

С.Я. Корячкина
Н.А. Березина
Е.В. Хмелёва

**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ
СЫРЬЯ, ПОЛУФАБРИКАТОВ
И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ.
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
СВОЙСТВ ПОЛУФАБРИКАТОВ
ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА**



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ – УЧЕБНО-НАУЧНО-
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС»

С.Я. Корячкина, Н.А. Березина, Е.В. Хмелёва

**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ СЫРЬЯ,
ПОЛУФАБРИКАТОВ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ.
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ
ПОЛУФАБРИКАТОВ ХЛЕБОПЕКАРНОГО
ПРОИЗВОДСТВА**

Рекомендовано ФГОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК»
для использования в учебном процессе в качестве
учебно-методического пособия для высшего
профессионального образования

Орел 2011

УДК 664.64.016 (075)

ББК 36.83 - я17

К70

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент кафедры
«Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства»
Федерального государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Государственный университет – учебно-научно-
производственный комплекс»

Г.А. Осипова,

доктор технических наук, профессор кафедры
«Профессиональное обучение»
Государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Орловский государственный университет»

А.И. Шилов

Корячкина, С.Я.

К70

Методы исследования свойств сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. Методы исследования свойств полуфабрикатов хлебопекарного производства: учебно-методическое пособие для высшего профессионального образования / С.Я. Корячкина, Н.А. Березина, Е.В. Хмелёва. – Орел: ФГОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2011. – 49 с.

В учебно-методическом пособии представлены общепринятые методы контроля полуфабрикатов хлебопекарного производства: органолептическая оценка, определение содержания влаги, углеводов, спирта, летучих кислот, оценка бродильной активности и реологических свойств. Данное пособие представляет единое целое с теоретическим курсом по дисциплинам : «Технология хлеба», «Технохимический контроль хлебопекарного производства», «Биотехнологические основы хлебопекарного производства» и является важной составной частью учебной программы по подготовке квалифицированных специалистов для пищевой промышленности.

Предназначено студентам вузов, обучающимся по специальности 260202 «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий», для подготовки бакалавра техники и технологии и магистра техники и технологии по направлению 260100 «Технология продуктов питания», а также может быть использовано для научной работы студентов и аспирантов.

УДК 664.64.016 (075)

ББК 36.83 - я17

© ФГОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2011

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение..... | 5 |
| 1. Отбор проб и органолептическая оценка полуфабрикатов | 6 |
| 2. Определение температуры полуфабрикатов..... | 7 |
| 3. Определение массовой доли влаги полуфабрикатов..... | 8 |
| 3.1. Определение массовой доли влаги в сушильном шкафу | 8 |
| 3.2. Определение массовой доли влаги ускоренным методом | 9 |
| 4. Определение кислотности полуфабрикатов | 12 |
| 4.1. Определение титруемой кислотности | 12 |
| 4.2. Определение активной кислотности | 13 |
| 5. Определение подъемной силы полуфабрикатов методом «шарика»..... | 16 |
| 6. Определение газообразующей способности заквасок | 18 |
| 7. Определение бродильной активности микроорганизмов в пшеничных и ржаных полуфабрикатах..... | 19 |
| 7.1. Определение бродильной активности по скорости газообразования | 19 |
| 7.2. Определение активности микроорганизмов по изменению окраски метиленового синего | 21 |
| 7.3. Микроскопирование жидких дрожжей | 22 |
| 8. Определение содержания углеводов в полуфабрикатах..... | 24 |
| 8.1. Определение содержания углеводов в ржаных и пшеничных заварках..... | 24 |
| 8.2. Рефрактометрическое определение редуцирующих сахаров в заварках..... | 25 |
| 8.3. Экспрессный метод внутрипроизводственного контроля содержания углеводов по анализу теста | 26 |
| 9. Определение содержания спирта в полуфабрикатах | 30 |
| 10. Определение количества отмываемой клейковины в полуфабрикатах | 35 |
| 11. Определение содержания летучих кислот в полуфабрикатах..... | 36 |
| 11.1. Определение летучих кислот методом отгонки..... | 36 |
| 11.2. Определение летучих кислот в полуфабрикатах и хлебе из ржаной обойной муки..... | 39 |
| 12. Определение реологических свойств полуфабрикатов..... | 41 |
| 12.1. Определение реологических свойств полуфабрикатов на приборе «Реотест» | 41 |

