

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КЛЕЙКОВИНЫ И КРАХМАЛА С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВD.S. Kulikov, V.G. Goldstein,
S.A. StrakhovaPRODUCTION TECHNOLOGY OF GLUTEN AND STARCH TAKING INTO ACCOUNT
THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS

Куликов Д.С. – мл. науч. сотр. Всероссийского НИИ крахмалопродуктов – филиала Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, Московская обл., п. Красково. E-mail: denismalah@mail.ru

Гольдштейн В.Г. – канд. техн. наук, зав. отделом хранения и переработки крахмалсодержащего сырья Всероссийского НИИ крахмалопродуктов – филиала Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, Московская обл., п. Красково. E-mail: 6919486@mail.ru

Страхова С.А. – канд. техн. наук, доц. каф. товароведения, технологии сырья и продуктов животного и растительного происхождения им. С.А. Каспарьянца Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина, г. Москва. E-mail: Strachova_s_a@mail.ru

Kulikov D.S. – Junior Staff Scientist, All-Russia Research and Development Institute of Starch Products – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems for RAS, Moscow Region, S. Kraskovo. E-mail: denismalah@mail.ru

Goldstein V.G. – Cand. Techn. Sci., Head, Department of Storage and Processing of Starch-Containing Raw Materials, All-Russia Research and Development Institute of Starch Products – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems for RAS, Moscow Region, S. Kraskovo. E-mail: 6919486@mail.ru

Strakhova S.A. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Merchandizing, Technology of Raw Materials and Products of Animal and Plant Origin named after S.A. Kaspariyants, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – K.I. Scriabin MVA, Moscow. E-mail: Strachova_s_a@mail.ru

В статье представлены результаты исследования влияния ряда технологических параметров на выход пшеничной клейковины и крахмала. В настоящее время Россия занимает лидирующие позиции по производству пшеницы. Однако реализуется зерно неперспективным путем – экспортируется за границу. Повысить эффективность использования пшеницы можно за счет его глубокой переработки на клейковину и крахмал. При этом важно соблюдать четкие технологические параметры замеса теста для оптимального выхода продуктов глубокой переработки. Различные литературные источники свидетельствуют об отсутствии конкретных технологических параметров процесса замеса теста из пшеничной муки с целью дальнейшей переработки ее на крахмал и клейковину. Цель исследования: определение оптимальных параметров технологического процесса подготовки пшеничной муки к эффективному разделению ее компонентов, обеспечивающему высокий выход клейковины и крахмала. Для этого были отобраны навески пшеничной муки высшего сорта, и с различными режимами замеса теста изучался выход клейковины и крахмала. С помощью математической программы Mathematica 10.3 выявлена зависимость и максимальный выход крахмала и клейковины. В результате исследования установлено, что при соотношении муки к воде 1:0,81, температуре воды 41 °С, продолжительности выдержки теста 35 мин выход клейковины увеличивается до 10,8 %, а крахмала – до 75,5 % сухих веществ муки. При математической обработке результатов изучения влияния активной кислотности воды,

используемой для замеса муки при установленных оптимальных параметрах, определено, что максимальный выход клейковины и крахмала достигается при pH 6,5.

Ключевые слова: пшеничная мука, клейковина, крахмал, увеличение выхода, технологические параметры.

The influence of a number of technological parameters on receiving wheat gluten and starch is presented in the study. Now Russia takes leading positions in wheat production. However, grain is realized in unpromising way, i.e. exported abroad. It is possible to increase the efficiency of using wheat due to its deep processing on gluten and starch. Thus it is important to observe accurate technological parameters of batch of dough for the way of products of deep processing. Various references testify to the lack of concrete technological parameters of process of batch of dough of wheat flour for the purpose of its further processing on starch and gluten. The research objective was the determination of optimum parameters of technological process of preparation of wheat flour for effective division of its components providing high exit of gluten and starch. Hinge plates of wheat flour of the premium grade were selected for this purpose, and with various modes of the batch of dough the exit of gluten and starch was studied. By means of mathematical program Mathematica 10.3 the dependence and maximum exit of the starch and gluten were revealed. As a result of the research it was established that at the ratio of the flour to water 1:0.81, water temperature 41 °C, the duration of dough aging equal to 35 minutes the exit of the gluten increased to 10.8 %, and starch – to 75.5 %

of solids of the flour. At mathematical processing of the results of studying of the influence of active acidity of the water used for batching flour at established optimum parameters it was defined that maximum exit of gluten and starch had been at pH 6.5.

Keywords: wheat flour, gluten, starch, the increase in production, technological parameters.

