

УДК 664.641.1 : 664.641.19

*АВТОЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МУКИ ИЗ КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР***Н.А. ШМАЛЬКО**

*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;
электронная почта: kafedra-tith@yandex.ru*

Мука из крупяных культур отличается от хлебопекарной муки специфическими технологическими свойствами, в том числе в ряде случаев отсутствием способности образовывать клейковину. Автолитическая активность подобного сырья в силу специальной технологии получения крупы и удаления анатомических частей определяется не столь активностью амилолитических ферментов, расщепляющих крахмал до низкомолекулярных декстринов и олигосахаридов, сколько степенью автолиза крахмала и накоплением водорастворимых веществ при прогреве водно-мучных суспензий. Качество крупяной продукции может определяться на основе инструментальной оценки проб муки стандартным методом числа падения, реализуемым в условиях внутризаводского контроля. В качестве улучшителей амилолитической активности муки из крупяных культур следует рассматривать зерновые продукты и их композиции, определяющие получение феноменологической модели прогнозирования варочных свойств готового продукта.

Ключевые слова: мука из крупяных культур, технологические свойства, амилолитическая активность, зерновые продукты.

ГОСТ 30498-97 (ИСО 3093-82) «Зерновые культуры. Определение числа падения» устанавливает метод определения числа падения для зерновых культур, характеризующего их альфа-амилазную активность. Указанный метод применяется для зерна, зерновых культур, в особенности для пшеницы и ржи, и для продуктов их помола с задаваемым размером частиц. Определение активности фермента альфа-амилазы в естественных условиях осуществляется при автолизе зернового шрота или муки.

Мука из крупяных культур является нетрадиционным сырьем для хлебопекарного производства, отличающаяся от традиционной муки специфическими особенностями белково-протеиназного и углеводно-амилазного комплексов. Следует различать виды муки, получаемые при размоле зерна крупяных культур или готовых крупяных изделий (крупяных концентратов).

Как правило, размол зерна в муку предусматривает крупное измельчение на драных системах, сортирование промежуточных продуктов, обогащение в

вечном процессе, а также размола промежуточных продуктов (крупок и дунстов) в муку в размольных системах.

Зерно для переработки в крупу подвергают сортированию до шелушения, после которого обогащают, дробят, разрезают или плющат ядро, шлифуют и полируют продукты дробления. В отличие от технологии муки в производстве крупы отделение наружных оболочек (пленок) зерна от ядра путем шелушения приводит к сохранению его целостности.

Для крупяных культур с хрупким ядром (гречиха, рис) предусматривают обработку зерна на вальцедековых станках для осуществления непродолжительного сжатия и сдвига, вызывающих размыкание и скалывание пленок или сжатие, сдвиг и трение, вызывающие шелушение. Эластичное ядро овса требует использование шелушительного постава для проведения сжатия, сдвига и трения зерновок. Прочное ядро ячменя шелушат при помощи наждачной обойки ударами о бичи и абразивную поверхность, создавая сопутствующее фрикционное воздействие[1].

Очевидным является тот факт, что измельчение крупяных культур по классической технологии в муку приведет к нарушению прочности ядра, выделению крупок и дунстов, наружных пленок зерна в виде хлопьев и т.п.

Примерами эффективного использования потенциала зерна крупяных культур служат виды муки, предназначенные для производства крупы повышенной питательной ценности. Сырьем для получения подобной продукции служит рис дробленый, продел гречихи, горох колотый шелушенный, овсяная недробленая крупа, ячневая крупа.

Все виды крупы в подготовительном отделении подвергают контрольному пневмо- и ситовому сепарированию для выделения примесей, направляемых в отходы I-II категории. Овсяная крупа дополнительно сепарируется на падди-машинах для удаления оставшихся нешелушенных зерен.

Технология предусматривает мойку крупы в специальных моечных машинах при полном погружении продукта в воду с последующей сушкой в

кипящем слое. Овсяная мука может дополнительно пропариваться и затем также высушиваться. Режим сушки должен обеспечить снижение влажности крупы до 11-12 %. Сырье, очищенное от примесей и прошедшее дополнительную водно-тепловую обработку, размалывают на трех последовательных системах вальцевых станков.