| | |
|--|----|
| 12.2. Определение предельного напряжения сдвига теста на приборе Структурометр СТ-1М..... | 45 |
| 12.3. Определение адгезионного напряжения теста на приборе Структурометр СТ-1М..... | 46 |
| Литература..... | 48 |

ВВЕДЕНИЕ

Выработка хлебобулочных изделий высокого качества – одна из основных задач хлебопекарной промышленности. Важным звеном решения этой задачи является контроль качества полуфабрикатов производства.

Производственный контроль осуществляют работники лабораторий хлебопекарных предприятий, которые находятся в непосредственном контакте с производством и в то же время выполняют аналитическую работу с использованием наиболее эффективных биохимических, микробиологических и физико-химических методов.

Систематический и правильно организованный контроль производства дает возможность следить за качеством сырья, полуфабрикатов и готовых изделий, не допускать отклонений физико-химических свойств выпускаемых изделий и позволяет обеспечить выпуск продукции, отвечающей требованиям технической документации.

Данное учебное пособие является важной составной частью учебной программы по подготовке квалифицированных специалистов для пищевой промышленности.

В основу пособия положены общепринятые и новые методы контроля качества полуфабрикатов хлебопекарного производства.

1. ОТБОР ПРОБ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЛУФАБРИКАТОВ

Проба полуфабрикатов, отбираемая для качественной оценки, должна представлять собой средний образец данного полуфабриката, приготовленного в одном цехе, по единой рецептуре и с определенной длительностью брожения.

При приготовлении теста в агрегатах непрерывного действия пробу для определения влажности отбирают на выходе теста из тестомесильной машины, для определения конечной кислотности – на выходе из бродильной емкости в тестоспуск.

Если тесто приготавливается в дежах, пробу отбирают из одной какой-либо дежи, в 3 – 5 различных по ширине и глубине местах – всего около 100 г.

Отобранную пробу тщательно перемешивают.

При отборе средней пробы заварки и жидких дрожжей всю массу полуфабриката в деже или чане предварительно тщательно размешивают. Среднюю пробу жидких дрожжей, жидкого полуфабриката отбирают из середины дежи или чана при помощи специального пробника, сделанного по принципу обычных пробников для отбора средней пробы жидкостей.

Органолептическую оценку полуфабриката следует производить не по среднему образцу, отобранному для анализа, а непосредственно в цехе при отборе средней пробы, осматривая всю массу полуфабриката.

Качество заквасок, опар и теста органолептически оценивают по следующим показателям:

- состояние поверхности (выпуклая, плоская, осевшая, заветренная, в мелкой сеточке и др.);
- степень подъема и разрыхленности;
- консистенция (слабая, крепкая, нормальная) и промес;
- степень «сухости» (влажные, сухие, мажущиеся, липкие, слизистые);
- вкус, цвет, запах.

В заварках отмечают: вкус, цвет, запах, консистенцию, однородность массы (степень промешивания), состояние поверхности (збродившая заварка, нормальная и т. д.).

О качестве жидких дрожжей и заквасок обычно судят по степени активности брожения, консистенции, их вкусу и запаху.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Температуру полуфабрикатов измеряют техническим термометром со шкалой температур до 150 °С с точностью отсчета до 1° или прибором ТТ-1 (рис. 1), дающим возможность замерять температуру от 20 до 85 °С.

