

КОСОВАН А.П., академик Россельхозакадемии,
ПОЛАНДОВА Р.Д., д-р техн. наук, профессор ГНУ ГОСНИИХ.Лебопекарной промышленности РАСХН
г. Санкт-Петербург

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБА

В статье представлены основные направления научной деятельности ГНУ ГОСНИИХ.Лебопекарной промышленности РАСХН, описаны инновационные технологии производства хлеба, проблемы и результаты их внедрения в условиях хлебозаводов и пекарен, пути улучшения качества готовых изделий из муки с пониженными хлебопекарными свойствами, повышенной микробиологической загрязненностью. Рассмотрены приоритетные направления расширения ассортимента хлебобулочных изделий для специального, профилактического и лечебного питания.

Ключевые слова: технология хлеба, пшеничная мука, хлебобулочные изделия, закваска, дрожжи, хлебозавод, пекарня, микробиологическая безопасность, биохимические процессы, улучшители.

In the article basic directions scientific activity of GNU Gosniikhlebopekarnoy are presented to industry of RASKHN, innovative technologies of production of bread, problems and results of their introduction, are described in the conditions of bread-baking plants and bakeries, ways of improvement of quality of the finished products from a flour with the lowered bakery properties, promoted microbiological muddiness. Priority directions of expansion of line of bakery products are considered for the special, prophylactic and medical feed.

Keywords: technology of bread, wheat flour, bakery wares, ferment, yeasts, bread-baking plant, bakery, microbiological safety, biochemical processes, good additions.

В современных условиях создание новых высокоэффективных технологий хлеба связано с необходимостью решения проблемы качества продукции в условиях дискретной работы предприятий: при переработке сырья (муки) с пониженными свойствами, в регионах экологического неблагополучия, производства изделий с удлиненными сроками хранения, диетического назначения для профилактического и лечебного питания,

Основой разработанных новых технологий хлебобулочных изделий из пшеничной и ржаной муки являются выявленные концептуальные подходы, взаимосвязанные с биохимическими и технологическими свойствами сырья, интенсивностью микробиологических процессов при тестоприготовлении, реологическими свойствами тестовой системы, качеством конечного продукта.

В настоящее время разработаны и внедряются в промышленности новые технологии хлеба из пшеничной муки. Интенсивная «холодная» технология хлебобулочных изделий характеризуется применением взаимосвязанных элементов интенсивного замеса теста, ферментативноактивных или активированных дрожжей, комплексных улучшителей, пониженной температуры теста (27...28 °С), отсутствием брожения теста в массе. Технологии пшеничного хлеба на заквасках с направленным культивированием микроорганизмов — молочнокислых бактерий, пропионовых бактерий, дрожжей и других видов культур, отличающихся высокими биосинтетическими, бактерицидными, пробиотическими свойствами. В заквасках оптимизированного микробиологического состава продуцируются витамины, антибиотические вещества, органические кислоты и другие БАВ. К настоящему времени разработаны и используются в промышленности концентрированная молочнокислая закваска — КМКЗ (с культивированием МКБ — *L. plantarum*, *L. brevis*, *L. fermenti*, *L. casei*), пропионовокислая (на основе пропионовых бактерий), витаминная (на основе каротинсинтезирующих дрожжей), ацидофильная закваска (на высокопродуктивных штаммах

молочнокислых бактерий, выделенных из биомолочных продуктов) и др.

В связи с работой хлебозаводов и пекарен в 1-2 смены разработаны дискретные технологии пшеничных заквасок — пропионовокислой и ацидофильной.

Особое значение имеют пропионовокислые закваски для повышения микробиологической безопасности хлеба. Для их приготовления используются чистые культуры пропионовых бактерий, синтезирующие пропионовую, муравьиную, уксусную кислоты, а также антибиотический полипептид — пропионин — ингибиторы споровых бактерий и плесеней.

К закваскам относится получившая признание в промышленности технология жидких дрожжей, (по «рациональной схеме») разработанная в 1932 году проф. Островским А.И. и включающая стадии приготовления осаживаемой заварки, заквашенной термофильными МКБ заварки и выращивания на ней дрожжей. Для повышения биотехнологических свойств жидких дрожжей с целью улучшения состава питательной среды использованы белоксодержащие продукты (соевая мука), минеральные соли: (K_2HPO_4) , $(NH_4)_2 SO_4$, $CaSO_4$, $MgSO_4$ и др. В современных условиях хлебопекарные предприятия в основном работают в одно-, двухсменном режиме с перерывами до 8-16 ч., при этом проблемой является сохранение биотехнологических свойств жидких дрожжей и стабилизация качества хлеба.

