

Медведев П.В., Федотов В.А.

Оренбургский государственный университет, г.Оренбург, Россия

E-mail: pvmmedvedev@mail.ru

НОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

На сегодняшний день система оценки технологических достоинств пшеницы основана на показателях натурности, стекловидности, зольности, «числа падения», количества и качества клейковины, поэтому существует необходимость учета множества факторов формирования качества производимой из пшеницы продукции. Следовательно, важной задачей хлебопекарной промышленности является минимизация анализируемых факторов формирования качества для повышения прогностической способности потребительских свойств хлебобулочных изделий. Ее решение может быть достигнуто с помощью выработки производственных решений для управления качеством хлебобулочных изделий за счет установления определенных технологических параметров производства на основе сведений о качестве используемой пшеничной муки.

Целью исследования стало изучение влияния физико-химических параметров зерна пшеницы на формирование качества хлебобулочных изделий и, на основе обнаруженных закономерностей, выработка методологических подходов к управлению качеством хлебобулочных изделий.

Проводили помолы зерна 13 популярных сортов пшеницы, выращенных в Оренбургской области, на лабораторной мельнице Nagema с получением муки 1 сорта. Из муки производили лабораторные выпечки хлеба пшеничного опарным способом. В качестве управляющего технологического параметра производства при выработке хлеба использовали показатель влажности опары. Готовили образцы опар с влажностью от 41 % до 72 % с шагом 1 %. В качестве физико-химического показателя качества зерна, с высокой степенью значимости определяющего хлебопекарные качества муки, использовали показатель твердозерности зерна, который определяли микротвердомером ПМТ-3.

Установлено, что управление качеством хлебобулочных изделий возможно за счет выбора определенной влажности опары при опарном способе тестоприготовления с учетом сведений о твердозерности зерна, служившего сырьем для производства пшеничной хлебопекарной муки.

Ключевые слова: пшеничный хлеб, системы управления, формирование качества, твердозерность зерна, хлебобулочные изделия.

Medvedev P.V., Fedotov V.A.

Orenburg state university, Orenburg, Russia

E-mail: pvmmedvedev@mail.ru; vital_asm@mail.ru

NEW MECHANISMS FOR QUALITY MANAGING OF BAKERY PRODUCTS

Today, the system of evaluation of technological qualities of wheat-based indicators of the nature, grain hardness, ash, "numbers fall", the quantity and quality of gluten, therefore there is a necessity of considering multiple factors in the formation of quality of wheat products. Therefore, an important task of the baking industry is to minimize the analyzed factors of quality formation to improve the prognostic ability of consumer properties of bakery products. Its solution can be achieved by developing production solutions for managing the quality of bakery products by establishing certain technological parameters of production on the basis of information about the quality of wheat flour used.

The aim of the study was to study the influence of physical and chemical parameters of wheat grain on the formation of the quality of bakery products and, on the basis of the discovered patterns, the development of methodological approaches to quality management of bakery products.

13 popular varieties of wheat grown in the Orenburg region were milled at the laboratory mill Nagema to obtain flour of 1 grade. Flour produced a laboratory wheat bread-sponge method. As managing technology parameter of production in the production of bread used the rate of humidity of the dough. Prepared sponge samples with humidity from 41 % to 72 % in increments of 1 %. As a physico-chemical indicator of grain quality, with a high degree of importance determining the baking quality of flour, grain hardness index was used, which was determined by the PMT-3 microhardometer. It is established that information about the hardness of grain can be used to control the quality of finished products. Control is possible by selecting a certain humidity sponge in the sponge method of dough preparation.

Key words: wheat bread, control systems, quality formation, grain hardness, bakery products.

Действующая система оценки технологических достоинств зерна пшеницы основана на показателях натуры, стекловидности, зольности, «числа падения», количества и качества клейковины. В то же время, даже комплексный учет этих показателей не способен однозначно характеризовать множество потребительских качеств зерна и продуктов его переработки. Системный подход к оценке потенциала пшениц должен включать в себя определение физико-химических свойств и показателей безопасности зерна и продуктов его переработки на протяжении всего «жизненного цикла». [1]

Разнородность сведений о взаимосвязях стандартных показателей качества зерна с потребительскими свойствами готовой продукции вызвана влиянием на потребительские свойства сортовых особенностей и условий произрастания пшеницы. В то же время, исследований по вопросам формирования качества пшеницы в зависимости от агроклиматических условий выращивания на сегодняшний день проведено сравнительно мало. Кроме того, методики определения показателей качества зерна, используемые традиционно, имеют высокие трудоемкость, инструментальные и субъективные погрешности. Данные показатели отличаются высокой изменчивостью под влиянием природно-климатических факторов: одинаковым показателям качества у разных сортов пшеницы соответствуют различные технологические свойства. [2]

Проблема формирования качества хлебобулочных изделий тесно связана с низким качеством используемого зернового сырья. Кроме того, существуют известные сложности контроля показателей безопасности зернового сырья, приводящие к отбраковке продукции из-за «болезней» хлеба и дефектов и хлебобулочных изделий. Поскольку основная роль в определении технологических свойств зерна пшеницы отводится белково-протеиназному и углеводно-амилазному комплексам, выявилась необходимость изучения генотипических и агроэкологических факторов формирования их качества. [3]