Продукты измельчения сортируют в мельничных отсевах, где отбирают муку, а более крупные неизмельченные частицы крупы, получаемые в виде схода, измельчают на следующей системе. Сход с последней системы возвращают на измельчение на эту же систему или направляют в отходы I-II категории. Отобранная на каждой системе мука направляется в просеивательно-сушильное отделение.

Технология получения муки из дробленых и недробленых круп идентична технологии обойной муки. Для сортирования продуктов измельчения рекомендуется использовать отсевы типа ЗРШ-М (ЗРШ-4М) четвертой технологической системы, предназначенные для мельниц обойного помола. При просеивании муки на капроновом сите № 35 должно оставаться остатка не более 2,0 %. Наличие хруста в муке не допускается, содержание металломагнитной примеси на 1 кг муки должно быть не более 3 мг[2].

В ряде работ [3-8] представлены результаты изучения влияния муки из крупяных культур на хлебопекарные свойства традиционной муки, свидетельствующие о целесообразности добавления указанных видов сырья. Однако, в указанных источниках практически не содержатся сведения о рекомендуемых соотношениях традиционной и крупяной муки по показателю числа падения, регламентирующему качество хлеба.

В хлебопечении муку из крупяных культур рекомендуется вносить в рецептуры хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности [10] или вырабатываемые из хлебопекарных смесей [9], тогда как данные виды сырья значительно отличаются технологическими свойствами от традиционной хлебопекарной муки, что требует проведения дополнительных исследований.

Подобный подход является затратным, так как для каждой партии крупяной муки следует проводить целый комплекс исследований для установки оптимальной дозировки добавки с учетом оказываемого влияния на массовую долю и упругость сырой клейковины, газообразующую способность, структурно-механические свойства теста, объем, пористость, влажность и кислотность выпеченного хлеба. При таком подходе подбор соотношения в рецептуре хлеба традиционной и крупяной муки обуславливает дополнительные затраты на проведение эксперимента.

В практике хлебопекарного производства к стандартным показателям относят число падения как метод, позволяющий наиболее точно охарактеризовать качество хлебопекарной муки по наличию в ней муки из проросшего зерна, обладающего активностью альфа-амилазы. Основная функция фермента альфа-амилазы заключается в разжижении вязких растворов крахмала, его декстринизации и осахаривании [11].

Сам метод числа падения предусматривает размол продукта влажностью не более 30,0 % на молотковой мельнице с просеиванием продуктов размола через сито с размерами отверстий 800 мкм. Для этой цели пригодны молотковые мельницы KamasSlago 200Аи Fallingnumbertип КТ 120.

Требования к размеру частиц включает размер отверстий сита (в мкм): 700; 500; 210-200 и соответствующий ему проход через сито, %: 100; от 95 до 100 включительно; до 80 включительно. Подготовка пробы зерна к анализу предусматривает получение зернового шрота, при прогреве водной суспензии которого образующийся клейстер разжижается альфа-амилазой.

На основе стандартного метода определения числа падения предложена инструментальная методика оценки качества различного крахмалсодержащего сырья с учетом реологических свойств клейстеров нативных и модифицированных крахмалов крупяного сырья и готовой продукции [12, 13].

Следует учесть, что в крупяном производстве анатомические части зерновки, отличающиеся амилолитической активностью (зародыш и алейроновый слой), практически полностью удаляются при шлифовании и

полировке ядра. В связи с этим, целью данного исследования явилось изучение автолитической активности муки, полученной из зерна крупяных культур, в стандартных условиях определения числа падения.

Объектами изучения служили образцы муки из зерна крупяных культур, получающие распространение в рецептурах хлебобулочных изделий: мука полубяная цельнозерновая, мука ячменная, овсяная, рисовая, кукурузная грубого и тонкого помолов, мука амарантовая цельнозерновая, крупяная.

Объектом сравнения для муки из крупяных культур являлась проба пшеничной муки второго сорта с пониженной амилолитической активностью (с числом падения свыше 400 сек). Математическая обработка экспериментально полученных данных по числу падения для пшеничной муки (число опытов – 5, число повторностей в опыте – 20) в пакете Statistica 6.0 [14] показала принадлежность полученной выборки к биномиальному распределению при уровне значимости $p = 0,97$ (рис. 1).