С этой целью разработана дифференциальная технология приготовления жидких дрожжей на основе рациональной схемы Островского А.И., в которой оптимизированы биохимический состав питательной среды, соотношения заквашенной и осаживаемой заварки, а также жидких дрожжей; создана математическая модель технологического процесса, описывающая совокупность микробиологических и биохимических процессов при различной продолжительности выращивания дрожжей.

Пшеничный хлеб на жидких дрожжах по разработанной технологии сохраняет свежесть мякиша после хранения в течение 48 ч., не заболевает картофельной болезнью, характеризуется хорошими органолептическими показателями (запах, структура мякиша, вкус).

Технологии пшеничного хлеба из муки с пониженными свойствами.

На хлебопекарных предприятиях России ежегодно перерабатываются значительные объемы муки с пониженными свойствами: пониженным содержанием и качеством клейковины (слабой, короткорвущейся), повышенной или пониженной ферментативной активностью, с примесью муки из зерна проросшего, поврежденного клопом-черепашкой, морозобоинного, выращенного в условиях высоких температур.

Для улучшения качества хлебобулочных изделий из муки с пониженными свойствами разработаны комплексные технологии (взамен используемых отдельных технологических мероприятий, методов, средств). В технологиях в зависимости от качества исходного сырья используются вышеуказанные способы приготовления теста, в том числе с оптимизированными параметрами тестоприготовления (тем-

пература, влажность, продолжительность брожения, кислотность и др.), закваски определенного микробиологического состава или другие кислотосодержащие полуфабрикаты, а также комплексные улучшители целевого назначения.

В ГОСНИИХП получила развитие методология формирования композиционного состава комплексных улучшителей целевого назначения, содержащих несколько добавок различной природы и принципа действия, обеспечивающих синергизм их действия в тестовой системе. К ним относятся: улучшители окислительного действия (аскорбиновая кислота, пероксид Са и др.), поверхностно-активные вещества (моноглицериды лимоннокислые и др.), ферментные препараты (амилаза, протеаза, липаза, глюкоамилаза, глюкозооксидаза и др.), минеральные соли (уксуснокислый кальций, фосфаты) и др. Для стабилизации свойств компонентов в смеси вводятся наполнители (сахар, мука пшеничная и др.).

Отечественные комплексные улучшители разрабатываются с учетом особенностей технологий, ассортимента хлебобулочных изделий, качества сырья, микробиологического состояния и других факторов.

В настоящее время актуальным является решение проблемы повышенной микробиологической загрязненности пшеничной муки споровыми бактериями, вызывающими поражение хлеба «картофельной болезнью». Исследованиями установлена высокая степень обсемененности спорами бактерий муки с низкими хлебопекарными свойствами, влияние на обсемененность муки неблагоприятных экологических условий, нерациональное использование удобрений, снижение устойчивости и целостности зерна и др., нарушения санитарного и технологического режимов хранения и переработки зерна. Показана взаимосвязь между развитием «картофельной болезни» хлеба и плесневением хлебобулочных изделий.

Для предотвращения «картофельной болезни» хлеба разработаны «барьерные» технологии на заквасках, из которых эффективной является пропионовокислая закваска. В зависимости от степени обсемененности муки и ферментативной активности спорных бактерий разработаны технологии с использованием жидких дрожжей, ацидофильной закваски, комплексных улучшителей с кислотосодержащими добавками (пропионатами, ацетатом кальция) и др.

Технологии хлебобулочных изделий с удлинёнными сроками хранения.

Расширение производства хлебобулочных изделий в упакованном виде с удлинёнными сроками хранения обусловлено необходимостью повышения продовольственной безопасности продукции, снабжения населения зон экологического неблагополучия, отдаленных регионов, в условиях техногенных катастроф, кризисных и аварийных ситуаций.