Технологические качества зерна и продуктов его переработки тесно связаны с его структурно-механическими свойствами, описываемыми показателями прочности или твердости. Прочность

характеризуют пределом прочности, пределом текучести, пределом ползучести. Прочность может быть оценена величиной разрушающего усилия или напряжения при определенном виде деформации (сжатии, растяжении, сдвиге, срезе, скальвании, изгибе, ударе, истирании), а также расходом энергии на единицу вновь образованной поверхности. В качестве такого комплексного показателя может служить показатель твердости зерна, или применительно к пшенице твердозерности, поскольку он тесно связан с физико-химическими свойствами зерна. [4]

Целью проведенных исследований стало изучение влияния физико-химических параметров зерна пшеницы на формирование качества хлебобулочных изделий и, на основе обнаруженных закономерностей, выработка методологических подходов к управлению качеством хлебобулочных изделий.

В соответствии с поставленной целью сформулированы следующие задачи исследования:

- на основе анализа данных литературных источников определить наиболее существенные факторы формирования качества хлебобулочных изделий на примере хлеба пшеничного из муки 1 сорта, производимого опарным способом;

- оценить влияние физико-химических свойств зерна пшеницы и технологических параметров производства хлеба пшеничного на его показатели качества;

- сформировать подходы к улучшению качества хлеба пшеничного за счет варьирования технологических параметров производства (влажности опары) с учетом физико-химических качеств пшеницы (твердозерности зерна пшеницы).

Твердость зерна оценивалась по показателю микротвердости – способности зерна сопротивляться вдавлению на микротвердомере ПМТ-3. Диапазон значений твердозерности в кг/мм²: низкотвердозерного – менее 10 кг/мм², среднетвердозерного – от 10 до 15 кг/мм², высокотвердозерного – от 15 до 20 кг/мм², сверхвысокотвердозерного – больше 20 кг/мм².

В качестве регулируемых показателей качества хлеба анализировали: объемный выход хлеба, который варьировался в диапазоне от 200 до 600 см³/100 г муки и интегральную

характеристику органолептической оценки хлеба по 100-балльной шкале, которая варьировалась в диапазоне от 40 до 80 баллов по разработанной на кафедре технологии хлебопекарного производства МГУПП методики. Данная методика позволяет в комплексе оценить органолептически основные показатели качества изделий из муки, учитывая значимость каждого из показателей в 5-балльной системе. По этой системе максимально возможная оценка качества хлеба составит 100 баллов. [5] Объемный и весовой выход хлеба, его формоустойчивость определяли по ГОСТ 27669-88 «Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба».

Изучаемый процесс формирования качества хлебобулочных изделий условно отражает параметрическая схема (рисунок 1). Следуя общепринятому разделению факторов и параметров на категории, в наших исследованиях учитывались следующие факторы формирования качества хлебобулочных изделий. [6]

К возмущающим параметрам относятся:

Q_1 – параметры внешней среды (давление, относительная влажность и температура воздуха, прочие);

Q_2 – химический состав и качество сырья (в том числе гранулометрический состав муки);

Q_3 – технологические отклонения (масса замешиваемого теста, температура компонентов, влажность сырья и прочие);

К управляющим параметрам относятся:

X_1 – твердозерность зерна, кг/мм²;

X_2 – количество сырой клейковины муки, %;

X_3 – качество сырой клейковины муки, ед. пр. ИДК;

X_4 – влажность сырья (муки), %;

X_5 – зольность муки, % (показатель белизны, сорт муки);

X_6 – «число падения» муки, с;

К управляемым параметрам относятся:

Z_1 – влажность теста, %;

Z_2 – температура теста, °С;

Z_3 – продолжительность замеса теста, с;

Z_4 – удельная интенсивность замеса теста, кВт/кг;

Z_5 – удельная механическая работа замеса теста, кВт*с/кг;

Z_6 – продолжительность расстойки, мин;

Z_7 – количество сырья (муки, воды) для оптимальной массы замешиваемого теста, кг;

К наблюдаемым (измеряемым или рассчитываемым) параметрам относятся:

Y_1 – влажность готовых изделий, %;

Y_2 – кислотность готовых изделий, град.;