Введение. Россия – одна из ведущих стран по выращиванию зерновых культур, в том числе и пшеницы. По данным Минсельхоза, в 2016 г. валовой сбор пшеницы составил 73,3 млн т, увеличившись по сравнению с 2015 г. на 19 %. В 2017 г. состоялся рекорд сборов зерна пшеницы – 85,8 млн т, что на 14,6 % больше, чем в 2016 г. [1].

Зерно пшеницы используют в производстве продуктов питания и кормов, экспортируют за границу. Эффективность использования зерна пшеницы может быть повышена за счет его глубокой переработки. Из него можно получать продукты промышленной технологии: сухую клейковину, пшеничный крахмал, зародыш, глюкозно-фруктозные сиропы, кристаллическую глюкозу, органические кислоты, аминокислоты и биопластики. Среди названных продуктов переработки пшеницы особый интерес представляет клейковина и крахмал [2].

Клейковина играет значительную роль в хлебопекарной и макаронной промышленности как улучшитель структуры продукта, ее используют в производстве начинок для тортов, печений, вафель, булочек, сухих завтраков, колбасных изделий, сыров, рыбных консервов и полуфабрикатов, замороженных мясных продуктов, йогуртов, шоколада и даже жевательной резинки [3].

Крахмал применяется как для пищевых, так и для технических целей. Пищевая промышленность использует крахмал как загуститель, в качестве сырья для получения глюкозы, патоки и этилового спирта. Он входит в состав колбасных изделий, мороженого, макаронных изделий, киселей, пудингов, майонеза, кетчупа и многих соусов [4].

Предполагаемые темпы роста производства клейковины и крахмала не способны полностью удовлетворить потребности пищевой промышленности. Для улучшения ситуации на внутреннем рынке производство клейковины и крахмала необходимо расширять, в том числе увеличивать выход на действующих предприятиях путем изменения существующих технологических параметров [5].

В научной литературе и на отечественных предприятиях нет конкретных единых технологических параметров процесса замеса теста из пшеничной муки (соотношение муки к воде, температура воды, время отлежки теста, pH воды), они везде различны [5].

В настоящее время наибольшее распространение получила технология фирм GEA Westfalia Separator и Flottweg, как наиболее эффективная по глубокой переработке пшеницы. Мука смешивается с водой температурой 35–40 °С, образуя водную суспензию, содержащую 32–35 % сухих веществ (СВ). Выход сухой клейковины составляет 10 %, крахмала – 69 % [4].

Цель исследования: определение оптимальных технологических параметров (соотношение муки и воды для замеса теста, температура и величина активной кислотности воды, подаваемой на замес теста, продолжительность отлежки теста), влияющих на выход клейковины и крахмала.

Для выполнения указанной цели исследования требуется решить следующие задачи:

– провести в лабораторных условиях технологический процесс получения клейковины и крахмала из пшеничной муки с различными режимами технологических параметров замеса теста;

– выявить оптимальные режимы технологических параметров для внедрения их в промышленное производство клейковины и крахмала с помощью программы Mathematica 10.3.

Материалы и методы исследования. Исследование проводилось во Всероссийском научно-исследовательском институте крахмалопродуктов.

Для исследования использовалась пшеничная мука высшего сорта, которая по качеству соответствовала ГОСТ Р 52189–2003 «Мука пшеничная. Общие технические условия». Изготовитель муки – АО «Рязаньзернопродукт».

Для изучения влияния параметров замеса и отлежки теста на выход клейковины и крахмала брали пятнадцать навесок по 50 г муки и замешивали с определенным для каждого опыта количеством воды от 20 до 75 см³ с заданной температурой от 25 до 55 °С. Продолжительность отлежки теста осуществлялась в диапазоне от 15 до 35 мин. Клейковину отмывали на металлическом сите с диаметром отверстий 1 мм. Конец отмывания клейковины определяли по йодной пробе в сливаемой воде. Клейковину сушили в сушильном шкафу при температуре 130 °С, взвешивали и рассчитывали ее выход относительно массы навески муки. В полученной суспензии после отмывания клейковины устанавливали содержание крахмала поляриметрическим методом Эверса. Крахмальную суспензию центрифугировали, высушивали, измельчали и взвешивали.

Обработку экспериментальных данных проводили с использованием программы Mathematica 10.3.

Результаты исследования. Температура воды, подаваемой на замес теста, оказывает существенное влияние на выход клейковины и крахмала (табл. 1). Наибольший их выход обнаружен при температуре воды 45 °С. Понижение или повышение температуры воды приводит к количественному снижению клейковины и крахмала.