Проведение статистической обработки экспериментальных данных по числу падения для муки из различных крупяных культур подтвердило гипотезу о его соответствии биномиальному распределению случайной дискретной величины, определяя диапазон изменения случайной величины: ячменная мука – от 600 до 680 сек, овсяная мука – от 330 до 350 сек, полубяная мука – от 420 до 450 сек, рисовая мука – от 350 до 400 сек, кукурузная мука тонкого помола – от 310 до 340 сек.

Таким образом, инструментальная оценка состояния крахмалсодержащего сырья по числу падения, во-первых, может позволить прогнозировать варочные свойства крупяных изделий, в том числе повышенной пищевой ценности, при использовании различных видов муки с целью расширения ассортимента доброкачественной продукции крупяного производства.

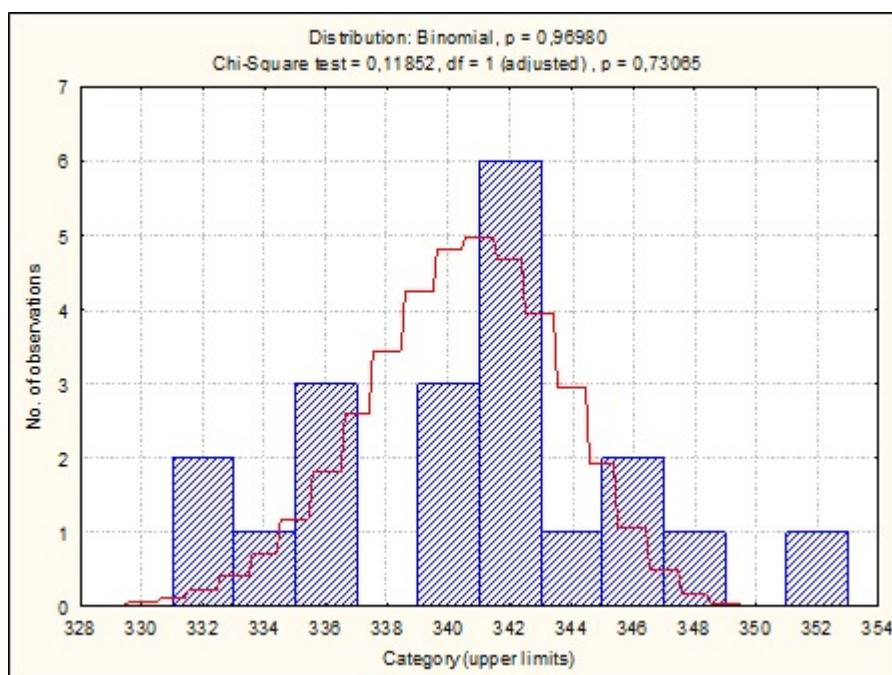


Рисунок 1 – Распределение случайной дискретной величины значений показателя числа падения для пшеничной муки

Во-вторых, на основе изучения влияния зерновых продуктов на число падения муки из крупяной муки получены феноменологические модели автолиза водно-мучных суспензий при использовании в качестве агентов, ускоряющих разжижение клейстеров, ржаного белого солода, зернового шрота амаранта, амарантовой крупяной муки.

Сочетание различных видов сырья позволяет ускорить переход крахмала из нативного состояния в клейстеризованное при оптимальном воздействии альфа-амилазы зернового продукта. Так, число падения полубяной муки уменьшается с 440 до 140 сек при добавлении ржаного белого солода в дозировках от 1,0 % до 5,0 %. Ввод данного зернового продукта в соотношении 1:1 с зерновым шротом амаранта в дозировке 2,0 % обеспечивает его равноценную замену.