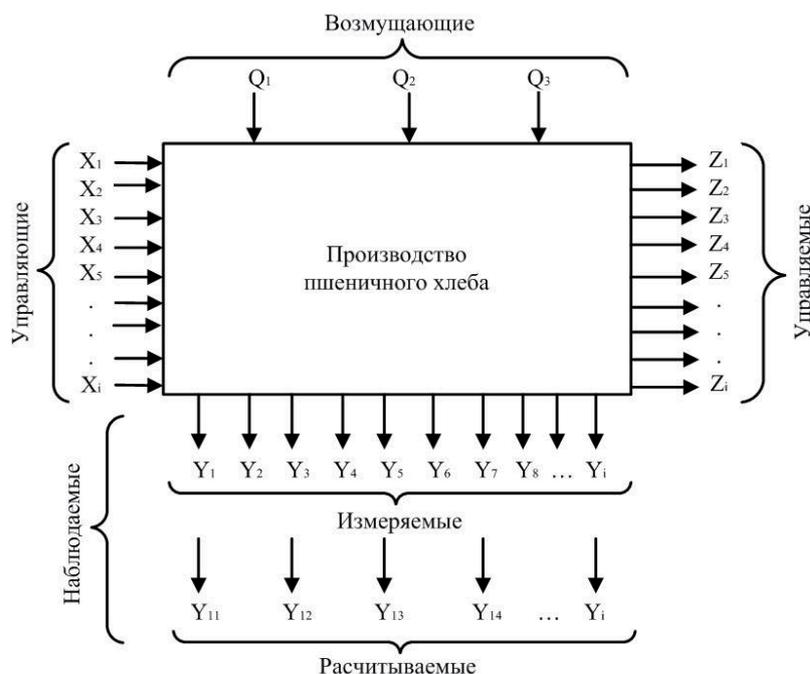


Рисунок 1 - Параметрическая схема производственных процессов при выработке пшеничного хлеба

Y_3 – пористость, % (удельный объем, см^3 / на 100 г муки);

Y_4 – формоустойчивость;

Y_5 – КОО (комплексная органолептическая оценка), балл;

Y_6 – срок хранения, сут;

Y_7 – весовой выход изделий, %.

Y_8 – структурно-механические свойства мякиша.

Поскольку опарному способу присуща большая технологическая гибкость в сравнении с безопасным способом, производили хлеб по стандартной рецептуре хлеба белого из пшеничной муки высшего, первого и второго сортов опарным способом. Подготовку сырья к производству хлеба белого из муки пшеничной и расчет компонентов проводились согласно сборнику «Технологические инструкции по выработке хлебобулочных изделий» (1973 г). Хлеб белый из муки пшеничной высшего, первого и второго сортов вырабатывается формовым и подовым штучным массой от 0,5 до 0,85 кг. [7]

Согласно ГОСТ 27842-88 «Хлеб из пшеничной муки. Технические условия» к хлебу пшеничному из муки первого сорта формовому штучному весовому предъявляются следующие требования: влажность мякиша – не более 45,0%; кислотность мякиша – не более 3,0 градусов; пористость мякиша – не менее 68,0%. Требования к хлебу пшеничному из муки первого сорта подовому штучному массой менее 0,8 кг до 0,5 кг: влажность мякиша – не более 43,0%; кислотность мякиша – не более 3,0 градусов; пористость мякиша – не менее 65,0%. [8]

В зависимости от процентного соотношения данных компонентов опары бывают: густые, большие густые, жидкие, жидкие солёные. На предприятиях количество воды, необходимое для замешивания опары и теста, определяется расчетным путем и зависит от общего количества сырья, идущего на замес теста, от влажности используемого сырья, а также от влажности теста, которую необходимо получить в конечном итоге. [9]

Для большой густой опары берут 60–70% муки от общего количества, влажность 41–45%, используется, преимущественно, для муки высшего и первого сорта. Для густой опары берут 45–55% муки от общего количества, влажность

45–50%, используется, преимущественно, для муки первого и второго сорта. Для жидкой опары берут 25–35% муки от общего количества, влажность 65–72%, используется, преимущественно, для муки второго сорта. Существует разновидность жидкой опары – большая жидкая опара. Она готовится из 25–30% муки от общего количества, влажность 72–75%. [10]

Объектами исследований стали образцы 13 наиболее распространенных сортов пшеницы урожая 2014–2018 годов, выращенные в западной, центральной и восточной зонах Оренбургской области. Исследованные сорта – в настоящее время лидеры посевов в нашем регионе, на их долю приходится до 80% площади сельскохозяйственных угодий, отведённых под посев пшеницы в Оренбуржье – Варяг, Оренбургская 13, Оренбургская 10, Учитель, Прохор, Безенчукская Янтарь, Степь 3 и другие [11].

Используемая в качестве сырья мука производилась из зерна, характеризуемого широким диапазоном твердозерности (от 10 до 28 $\text{кг}/\text{мм}^2$). Производимая в результате помола на лабораторной мельнице Nagema мука соответствовала муке 1 сорта. Для исключения искажения результатов экспериментов использовалась мука стандартная по качеству из зерна, соответствующего техническим требованиям (ГОСТ 9353-90 «Пшеница. Требования при заготовках и поставках»). Зерно и мука, не удовлетворяющие какому-либо критерию нормативной документации (например, из морозобойного зерна, с повышенной ферментативной активностью) отбраковывались. [12]

Из исследуемых образцов муки производили лабораторные выпечки хлеба пшеничного. Готовили образцы опар, влажность которых варьировали от 41% до 72% с шагом 1%, чтобы охватить весь возможный диапазон влажности используемых в производстве опар. Основываясь на показателях качества производимых образцов хлеба (удельный объемный выход, формоустойчивость, общая балловая оценка, весовой выход хлеба) устанавливали наиболее оптимальную влажность опары для муки из пшеницы с заданной твердозерностью зерна. [13]