При одной и той же температуре воды (45 °С) соотношение муки к воде влияет на выход клейковины и крахмала, достигая максимума при соотношении 1:1 (табл. 2). Продолжительность отлежки теста повышает выход клейковины и крахмала при 35-минутной отлежке. При изменении соотношения и продолжительности происходит снижение выхода клейковины и крахмала.

Таблица 1

Зависимость выхода клейковины и крахмала от параметров температуры воды и продолжительности выдержки теста при соотношении муки к воде 1:1.

Температура подаваемой воды, °С	Продолжительность отлежки теста, мин	Выход клейковины, %	Выход крахмала, %
25	25	10,4	61,1
35	30	8,1	75,5
45	35	10,7	75,7
50	15	10,2	70,7
55	20	9,5	74,7

Таблица 2

Зависимость выхода клейковины и крахмала от параметров соотношения муки к воде и продолжительности отлежки теста при температуре воды 45 °С

Соотношение муки к воде	Продолжительность отлежки теста, мин	Выход клейковины, %	Выход крахмала, %
1:0,4	25	10,1	74,0
1:0,7	30	10,6	74,6
1:1	35	10,7	75,7
1:1,2	15	10,2	74,8
1:1,5	20	9,8	63,8

При изучении влияния разных соотношений муки к воде и температур подаваемой воды при продолжительности отлежки 35 мин установлен максимум извлечения

клейковины и крахмала при соотношении муки:воды 1:1 и температуре теста 45 °С (табл. 3).

Таблица 3

Зависимость выхода клейковины и крахмала от параметров соотношения муки к воде и температуры воды при продолжительности отлежки теста 35 мин

Соотношение муки к воде	Температура подаваемой воды, °С	Выход клейковины, %	Выход крахмала, %
1:0,4	55	9,2	71,1
1:0,7	50	9,4	72,8
1:1	45	10,7	75,7
1:1,2	35	10,3	69,6
1:1,5	25	9,7	71,4

На основании полученных результатов с помощью программы Mathematica 10.3 рассчитана формула зависимости выхода клейковины от параметров соотношения муки к воде, температуры воды и продолжительности отлежки теста:

$$CVkl (\% \text{ СВ муки}) = -9,1 \cdot 21 \cdot e^{-2,492 \cdot m} + 8,9 \cdot e^{-1,246 \cdot m} + 8,99 / m^{0,002} + 0,00702 \cdot t + 145131 \cdot 2350,15 \cdot T / 16584 - 323,38 \cdot T + T^2, \quad (1)$$

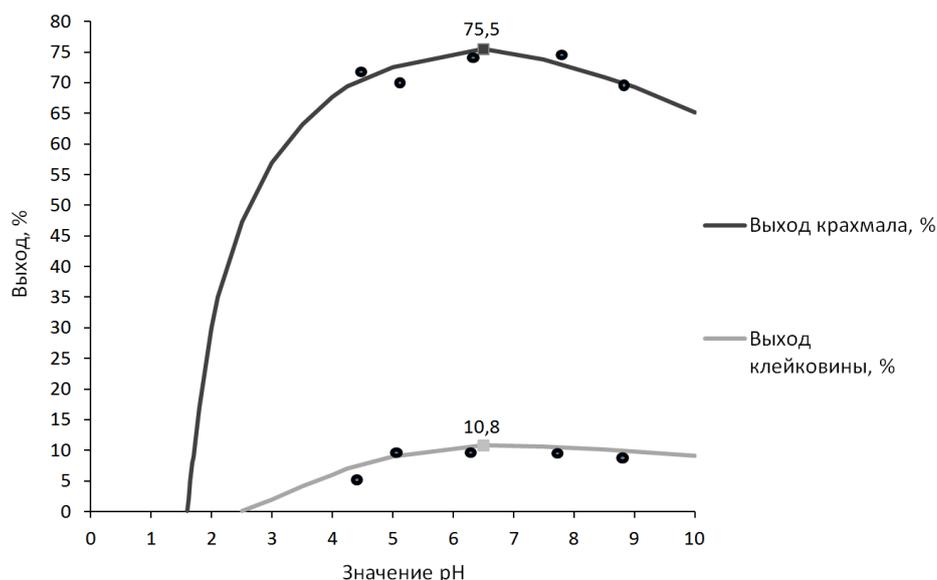
где m – соотношение воды к муке; T – температура воды; t – продолжительность отлежки теста.