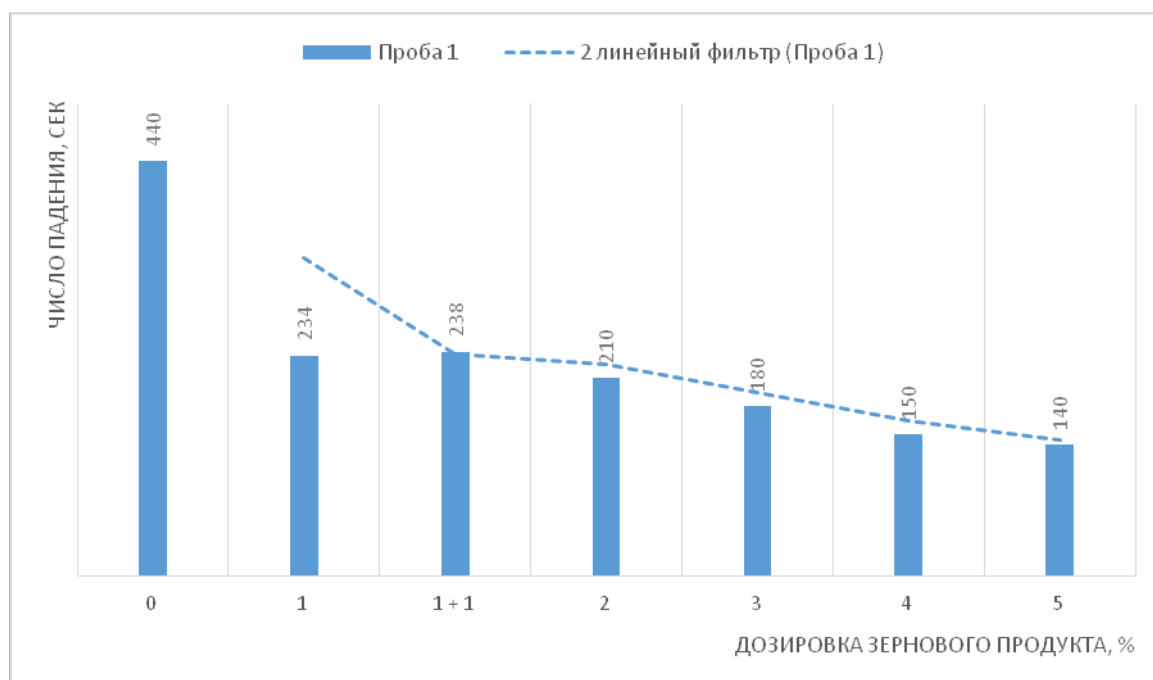


Рисунок 2 – Влияние зернового продукта на число падения полубяной муки

Амилолитическая активность кукурузной муки тонкого помола (с числом падения свыше 400 сек) заметно улучшается при добавлении к ней ржаного белого солода в количестве 1,0 % взамен муки при достижении числа падения 232 сек, а также смеси ржаного белого солода и зернового шрота амаранта в соотношении 1:1 при суммарной дозировке 2,0 % – 238 сек.

Подобная картина наблюдается и при вводе ржаного белого солода в прогреваемую водную суспензию рисовой муки, что подтверждается снижением числа падения с 363 до 231 сек. Ввод амарантовой крупяной муки и зернового шрота амаранта взамен кукурузной муки приводит к получению феноменологических моделей прогнозирования варочных свойств крупяного безглютенового сырья (рис. 3-4).

Ввод амарантовой крупяной муки в прогреваемую суспензию рисовой муки способствует ухудшению условий клейстеризации крахмала вследствие явления термического запаздывания гранул крахмала в результате конкурентного связывания влаги. Наряду с этим, ввод той же добавки в прогреваемую суспензию овсяной муки в количестве до 10,0 % снижает число

падения с 339 до 286 сек без проявления явления термического запаздывания плавления крахмала.