Тесто замешивалось в фаринографе, а также в тестомесильной машине МТВК-80. Позже эксперименты были повторены на заводских те-

стомесильных машинах. Кроме того, поскольку, в процессе замеса теста часть механической энергии замеса переходит в тепловую, что в начальной стадии замеса ускоряет образование теста, в работе для замеса теста использовали также тихоходные машины Abat ТМС-30НН-МЦ (с частотой вращения месильного органа 25–40 об/мин), при использовании которых повышение температуры теста при замесе практического значения не имеет. [14]

Методологические подходы к выбору оптимального режима для максимальной эффективности замеса теста разработаны рядом исследователей. Во ВНИИХПе разработан метод оценки расхода энергии на замес теста – удельной работы по количеству замешиваемого теста, значению крутящего момента и продолжительности замеса. Крутящий момент на выходном валу двигателя, определяется динамометром и записывается при замесе в виде графика (фаринограммы). Высота графика представляет собой значение крутящего момента в условных единицах прибора. Работа на замес теста оценивается на графике площадью, ограниченной кривой фаринограммы и начальными и конечными координатами крутящего момента.

Минимальный весовой выход хлеба белого из муки первого сорта формовой массой 0,75 кг 136,1%, подового массой 0,5 кг 131%. Расчетное значение весового выхода должно соответствовать плановому или превышать на 1–2%. Расчет количества воды для замеса теста производят, исходя из этого планового весового выхода. [15]

Для упрощения модели формирования качества хлеба в зависимости от твердозерности зерна и влажности используемой опары использовали постоянную величину удельной работы при замесе теста для всех образцов хлеба. Продолжительность замеса теста устанавливалась, исходя из оптимальной удельной работы замеса теста (40 Дж/г). [16]

По результатам произведенных образцов хлеба были получены уравнения зависимостей показателей качества хлеба от структурно-механических свойств исходного сырья и технологических параметров тестоприготовления – влажности выбранной для производства опары (рисунки 2, 3, 4, 5, таблица 1):

Судя по форме поверхностей отклика, мука из низкотвердозерного зерна позволяет произвести хлеб со максимально возможным удельным объемным выходом при минимальной влажности опары 40%, с повышением твердозерности зерна для получения максимальных значений объемного выхода хлеба необходимо выбирать все более влажную опару (50–55%). Однако, максимально возможный весовой выход хлеба из муки исходного зерна твердозерности до 14 кг/мм² достигается использованием как можно более влажной (жидкой) опары (вплоть до 70%).

Для одновременного поддержания высокого качества производимой продукции (что можно оценить, например, по высокому объемному выходу) и ее рентабельности (что можно оценить по высокому весовому выходу) рекомендовано при выборе влажности опары достижение компромисса между ними. Такая влажность позволит производить качественный хлеб с достаточно высоким весовым выходом.

Ситуация меняется при использовании муки из зерна с твердозерностью от 14–15 кг/мм², оптимальная влажность опары для получения хлеба с наилучшими показателями качества (удельного объемного выхода, формоустойчивости, общей балловой оценки) от 50 до 55%.

Для муки из высокотвердозерного зерна (от 22 кг/мм²) предпочтительно использовать опары с влажностью выше 55%, это позволит достигнуть и максимального объемного и весового выхода хлеба. Однако, качество получившегося хлеба – низкое по сравнению со среднетвердозерным зерном, ввиду чего предпочтительно использовать такую муку при производстве хлеба в качестве улучшителя.

Весовой выход хлеба пшеничного из муки 1 сорта, произведенного опарным способом, линейно увеличивается с повышением твердозерного зерна, из которого была произведена мука, и также линейно увеличивается с повышением влажности используемой опары (в среднем на 1% при повышении влажности используемой опары на 8%).

Графики изменения показателей качества хлеба демонстрируют предпочтительность влажности теста в зависимости от твердозерности исходного зерна.

Таблица 1 – Уравнения регрессии формирования показателей качества хлеба пшеничного из муки 1 сорта, произведенного опарным способом

| Уравнение регрессии | Коэффициент детерминации | Критерий Фишера | |
|--|--------------------------|-----------------|-----------|
| | | расчетный | табличный |
| $V = 79,518 \cdot X_1 - 15,313 \cdot X_2 - 3,489 \cdot X_1^2 + 0,0015 \cdot X_2^2 + 0,852 \cdot X_1 \cdot X_2 + 224,099$ | 0,85 | 44,5 | 4,2 |
| $V = 79,519 \cdot X_1 - 15,153 \cdot X_2 - 3,489 \cdot X_1^2 + 0,852 \cdot X_1 \cdot X_2 + 220,063$ | 0,89 | 34,8 | 4,2 |
| $H/D = 0,099 \cdot X_1 - 0,0179 \cdot X_2 - 0,0041 \cdot X_1^2 + 0,0012 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,1813$ | 0,74 | 29,1 | 4,2 |
| $Est = 14,124 \cdot X_1 - 2,657 \cdot X_2 - 0,620 \cdot X_1^2 + 0,157 \cdot X_1 \cdot X_2 + 23,185$ | 0,72 | 19,2 | 4,2 |
| $B = 0,251 \cdot X_1 + 0,107 \cdot X_2 + 128,713$ | 0,85 | 32,4 | 4,2 |

V – удельный объемный выход, см³ / 100 г муки;

H/D – формоустойчивость;

Est – общая балловая оценка, балл;

B – весовой выход хлеба, %;

X₁ – твердозерность зерна, кг/мм²;

X₂ – влажность опары, %.

