry*. 2021. vol. 344. pp. 128725. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.128725
- 19 Stoffel F., Santana W.D.O., Fontana R.C., Gregolon J.G.N. et al. Chemical features and bioactivity of grain flours colonized by macrofungi as a strategy for nutritional enrichment. *Food chemistry*. 2019. vol. 297. pp. 124988. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.124988
- 20 Paznocht L., Kotíková Z., Orsák M., Lachman J. et al. Carotenoid changes of colored-grain wheat flours during bun-making. *Food chemistry*. 2019. vol. 277. pp. 725-734. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.11.019

Сведения об авторах

Елена П. Мелешкина д.т.н., директор, ВНИИЗ – филиал ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, Дмитровское шоссе, 11, г. Москва, 127434, Россия, kachestvovniiz@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1339-7150>

Светлана Н. Коломиец к.с.-х.н., старший науч. сотр., ВНИИЗ – филиал ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, Дмитровское шоссе, 11, г. Москва, 127434, Россия, kolomiets@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3130-2285>

Наталья С. Жильцова вед. инженер, аспирант, ВНИИЗ – филиал ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, Дмитровское шоссе, 11, г. Москва, 127434, Россия, nata007-08@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3436-6049>

Ольга И. Бундина к.э.н., ведущий науч. сотр., ВНИИЗ – филиал ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, Дмитровское шоссе, 11, г. Москва, 127434, Россия, boi888@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-7821-6042>

Вклад авторов

Елена П. Мелешкина консультация в ходе исследования
Светлана Н. Коломиец написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Наталья С. Жильцова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент

Ольга И. Бундина выполнила расчёты

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Elena P. Meleshkina Dr. Sci. (Engin.), director, VNIIZ branch of the Federal Scientific Center for Food Systems named after V.M. Gorbatova RAS, 11 Dmitrovskoe highway, Moscow, 127434, Russia, kachestvovniiz@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1339-7150>

Svetlana N. Kolomiets Cand. Sci. (Agric.), senior researcher, VNIIZ branch of the Federal Scientific Center for Food Systems named after V.M. Gorbatova RAS, 11 Dmitrovskoe highway, Moscow, 127434, Russia, kolomiets@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3130-2285>

Natalya S. Zhiltsova lead engineer, graduate student, VNIIZ branch of the Federal Scientific Center for Food Systems named after V.M. Gorbatova RAS, 11 Dmitrovskoe highway, Moscow, 127434, Russia, nata007-08@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3436-6049>

Olga I. Bundina Cand. Sci. (Econ.), leading researcher, VNIIZ branch of the Federal Scientific Center for Food Systems named after V.M. Gorbatova RAS, 11 Dmitrovskoe highway, Moscow, 127434, Russia, boi888@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-7821-6042>

Contribution

Elena P. Meleshkina consultation during the study
Svetlana N. Kolomiets wrote the manuscript, adjusted it before submitting it to the editorial office and is responsible for plagiarism

Natalya S. Zhiltsova review of literary sources on the study problem, conducted an experiment

Olga I. Bundina performed calculations

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 11/01/2021

После редакции 08/02/2021

Принята в печать 01/03/2021

Received 11/01/2021

Accepted in revised 08/02/2021

Accepted 01/03/2021