Программа Mathematica 10.3 с помощью встроенной функции NMaximize рассчитала наибольший выход клейковины (10,8 % СВ муки), который достигается при значениях соотношения муки 1,24 к одной части воды или 1:0,81, температуре воды 41 °С и продолжительности отлежки теста 35 мин. Выход крахмала при этих показателях достигает 75,5 %, что незначительно меньше максимального выхода (75,7 %), полученного в результате проведенных экспериментов. Клейковина на мировом рынке

дороже крахмала примерно в 4 раза, поэтому параметры, получившиеся из математической зависимости, наиболее рациональны для производства обоих продуктов.

Выход клейковины и крахмала зависит от рН подаваемой на замес воды. Английскими учеными предложено смешивать муку с водой при рН 7–8, корректируя активную кислотность гидроокисью натрия или гидроокисью аммония [5]. Большинство отечественных предприятий корректировку рН воды не производят во избежание дополнительных затрат на покупку щелочей.

Используя оптимальные параметры замеса теста (1:0,81; 41 °С; 35 мин) было исследовано влияние рН воды на выход клейковины и крахмала (рис.). При уменьшении значения рН ниже 6 количество клейковины и крахмала постепенно уменьшалось, при значении рН ниже 5 происходило резкое снижение их выхода. При увеличении рН выше 8 отмечено постепенное уменьшение клейковины и крахмала.



Зависимость выхода клейковины и крахмала от величины активной кислотности (pH) воды, поступающей на замес теста

Исходя из графика, максимальное значение выхода клейковины (10,8 %) и крахмала (75,5 %) достигается при pH воды 6,5.

Выводы. Установлены оптимальные технологические параметры извлечения клейковины и крахмала при переработке пшеничной муки: соотношение мука : вода – 1: 0,81, температура воды 41 °С, продолжительность отлежки теста – 35 мин и активная кислотность (pH) воды – 6,5, – при которых выход клейковины и крахмала увеличен соответственно с 10,0 и 69 % до 10,8 и 75,5 %.

Получена математическая зависимость выхода пшеничной клейковины и крахмала от основных параметров процесса замеса и отлежки теста, которая рекомендуется для промышленного производства клейковины и крахмала.

Литература

1. *Аблаев А.Р.* Производство, потребление и экспорт продуктов глубокой переработки зерна. Российский и мировой рынок: Презентация на форуме «Грэйнтек-2016» (9 ноября 2016). – М., 2016. – 23 с.
2. *Агеев М.Б., Вакар А.Б., Соседов Н.И.* Влияние ионного состава водного раствора на выход и качество отмываемой клейковины // Тр. ВНИИЗ. – 1978. – № 89. – С. 41–53.
3. *Агеев М.Б., Марьянова А.И.* Влияние температуры воды, применяемой для отмывания клейковины, на ее выход и качество // Тр. ВНИИЗ. – 1978. – № 89. – С. 37–40.

4. *Андреев Н.Р.* Основы производства нативных крахмалов. – М.: Пищевая промышленность, 2001. – С. 205–207.
5. *Хмелевская А.В., Цховребова Э.Л.* Перспективы применения сухой пшеничной клейковины // Актуальные проблемы химии, биологии и биотехнологии: мат-лы X Всерос. науч. конф. / Северо-Осетинский гос. ун-т им. К.Л. Хетагурова. – Владикавказ, 2016. – С. 380–385.

Literatura

6. *Ablaev A.R.* Proizvodstvo, potreblenie i jeksport produktov glubokoj pererabotki zerna. Rossijskij i mirovoj rynok: Prezentacija na forume «Grajntek-2016» (9 nojabrja 2016). – М., 2016. – 23 s.
1. *Ageev M.B., Vakar A.B., Sosedov N.I.* Vlijanie ionnogo sostava vodnogo rastvora na vyhod i kachestvo otmyvaemoj klejkoviny // Tr. VNIIZ. – 1978. – № 89. – S. 41–53.
2. *Ageev M.B., Mar'janova A.I.* Vlijanie temperatury vody, primenjaemoj dlja otmyvanija klejkoviny, na ee vyhod i kachestvo // Tr. VNIIZ. – 1978. – № 89. – S. 37–40.
3. *Andreev N.R.* Osnovy proizvodstva nativnyh krahmalov. – М.: Pishhevaja promyshlennost', 2001. – S. 205–207.
4. *Hmelevskaja A.V., Chovrebova Je.L.* Perspektivy primeneniya suhoj pshenichnoj klejkoviny // Aktual'nye problemy himii, biologii i biotehnologii: mat-ly H Vseros. nauch. konf. / Severo-Osetinskij gos. un-t im. K.L. Hetagurova. – Vladikavkaz, 2016. – S. 380–385.