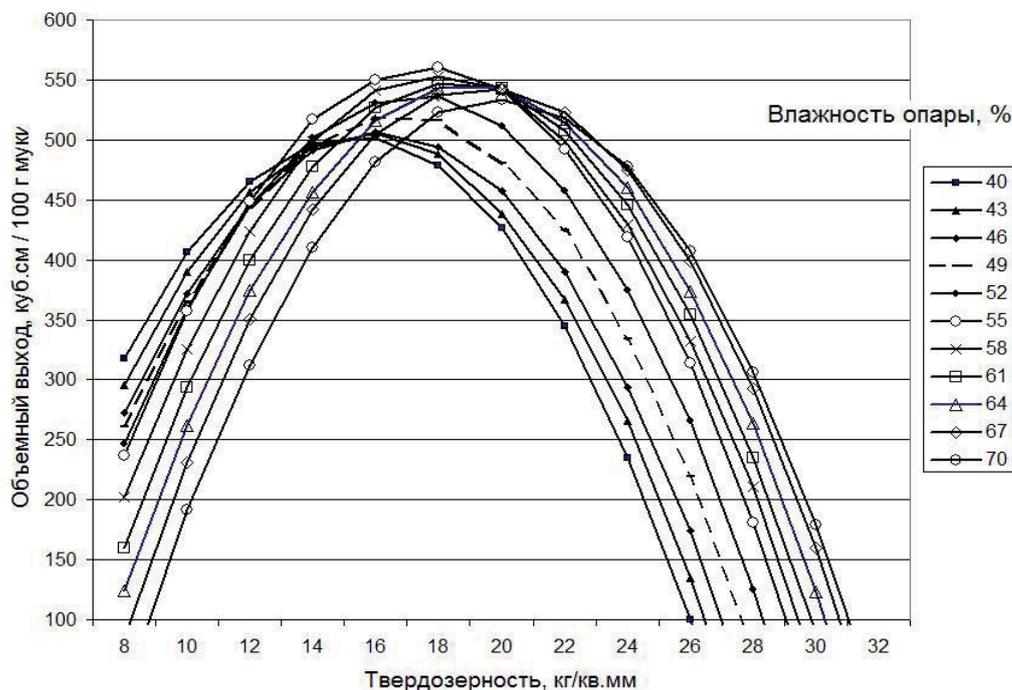


Рисунок 2 – Номограмма удельного объемного выхода хлеба пшеничного из муки 1 сорта, произведенного опарным способом

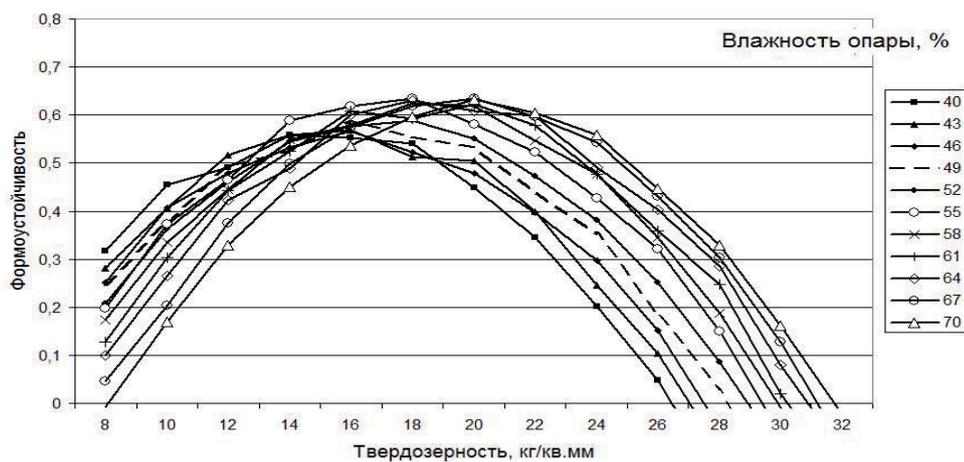


Рисунок 3 – Номограмма формоустойчивости хлеба пшеничного из муки 1 сорта, произведенного опарным способом