Для решения проблемы качества такой продукции разработаны:

— способ приготовления теста на охлажденном дрожжевом полуфабрикате, обеспечивающий улучшение качества и микробиологическую устойчивость хлеба при хранении;

— комплексные улучшители для предотвращения «картофельной болезни» хлеба — снижения черствения мякучи при хранении;

— технологии, методы, средства повышения микробиологической чистоты хлебобулочных изделий с применением пропионовокислой закваски и обработка поверхности изделий озоном, УФ-излучением и др.;

— способы охлаждения и упаковки хлебобулочных изделий;

— мероприятия по повышению экологического состояния производства.

К технологиям хлеба длительного хранения, разработанным в ГОСНИИХП, относятся технологии на основе замороженных полуфабрикатов: — тестовых заготовок после разделки и формовки; тестовых заготовок после расстойки; замороженных полуфабрикатов высокой степени готовности (75 % выпечки); готовых после выпечки изделий.

Приоритетным направлением исследований, проводимых в ГОСНИИХП, является создание технологий и ассортимента диетических хлебобулочных изделий для профилактического и лечебного питания.

К настоящему времени институтом разработан широкий ассортимент хлебобулочных изделий для здорового питания с целью профилактики снижения риска заболеваний наиболее распространенных видов болезней — гипертонии, атеросклероза, сердечно-сосудистых, ожирения, а также повышения иммунитета, защиты организма от неблагоприятного воздействия окружающей среды.

В рецептуру изделий включены: различные зернопродукты, сырье с пищевыми волокнами, радиопротекторными компонентами, пектины, витаминно-минеральные препараты, белоксодержащие обогатители (соевые, молочные продукты), биоактивированные продукты (на основе пророщенной пшеницы, ржи, сои). Особую группу составляют изделия для лечебного питания, которые отличаются направленно измененным химическим составом, соответствующим потребностям больного организма. Фундаментальные исследования, проведенные при создании функциональных хлебобулочных изделий, позволили сформулировать основные концептуальные положения, включающие:

— оптимизацию состава компонентов рецептур, в наибольшей степени соответствующего медико-биологическим требованиям к таким продуктам;

— разработку технологий, обеспечивающих улучшение качества, потребительских свойств изделий, их микробиологическую безопасность, биоусвояемость и снижение потерь вводимых пищевых ингредиентов.

При этом определены два основных направления развития технологий диетических хлебобулочных изделий в зависимости от вида и дозировок пищевых добавок:

1) технологии изделий с пищевыми ингредиентами в дозировках от 3 % до 20...30 % (отруби, различные зернопродукты, соевая мука др.);

2) технологии с микронутриентами (микродобавками) — витаминами, минеральными веществами и др.

По первому направлению разработаны технологии, обеспечивающие улучшение качества продукции, потребительских свойств (объем, структура пористости и т.д.), в результате снижения отрицательного влияния добавок (например, отрубей, соевой муки) несовместимых по своим функциональным свойствам с белково-углеводными компонентами муки, а также повышающих микробиологическую чистоту хлеба.

Так, разработаны технологии хлеба с соевой мукой, с введением соевых продуктов на последней стадии замеса теста с целью сокращения длительности контактирования с белками пшеничного теста.

Для снижения отрицательного влияния различных зернопродуктов (отруби, крупа пшеничная дробленая, мука ячменная, овсяная, кукурузная и др.) разработаны техноло-

гии на полуфабрикатах, в которых происходят биохимические преобразования вводимых компонентов. Например, предварительное ферментирование отрубей в заквасках с молочнокислыми и пропионовыми бактериями приводит к снижению микробиологической загрязненности (содержание спорных бактерий снизилось в 4 раза), накоплению органических кислот (молочной кислоты), улучшению технологических свойств отрубей в результате расщепления их структурных компонентов до низкомолекулярных веществ, участвующих в биохимических и микробиологических процессах и положительно влияющих на свойства теста и качество хлеба. При применении микродобавок (витамины, минеральные вещества и др.) разработаны технологии, повышающие биоусвояемость микронутриентов, либо снижающие их потери в процессе тестоприготовления.

Приоритетным направлением исследований, проводимых в настоящее время, является разработка технологий и ассортимента хлебобулочных изделий диабетического назначения и для детского питания.

Сахарный диабет представляет серьезную медико-социальную проблему, обусловленную значительной распространенностью заболевания, неуклонным ростом числа больных. По данным Международной Федерации диабета в мире насчитывается 246 млн. больных сахарным диабетом.