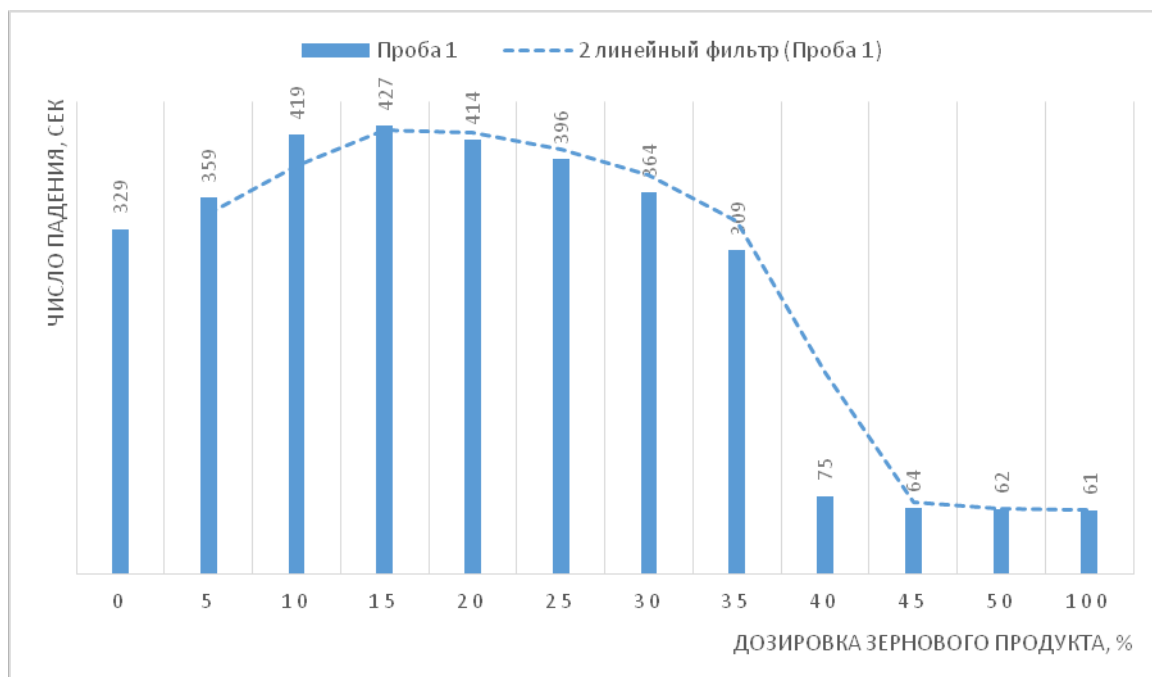


Рисунок 3 – Влияние зернового продукта на число падения кукурузной муки тонкого помола

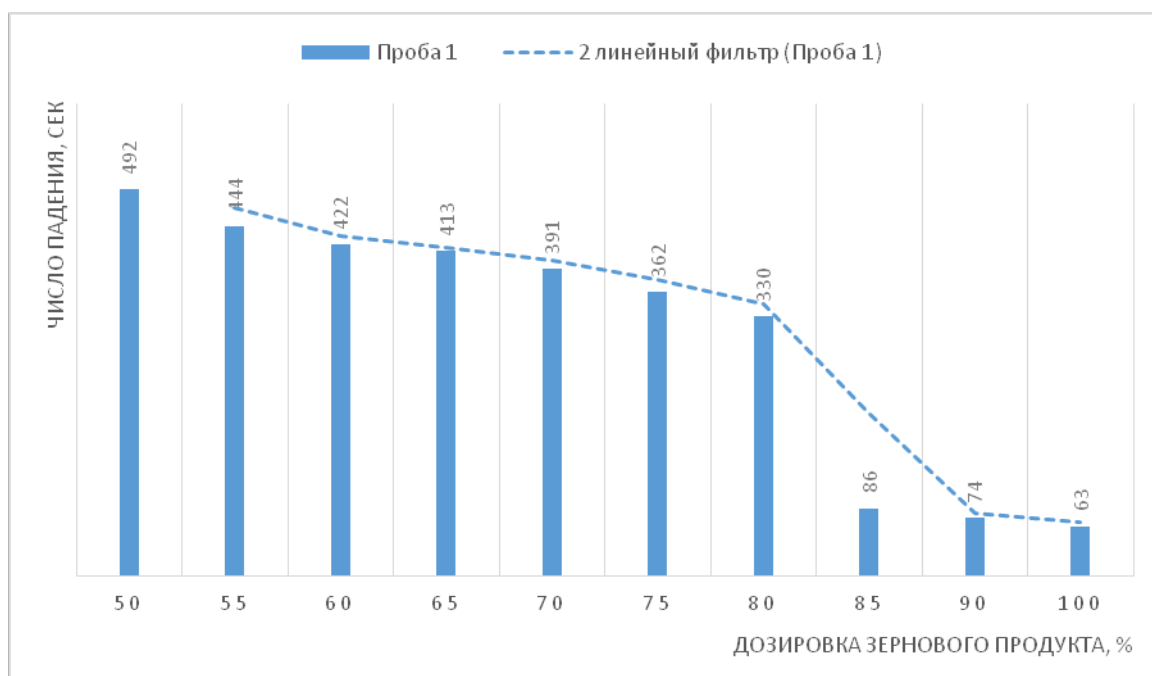


Рисунок 4 – Влияние зернового продукта на число падения кукурузной муки грубого помола