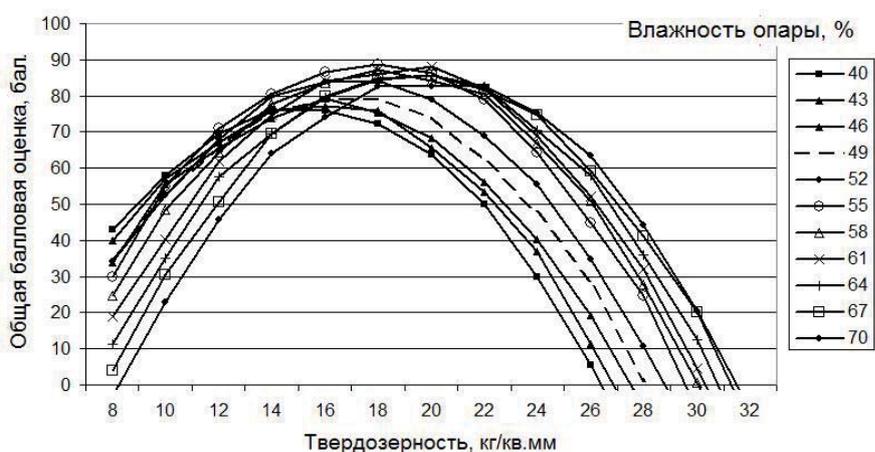


Рисунок 4 – Номограмма общей балловой оценки хлеба пшеничного из муки 1 сорта, произведенного опарным способом

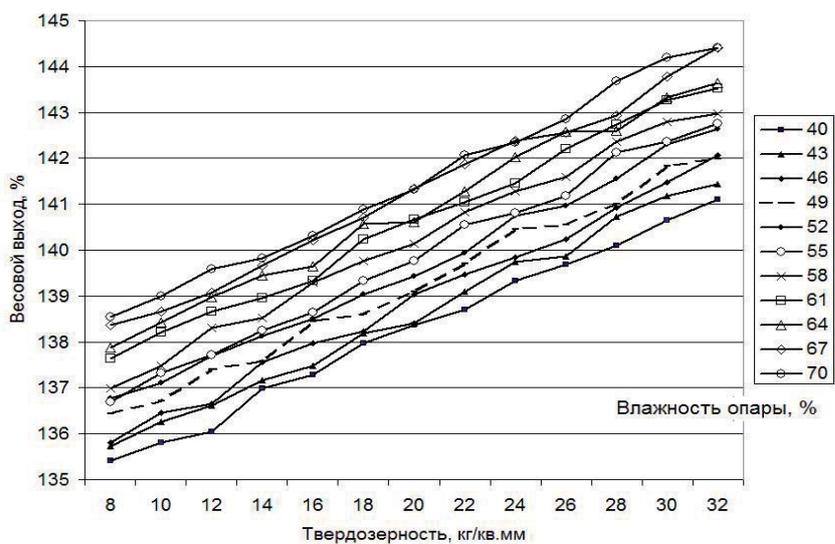


Рисунок 5 – Номограмма весового выхода хлеба пшеничного из муки 1 сорта, произведенного опарным способом

Таблица 2 – Сравнительная характеристика удельного объемного выхода (в см / 100 г муки) хлеба белого из пшеничной муки первого сорта, произведенного на опаре различной влажности

| Образец | Твердозерность, кг/мм ² | Влажность большой густой опары | | Влажность густой опары | | Влажность опары с учетом твердозерности сырья | Прирост качества, % |
|---------|------------------------------------|--------------------------------|-------------|------------------------|-------------|---|---------------------|
| | | мин (41 %) | макс (45 %) | мин (50 %) | макс (55 %) | | |
| 1 | 7,8 ± 0,1 | 279 ± 5 | 245 ± 5 | 202 ± 5 | 160 ± 5 | 287 ± 5 | +2,79 |
| 2 | 10 ± 0,1 | 394 ± 5 | 368 ± 5 | 334 ± 5 | 301 ± 5 | 399 ± 5 | +2,52 |
| 3 | 11,8 ± 0,1 | 463 ± 5 | 443 ± 5 | 417 ± 5 | 392 ± 5 | 468 ± 5 | +2,15 |
| 4 | 14,3 ± 0,1 | 522 ± 5 | 510 ± 5 | 495 ± 5 | 480 ± 5 | 529 ± 5 | +2,24 |
| 5 | 16,3 ± 0,1 | 537 ± 5 | 532 ± 5 | 525 ± 5 | 519 ± 5 | 542 ± 5 | +1,95 |
| 6 | 18 ± 0,1 | 528 ± 5 | 529 ± 5 | 529 ± 5 | 530 ± 5 | 536 ± 5 | +2,24 |
| 7 | 19,8 ± 0,1 | 497 ± 5 | 503 ± 5 | 512 ± 5 | 520 ± 5 | 527 ± 5 | +2,75 |
| 8 | 21,7 ± 0,1 | 439 ± 5 | 452 ± 5 | 469 ± 5 | 485 ± 5 | 491 ± 5 | +3,02 |
| 9 | 24,3 ± 0,1 | 319 ± 5 | 341 ± 5 | 369 ± 5 | 396 ± 5 | 402 ± 5 | +2,27 |
| 10 | 26,3 ± 0,1 | 195 ± 5 | 224 ± 5 | 260 ± 5 | 296 ± 5 | 302 ± 5 | +2,20 |

Максимально возможные значения показателя удельного объемного выхода хлеба и показателя весового выхода для муки из зерна с заданной твердозерностью в большинстве случаев достигаются использованием опар с различной влажностью. Например, для муки из зерна с твердозерностью 13 кг/мм² максимум удельного объемного выхода 475 см³ / 100 г муки при использовании опары 40% влажности; максимум весового выхода хлеба 139,8 % при использовании опары 70% влажности.

