

УДК [66+574](07):061.3(042.3)

**Э. А. ТУР, В. А. ГРОМАДА, И. С. НИКОЛАЙЧИК**  
Беларусь, Брест, БрГТУ

**ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ  
ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА В РАМКАХ  
ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ  
ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ»**

В учреждении образования «Брестский государственный технический университет» студенты машиностроительного факультета обучаются по специальности «Машины и аппараты пищевых производств». На третьем курсе (пятый учебный семестр) они изучают дисциплину «Технология переработки зернового сырья». Данная дисциплина является одной из основных профильных. К этому моменту студентами освоен учебный материал дисциплин «Химия», «Основы экологии», «Процессы и аппараты пищевых производств» и «Безопасность жизнедеятельности человека», который служит фундаментом для понимания закономерностей и особенностей пищевых технологий. В основе получения и хранения пищевых продуктов и сырья для их производства лежат физико-химические и химические процессы, понимание и раскрытие которых базируется на фундаментальных законах химии и экологии [1; 2].

Целью изучения дисциплины «Технология переработки зернового сырья» при подготовке инженеров по специальности 1-36 09 01 «Машины и аппараты пищевых производств» является получение глубоких знаний в области химического состава зернового сырья, взаимодействия различных компонентов, которые определяют все технологические процессы и качество готовой продукции, технологии хлебопекарного производства на базе теоретических основ физических, химических, биохимических процессов; выбора оптимальных условий процессов производства с учетом новых достижений науки и техники [1; 3]. Важнейшим разделом дисциплины является изучение основ хлебопекарного производства.

Огромное значение имеют теоретические основы физико-химических процессов, происходящих при замесе и брожении теста, а также выпечке тестовых заготовок. Важно также грамотно производить оценку всех пока-

зателей готового продукта. Органолептические показатели определяют при осмотре, дегустации хлеба и хлебобулочных изделий. При этом оценивают внешний вид хлеба, состояние мякиша, вкус и запах. Внешний вид определяют по состоянию поверхности, форме, окраске.

Для многих видов изделий нормируется также толщина корок. Состояние мякиша оценивают пропеченностью, пористостью, эластичностью. Вкус и запах хлеба должны быть специфическими, свойственными данному сорту, без посторонних привкусов и запахов. Физико-химические показатели качества хлеба характеризуют строгое соблюдение рецептуры и ведения технологического процесса. К ним относятся влажность, кислотность и пористость. Влажность хлеба и хлебобулочных изделий зависит от вида и сорта муки, рецептуры и способа выпечки. Влажность мякиша пшеничного хлеба из сортовой муки составляет 38–42 %, из обойной муки – 45–47 %, влажность булочных изделий – от 32 до 37 %. Ржаной хлеб более влажный (46–50 %). Кислотность характеризует вкусовые достоинства хлеба, выражается градусами Неймана (°Н). Под градусом кислотности понимают объем в кубических сантиметрах раствора молярной концентрации 1 моль/дм<sup>3</sup> щелочи, необходимый для нейтрализации кислот, содержащихся в 100 г изделия. Кислотность пшеничного хлеба составляет 2,5–4 °Н, ржаного –7–12 °Н. Пористость хлеба – это процентное отношение объема пор к общему объему мякиша. Пористость сортового пшеничного хлеба составляет 63–68 %, ржаного – 44–50 % [4].

Для получения теста нужной консистенции и остальных исходных свойств необходимо, чтобы сырье, из которого оно будет замешано, было подготовлено. Важным требованием при этом является необходимость получения теста с температурой 28–32 °С, при которой процессы брожения начнутся сразу и будут идти в оптимальном режиме.

Подготовка муки включает подогревание муки до температуры 10–20 °С, просеивание ее через контрольные сита, пропуск через магнитные аппараты и смешивание. Для получения заданной температуры теста (28–32 °С), обеспечивающей активную деятельность дрожжей, температуру воды при замесе устанавливают с учетом температуры муки по специальным формулам. В зависимости от выпекаемого ассортимента хлебобулочных изделий количество воды в тесте колеблется от 35–40 до 72–75 % к массе муки. Соль перед замесом теста предварительно растворяют, а полученный раствор фильтруют. Дрожжи сухие и пресованные перед употреблением активизируют – разводят их в жидкой питательной среде, состоящей из воды, муки, солода или сахара, а иногда и других добавок, и выстаивают в течение 30–90 минут.

Этап приготовления теста включает следующие операции: дозирование сырья, замес теста, брожение теста, обминки. Необходимое количество

компонентов для образования теста в хлебопечении исчисляются на 100 кг муки, что соответствует их выражению в процентах от массы муки. Эти рецептуры приводятся в специальных технологических справочниках.

На основании утвержденной рецептуры лаборатория хлебозавода составляет производственную рецептуру, в которой указывается количество муки, воды и другого сырья с учетом применяемой на данном предприятии технологии и оборудования, а также технологический режим приготовления изделий (температура, влажность, кислотность полуфабрикатов, продолжительность брожения и другие параметры).