Таким образом, полученные экспериментальные данные на основе инструментальной оценки амилолитической активности муки из крупяных культур позволяют разработать новые составы и смеси как хлебопекарного, так и крупяного производства различного назначения, с учетом прогнозирования и оптимизации параметра внутрипроизводственного контроля – числа падения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология переработки зерна (мукомольное, крупяное и комбикормовое производство) / Под ред. д-ра техн. наук, профессора Я.Н. Куприца. М.: Колос, 1965. 504 с.
2. Чеботарев О.Н., Шаззо А.Ю., Мартыненко Я.Ф. Технология муки, крупы и комбикормов. М.: МарТ, 2004. 688 с.
3. Хлебопекарные свойства композитных смесей муки из зерна пшеницы и полбы / Н.С. Санжаровская, Н.В. Сокол, О.П. Храпко, К.С.О. Мамедов, Н.Н. Романова // Новые технологии, 2018. № 3. С. 60-65.
4. Нестеренко И.К., Анисимова Л.В. Исследование хлебопекарных свойств смеси из пшеничной муки первого сорта и ячменной муки // Вестник Алтайской науки, 2015. № 1 (23). С. 322-327.
5. Анисимова Я.В., Нечаева И.Ю., Солтан О.И.А. Исследование хлебопекарных свойств смесей из пшеничной муки первого сорта и овсяной муки // Горизонты образования, 2017. № 19. С. 4-8.
6. Тхазеплова Ф.Х., Ахметова М.А. Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием рисовой муки // Сельскохозяйственное использование и продовольственная безопасность: Материалы IV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Заслуженного деятеля науки РФ, КБР, Республики Адыгея, профессора Б.Х. Фиापешева, 2018. С. 182-186.
7. Дубцов Г.Г. Производство национальных хлебных изделий. М.: Агропроиздат, 1991. 141 с.
8. Шмалько Н.А., Ромашко Н.А., Чалова И.А. Хлебобулочные изделия с амарантовой мукой // В мире научных открытий, 2010. № 2 (08). Ч. 3. С. 83-85.

9. Шмалько Н.А., Смирнов С.О. Использование амарантовой крупяной муки в рецептуре хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки //Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений: Материалы VI Международной научно-технической конференции. Министерство образования и науки РФ, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий». 2017. С. 341-346.

10. Шмалько Н.А. Хлебобулочные изделия повышенной пищевой ценности из растительного сырья //Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века: Материалы V Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня образования ФГБОУ ВО "Кубанский государственный технологический университет". Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет». 2017. С. 220-224.

11. Сборник современных технологий хлебобулочных изделий / Под общей ред. член-корреспондента д-ра эконом. наук, профессора А.П. Косована. ГНУ ГОСНИИ хлебопекарной промышленности. М., 2008. 272 с.

12. Влияние ИК-обработки на свойства водно-мучной суспензии зерна гороха и полученного из него продукта / В.Я. Черных, В.В. Кирдяшкин, И.А. Панфилова, М.А. Ширшиков // Хлебопродукты, 2001. № 3. С. 34-35.

13. Измерения вязкости крахмального геля крупы и хлопьев из зерна пшеницы при ИК-обработке / В.Я. Черных, В.В. Кирдяшкин, И.В. Матюшкина, М.А. Ширшиков // Хлебопродукты, 2001. № 4. С. 24-26.

14. Халафян А.А. STATISTICA 6.0. Статистический анализ данных: учебник. 3-е изд. М.: ООО «Бином-пресс», 2007. 512 с.

REFERENCES

1. Tekhnologiya pererabotki zerna (mukomolnoe, krupyanoie i kombikormovoe proizvodstvo) / Pod red. d-ra tekhn. nauk, professora Ya.N. Kupritsa. M.: Kolos, 1965. 504 s.

2. Chebotarev O.N., Shazzo A.Yu., Martynenko Ya.F. Tekhnologiya muki, krupy i kombikormov. M.: MarT, 2004. 688 s.

3. Khlebopekarnye svoystva kompozitnykh smesey muki iz zerna pshenitsy i polby / N.S. Sanzharovskaya, N.V. Sokol, O.P. Khrapko, K.S.O. Mamedov, N.N. Romanova // Novye tekhnologii, 2018. № 3. S. 60-65.

4. Nesterenko I.K., Anisimova L.V. Issledovanie khlebopekarnykh svoystv smesi iz pshenichnoy muki pervogo sorta i yachmennoy muki // Vestnik Altayskoy nauki, 2015. № 1 (23). S. 322-327.