Основываясь на традиционных способах приготовления опар в сравнении с выбором влажности опары с учетом твердозерности сырья по номограммам (рисунки выше), оценено качество производимого хлеба белого из пшеничной муки первого сорта (таблица 2). В среднем, прирост удельного объемного выхода для хлеба пшеничного составляет около 2%.

Судя по данным корреляционно-регрессионного анализа, наиболее значимые показатели качества хлебобулочных изделий (удельный объемный выход, формоустойчивость, общая балловая оценка, весовой выход хлеба) могут быть прогнозируемы, основываясь на

показателях физико-химических свойств зерна пшеницы (твердозерность зерна) и технологических параметров производства хлеба (влажность опары).

Построенные уравнения регрессии формирования показателей качества хлеба пшеничного из муки 1 сорта, произведенного опарным способом, характеризуются высокими значениями коэффициента детерминации (0,72-0,89), что свидетельствует об их высокой степени достоверности. На их основе для наглядности и простоты выработки решения о предпочтительной влажности опары и прогнозировании показателей качества производимой хлебобулочной продукции получены соответствующие номограммы.

В результате исследований установлено, что управление качеством производимых хлебобулочных изделий возможно за счет выбора определенной влажности опары при опарном способе тестоприготовления, учитывая сведения о твердозерности зерна, служившего сырьем для помола пшеничной хлебобулочной муки.

21.03.2018

Список литературы:

- 1 Федотов В. А., Медведев П. В. Информационно-измерительная система определения потребительских свойств пшеницы // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – № 3. – С. 140-145.
- 2 Беркутова, Н. С. Микроструктура пшеницы / Н. С. Беркутова, И. А. Швецова. - М.: Колос, 1977. - 122 с.
- 3 Федотов, В. А. Факторы формирования потребительских свойств зерномучных товаров / В. А. Федотов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 4. – С. 186-190.
- 4 Медведев, П. В. Комплексная оценка потребительских свойств зерна и продуктов его переработки / П. В. Медведев, В. А. Федотов, И. А. Бочкарева // Международный научно-исследовательский журнал. - 2015. - № 7-1 (38). - С. 77-80.

- 5 Тарасенко, Ф. П. Прикладной системный анализ (наука и искусство решения проблем): Учебник / Ф. П. Тарасенко. - Томск: Издательство Томского университета, 2004. - 128 с.
- 6 Регионы России: социально-экономические показатели. 2016: стат. сборник / Росстат. - М., 2016. - 995 с.
- 7 Петров, Ю.А. Комплексная автоматизация управления предприятием: Информационные технологии - теория и практика / Ю.А. Петров, Е.Л. Шлимович, Ю.В. Ирюпин. - М.: Финансы и статистика, 2001. - 160 с.
- 8 Магомедов, М.Д. Экономика пищевой промышленности / М.Д. Магомедов, А.В. Заздравных, Г.А. Афанасьева. - М.: Дашков и К, 2011. - 232 с.
- 9 Потороко, И.Ю. Современное состояние и тенденции развития хлебопекарной отрасли / И.Ю. Потороко, Н.В. Андросова // Сборник материалов XII Международной научно-практической конференции «Торгово-экономические проблемы регионального бизнес-пространства» – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2014. – С. 168–170.
- 10 Кипрушкина, Е.И. Инновационные технологии производства и хранения растительной продукции / Е.И. Кипрушкина // Материалы V Международной конференции «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке». – СПб.: СПбГУНИПТ, 2011. – С. 350–353.
- 11 Шепелев, А. Ф. Товароведение и экспертиза электропродуктов: учебное пособие для вузов / А. Ф. Шепелев, И. А. Печенежская. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. - 192 с.
- 12 Медведев, П.В. Управление качеством продуктов переработки зерна и зерномучных товаров / П. В. Медведев, В. А. Федотов, И. А. Бочкарева // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. - 2016. - № 1. - С. 61 – 69.
- 13 Калачев, М. В. Малые предприятия для производства хлебобулочных и макаронных изделий / М. В. Калачев. - М. : ДеЛи принт, 2008. - 288 с.
- 14 Кругляков, Г. Н. Товароведение продовольственных товаров / Г. Н. Кругляков, Г. В. Круглякова. - Ростов-на-Дону: издательский центр «МарТ», 1999. - 448 с.
- 15 Медведев, П. В. Информационно-измерительные системы управления потребительскими свойствами зерномучных товаров / П. В. Медведев, В. А. Федотов // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд : монография. – Оренбург: ООО «Агентство «Пресса», 2013. – С. 35-51.
- 16 Smith, A. E. Handbook of Weed Management Systems / A. E. Smith. - Marcel Dekker, 1995. - 741 p.