Одним из важнейших методов лечения и предупреждения этого заболевания является диетотерапия, которая включает такие требования, как использование в рационе питания углеводсодержащих продуктов с низким гликемическим индексом, повышение доли белковых веществ, умеренное потребление жиров: ограничение насыщенных жиров и увеличение доли полиненасыщенных жирных кислот, повышенное потребление кальция. В соответствии с этими требованиями разработана технология хлебобулочных изделий с использованием в качестве рецептурного компонента диабетических смесей на основе ячменной, гречневой, гороховой муки и др., позволяющая снизить доступность крахмала хлебобулочных изделий для процесса переваривания, и тем самым замедлить процесс абсорбции глюкозы. Клинические испытания хлебобулочных изделий, приготовленных по разработанной рецептуре и технологии, показали низкий гликемический индекс этого продукта (55,5 %).

На основе проведенных исследований разработана документация на смеси диабетического назначения и хлебобулочные изделия из них.

В настоящее время выявлены значительные нарушения в структуре питания детей и подростков. В их рационе, прежде всего, отмечается недостаток белка, дефицит полиненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон, микронутриентов — витаминов, минеральных веществ и микроэлементов. Наиболее острой проблемой адекватной обеспеченности детей является дефицит таких микронутриентов, как витамин С, железо, кальций, йод, фолиевая кислота, недостаток которых отрицательно сказывается на физическом развитии детей и подростков, способствует постепенному развитию хронических заболеваний.

В ГОСНИИХП разработаны сорта хлебобулочных изделий, обогащенные дефицитными для детского организма микронутриентами — кальцием, железом, витаминами, а также белками.

К инновациям относится применение кисломолочных продуктов — кефир, творог, сыр и др., являющихся источниками дефицитных в детском питании белка и кальция.

Для обогащения хлебобулочных изделий витаминами до уровня, установленного СанПиН 2.3.2.1078-01 «Продукты для питания дошкольников и школьников», был изучен химический состав ряда натуральных обогатителей (мука крупяных культур, овощные порошки, мука и хлопья из зародышей пшеницы и др.), который показал целесообразность применения совместно с кефиром хлопьев из зародышей пшеницы (ТУ 9295-019-81053159-2008 «Зародыши пшеничные пищевые»).

Применение кефира и хлопьев из зародышей пшеницы в определенных дозировках повышало содержание белка на 22 %, железа — на 6 %, кальция — на 58 %, витаминов: В₁ — на 50 %, В₂ — на 100 % по сравнению с контрольным образцом без добавок.

Изделия, приготовленные по разработанной технологии с кефиром и хлопьями из зародышей пшеницы, отличались повышенной микробиологической чистотой. Развитие «картофельной болезни» задерживалось на 5 суток (контроль без добавок, через 48 ч.).

На основании проведенных исследований разработаны рецептуры и технологии хлебобулочных изделий из пшеничной муки первого сорта для питания детей школьного возраста. Внедрение приведенных выше результатов научных исследований позволило бы существенно повысить эффективность работы хлебопекарной промышленности России.

Основная системная проблема заключается в том, что научные результаты в отрасли хлебопечения, даже европейского уровня, не находят широкого применения на предприятиях из-за отсутствия реальной инновационной системы, а также вследствие общей низкой восприимчивости к инновациям в промышленности.

Нужен активный поиск оптимальных решений, которые бы придали новый импульс развитию отраслевой науки и усилению инновационной трансформации хлебопекарной отрасли. Для этого необходимо: -первое — усовершенствовать механизмы государственного содействия коммерциализации результатов научных исследований и экспериментальных разработок; -второе — стимулировать труд ученых, предоставив им право на получение части прибыли от коммерческого использования их открытий; -третье — ввести в практику государственное стимулирование научно-исследовательской деятельности и стимулирование вовлечения в хозяйственный оборот объектов интеллектуальной собственности.

Перманентное сближение науки и бизнеса сформирует универсальную коммуникативную среду практического взаимодействия ученых и специалистов. При этом активная инновационная стратегия получит возможность выбора наиболее перспективных проектов и базисных инноваций, которые впоследствии создадут предпосылки для отраслевого применения.

Из этого следует, что в нынешний век основой прогресса в важнейшей пищевой отрасли будут не просто нововведения, а фундаментальная наука и результаты коммерциализации научных разработок. Сопряжение отраслевого научного потенциала и финансовых ресурсов бизнеса — реальный путь достижения наилучших экономических показателей.

Поступила 01.2010