5. Anisimova Ya.V., Nechaeva I.Yu., Soltan O.I.A. Issledovanie khlebopekarnykh svoystv smesey iz pshenichnoy muki pervogo sorta i ovseyanoy muki // Gorizonty obrazovaniya, 2017. № 19. S. 4-8.

6. Tkhozeplova F.Kh., Akhmetova M.A. Razrabotka tekhnologii khlebobulochnykh izdeliy s ispolzovaniem risovoy muki // Selskokhozyaystvennoe ispolzovanie i prodovolstvennaya bezopasnost: Materialy IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy pamyati Zasluzhennogo deyatelya nauki RF, KBR, Respubliki Adygeya, professora B.Kh. Fiapesheva, 2018. S. 182-186.

7. Dubtsov G.G. Proizvodstvo natsionalnykh khlebnykh izdeliy. M.: Agropromizdat, 1991. 141 s.

8. Shmalko N.A., Romashko N.A., Chalova I.A. Khlebobulochnye izdeliya s amarantovoy mukoy // V mire nauchnykh otkrytiy, 2010. № 2 (08). Ch. 3. S. 83-85.

9. Shmalko N.A., Smirnov S.O. Ispolzovanie amarantovoy krupyanoy muki v retsepture khleba iz smesi rzhanoy i pshenichnoy muki // Novoe v tekhnologii i tekhnike funktsionalnykh produktov pitaniya na osnove mediko-biologicheskikh vozzreniy: Materialy VI Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. Ministerstvo obrazovaniya i nauki RF, FGBOU VO «Voronezhskiy gosudarstvennyy universitet inzhenernykh tekhnologiy». 2017. S. 341-346.

10. Shmalko N.A. Khlebobulochnye izdeliya povyshennoy pishchevoy tsennosti iz rastitelnogo syrya // Khlebobulochnye, konditerskie i makaronnye izdeliya KhKhI veka: Materialy V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii,

posvyashchennoy 100-letiyu so dnya obrazovaniya FGBOU VO "Kubanskiy gosudarstvennyy tekhnologicheskiy universitet". Ministerstvo obrazovaniya i nauki Rossiyskoy Federatsii, FGBOU VO «Kubanskiy gosudarstvennyy tekhnologicheskiy universitet». 2017. S. 220-224.

11. Sbornik sovremennykh tekhnologiy khlebobulochnykh izdeliy / Pod obshchey red. chlen-korrespondenta d-ra ekonom. nauk, professora A.P. Kosovana. GNU GOSNII khlebopekarnoy promyshlennosti. M., 2008. 272 s.

12. Vliyanie IK-obrabotki na svoystva vodno-muchnoy suspenzii zerna gorokha i poluchennogo iz nego produkta / V.Ya. Chernykh, V.V. Kirdyashkin, I.A. Panfilova, M.A. Shirshikov // Khleboprodukty, 2001. № 3. S. 34-35.

13. Izmereniya vyazkosti krakhmalnogo gelya krupy i khlopev iz zerna pshenitsy pri IK-obrabotke / V.Ya. Chernykh, V.V. Kirdyashkin, I.V. Matyushkina, M.A. Shirshikov // Khleboprodukty, 2001. № 4. S. 24-26.

14. Khalafyan A.A. STATISTICA 6.0. Statisticheskiy analiz dannykh: uchebnik. 3-e izd. M.: OOO «Binom-press», 2007. 512 s.

AUTOLYTIC ACTIVITY OF CEREAL FLOUR

N.A. SHMALKO

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072,
e-mail: kafedra-tith@yandex.ru*

The cereal flour differs from baking flour in specific technological properties, including in some cases the lack of the ability to form gluten. Autolytic activity of such raw materials due to a special technology for producing cereals and removing anatomical parts is determined not so much by the activity of amylolytic enzymes that cleave starch to low-molecular dextrans and oligosaccharides, but is determined by the degree of autolysis of starch and the accumulation of water-soluble substances during heating of water-flour suspensions. The quality of cereal products can be determined based on instrumental evaluation of flour samples by the standard method of falling number, implemented in the conditions of in-plant control. As improvers amylolytic activity of cereal flour should be considered grain products and their compositions, determining the receipt of phenomenological forecasting model cooking properties of the finished product.

Keywords: cereal flour, technological properties, amylolytic activity, grain products.