References:

- 1 Fedotov V. A., Medvedev P. V. Informatcionno-izmeritel'naia sistema opredeleniia potrebitel'skikh svoi'stv pshenitcy' // Vestnyk Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2013. – № 3. – S. 140-145.
- 2 Berkutova, N. S. Mikrostruktura pshenitcy' / N. S. Berkutova, I. A. Shvetcova. - М.: Kolos, 1977. - 122 s.
- 3 Fedotov, V. A. Faktory' formirovaniia potrebitel'skikh svoi'stv zernomuchny'kh tovarov / V. A. Fedotov // Vestnyk Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2011. – № 4. – S. 186-190.
- 4 Medvedev, P. V. Kompleksnaia ocenka potrebitel'skikh svoi'stv zerna i produktov ego pererabotki / P. V. Medvedev, V. A. Fedotov, I. A. Bochkareva // Mezhdunarodny'i nauchno-issledovatel'skii zhurnal. - 2015. - № 7-1 (38). - S. 77-80.
- 5 Tarasenko, F. P. Prikladnoi' sistemny' i' analiz (nauka i iskusstvo resheniia problem): Uchebnik / F. P. Tarasenko. - Tomsk; Izdatel'stvo Tomskogo universiteta, 2004. - 128 s.
- 6 Regiony' Rossii: sotcial'no-e'konomicheskie pokazateli. 2016: stat. sbornik / Rosstat. - М., 2016. - 995 с.
- 7 Petrov, Iu. A. Kompleksnaia avtomatizatsiia upravleniia predpriiatiem: Informatcionny'e tekhnologii - teoriia i praktika / Iu. A. Petrov, E. L. Shlimovich, Iu. V. Iriupin. - М.: Finansy' i statistika, 2001. - 160 s.
- 8 Magomedov, M. D. E'konomika pishchevoi' promy'shlennosti / M. D. Magomedov, A. V. Zazdravny'kh, G. A. Afanas'eva. – М.: Dashkov i K, 2011. – 232 s.
- 9 Potoroko, I. Iu. Sovremennoe sostoiianie i tendentsii razvitiia khlebopekarnoi' otrasli / I. Iu. Potoroko, N. V. Androsova // Sbornik materialov XII Mezhdunarodnoi' nauchno-prakticheskoi' konferentsii «Torgovo-e'konomicheskie problemy' regional'nogo biznes-prostranstva» – Cheliabinsk: Izd-vo IUUrGU, 2014. – S. 168–170.
- 10 Kiprushkina, E. I. Innovatsionny'e tekhnologii proizvodstva i khraneniia rastitel'noi' produktcii / E. I. Kiprushkina // Materialy' V Mezhdunarodnoi' konferentsii «Nizkotemperaturnye i pishchevy'e tekhnologii v XXI veke». – SPb.: SPbGUNIPT, 2011. – S. 350–353.
- 11 Shepelev, A. F. Tovarovedenie i e'kspertiza e'lektrotovarov: uchebnoe posobie dlia vuzov / A. F. Shepelev, I. A. Pechenezhskaia. - Rostov-na-Donu: Feniks, 2002. - 192 s.
- 12 Medvedev, P. V. Upravlenie kachestvom produktov pererabotki zerna i zernomuchny'kh tovarov / P. V. Medvedev, V. A. Fedotov, I. A. Bochkareva // Nauchny'i zhurnal NIU ITMO. Seriya: Protcessy' i apparaty' pishchevy'kh proizvodstv. - 2016. - № 1. - S. 61 – 69.
- 13 Kalachev, M. V. Maly'e predpriiatiia dlia proizvodstva khlebobulochny'kh i makaronny'kh izdelii' / M. V. Kalachev. - М. : DeLee print, 2008. - 288 s.
- 14 Krugliakov, G. N. Tovarovedenie prodovol'stvenny'kh tovarov / G. N. Krugliakov, G. V. Krugliakova. - Rostov-na-Donu: izdatel'skii' centr «MarT», 1999. - 448 s.
- 15 Medvedev, P. V. Informatcionno-izmeritel'ny'e sistemy' upravleniia potrebitel'skimi svoi'stvami zernomuchny'kh tovarov / P. V. Medvedev, V. A. Fedotov // Sovremenny'e tendentsii v e'konomike i upravlenii: novy'i' vzgliad : monografiia. – Оренбург: ООО «Агентство «Пресса», 2013. – С. 35-51.
- 16 Smith, A. E. Handbook of Weed Management Systems / A. E. Smith. - Marcel Dekker, 1995. - 741 p.

Сведения об авторах:

Медведев Павел Викторович, заведующий кафедрой технологии пищевых производств
Оренбургского государственного университета, доктор технических наук, доцент
E-mail: pmedvedev@mail.ru

Федотов Виталий Анатольевич, доцент кафедры технологии пищевых производств
Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук, доцент
E-mail: vital_asm@mail.ru

460018, г. Оренбург, пр-т Победы, д. 13