Замес теста – это перемешивание сырья, предусмотренного рецептурой, до получения однородной гомогенной массы, обладающей определенными реологическими свойствами (упругостью, вязкостью, пластичностью). При замесе теста определенное количество муки, воды, солевого раствора и другого сырья в соответствии с рецептурой отмеривают с помощью дозирующих устройств в емкость тестомесильной машины, рабочий орган которой перемешивает компоненты в течение заданного времени. Традиционные способы приготовления пшеничного хлеба – опарный и безопарный. У каждого способа свои преимущества и недостатки. При более длительном и двухступенчатом процессе брожения (опарный способ) улучшаются пластические свойства теста, более полно проходит гидролиз компонентов муки, накапливаются вещества, придающие вкус и аромат хлебу. Корки хлеба при этом получаются лучше окрашенными и гладкими. Однако при опарном способе требуется больше оборудования, особенно дежей или других емкостей брожения. Удваивается и число операций, связанных с дозированием сырья и замесом опары, а затем и теста. Потери сухого вещества муки при этом способе несколько больше, что уменьшает выход хлеба на 0,5 %.

При брожении теста происходят микробиологические, биохимические, коллоидные и физические процессы, которые приводят его в состояние оптимальное для разделки и выпечки. Улучшению свойств теста из сильной муки и ускорению набухания белков способствует обминка – повторное кратковременное (1–2 мин.) перемешивание теста с целью удаления продуктов брожения (главным образом диоксида углерода) и улучшения структуры теста. Обминка теста из слабой муки, наоборот, ухудшает его свойства, т. к. ускоряет разрушение и без того ослабленной структуры набухших белков теста.

Разделку теста осуществляют с целью получения тестовых заготовок заданной массы. Она включает следующие операции: деление теста на куски, округление кусков, предварительную расстойку, формование и окончательную расстойку. Выпечка – заключительный этап приготовления хлеба. Ее проводят в печах различных конструкций при температуре в пекарной камере в зависимости от вида изделий от 200 до 280 °С. Выпе-

кают хлеб на поду и в формах. При выпечке в тесте и будущем хлебе протекают разнообразные теплофизические, коллоидные, микробиологические и биохимические процессы.

При выпечке хлеба происходят потери массы изделий в результате упека. Упек хлеба – это потери массы изделий при выпечке за счет частичного испарения из теста воды и продуктов брожения (спиртов, летучих кислот, альдегидов, диоксида углерода). Упек составляет 6–14 % и зависит от массы и вида изделий, режима выпечки. Упек, прежде всего, происходит в результате потери влаги и некоторых летучих веществ при образовании корки. Содержание корки (в % к массе изделия) составляет 20–40 %. Чем меньше масса изделия, чем продолжительнее процесс выпечки, тем выше процентное содержание корки и соответственно упек.

Усушка – это уменьшение массы хлеба при остывании и хранении за счет испарения влаги с поверхности корки в окружающую среду. Усушка выражается в процентах. Между величинами упека и усушки хлеба существует обратная зависимость. Чем больше упек, тем меньше усушка, и наоборот. Подовый хлеб, как правило, имеет упек более высокий, чем формовой хлеб той же массы. Вследствие этого усушка формового хлеба больше по сравнению с подовым.

Наряду с теоретическими основами, излагаемыми в лекционном курсе, большое значение имеет лабораторный практикум. На кафедре инженерной экологии и химии БрГТУ 10 лет назад создана и успешно функционирует учебная лаборатория для изучения органолептических и физико-химических показателей различных пищевых продуктов, а также растительного и животного сырья для студентов специальности «Машины и аппараты пищевых производств» (рисунок).



Рисунок – Лаборатория технологии пищевых производств в БрГТУ

Приобретение университетом хлебопекарного лабораторного комплекса позволило расширить поле деятельности студентов, углубить их знания по технологии выпечки хлеба. Целью разработанных и внедренных в учебный процесс лабораторных работ по технологии хлебопекарного производства являлось приобретение навыков замеса, разделки теста, выбора режимов расстойки и выпечки; освоение методик оценки качества готовых изделий [1; 4]. На лабораторных работах по технологии хлебопекарного производства студенты изучают технологию замеса и выпечки хлебулочных изделий. Лабораторные занятия при изучении дисциплины помогают закрепить лекционный материал, позволяют студентам приобрести навыки самостоятельной исследовательской работы и обработки результатов эксперимента.

Студенты успешно осваивают теоретические знания важнейших законов современных технологий переработки зернового сырья, учатся анализировать и систематизировать данные, получаемые в ходе технологического эксперимента; развивают навыки самостоятельной работы, нацеленные на приобретение новых знаний, необходимых для будущей профессиональной деятельности [5].

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тур, Э. А. Химические аспекты изучения хлебопекарного производства в рамках дисциплины «Технология пищевых производств» / Э. А. Тур, В. Н. Бурдиловский // Менделеевские чтения – 2021. : сб. материалов Респ. науч.-практ. конф. по химии и хим. образованию, Брест, 26 февр. 2021 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: Э. А. Тур, Н. Ю. Колбас, Н. С. Ступень ; под общ. ред. Н. Ю. Колбас. – Брест : БрГУ, 2021. – С. 197–202.

2. Тур, Э. А. Содержание лабораторного практикума по исследованию органолептических и физико-химических показателей молока в рамках дисциплины «Технология пищевых производств» / Э. А. Тур, Л. Н. Дудар, М. О. Михалюк // Менделеевские чтения – 2019 : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. по химии и хим. образованию, Брест, 22 февр. 2019 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. Н. Ю. Колбас. – Брест : БрГУ, 2019. – С. 252–257.

3. *Технология пищевых производств* / Л. П. Ковальская [и др.] ; под ред. Л. П. Ковальской. – М. : Колос, 1999. – 752 с.

4. Добромирова, В. Ф. Анализ качества пищевых продуктов. Лабораторный практикум. / В. Ф. Добромирова, Н. Г. Кульнева, Ю. И. Зелепукин. – Воронеж : Воронеж. гос. технол. акад., 2000. – 83 с.