При измерении температуры полуфабриката термометр следует погружать в него не менее чем на 15 – 20 см на 2 – 3 мин. Обычно в таких случаях употребляют технические термометры с длинным концом. Для производственного контроля рекомендуется пользоваться специальными небьющимися термометрами в металлической оправе из нержавеющей металла либо термометрами, имеющими на верхнем конце пробку или диск, предохраняющие их от опускания в тесто.

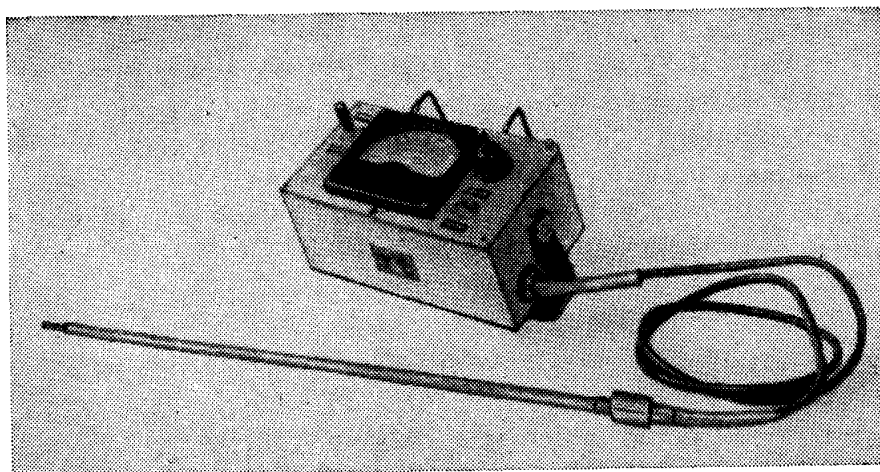


Рис. 1. Прибор для измерения температуры теста

Работа прибора ТТ основана на закономерном изменении омического сопротивления датчика в зависимости от изменения окружающей его температуры. При измерении температуры датчик погружают в тесто, ключ ставят в положение «контроль», и ручку тумблера переключают на температуру 20 – 55 °С. Если стрелка микроамперметра не становится на соответствующую контрольную черту, то, не отпуская ключ, поворачивают ручку регулировочного потенциометра до тех пор, пока стрелка не установится против черты; затем тумблером включают необходимый диапазон измерений. Ключ устанавливают в положение «работа» и производят отсчет показаний. Для получения наименьшей погрешности при отсчете стрелку прибора необходимо совместить с ее зеркальным отражением и соответствующей риской.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ ВЛАГИ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Анализ полуфабрикатов на содержание влаги производят выборочным путем при проверке рецептуры, при контроле выхода хлебобулочных изделий и оценке полуфабрикатов.

По влажности теста обычно судят о влажности мякиша выпеченного из него хлебобулочного изделия. Влажность полуфабрикатов следует определять тотчас же после замеса.

Область применения. Методы определения влажности полуфабрикатов относятся к общепринятым (нестандартным) и устанавливают воздушно-тепловые методы определения влажности.

Сущность методов. Сущность методов заключается в обезвоживании полуфабрикатов в воздушно-тепловом шкафу или на приборах ВНИИХП-ВЧ или ПИВИ-1 при фиксированных параметрах температуры и продолжительности сушки.

Отбор и подготовка проб. При отборе средней пробы на анализ необходимо обращать внимание на однородность полуфабриката и тщательность его промеса в процессе приготовления.

3.1. Определение массовой доли влаги в сушильном шкафу

В зависимости от наличия сушильной аппаратуры применяют следующие методы высушивания:

- в шкафу сушильном электрическом при температуре 105 °С до постоянной массы;

- в шкафу сушильном электрическом при температуре 155 °С в течение 15 мин.

Средства измерений, лабораторное оборудование и материалы:

Шкаф сушильный электрический.

Весы лабораторные с пределом допускаемой погрешности взвешивания $\pm 0,01$ г.

Бюксы металлические с крышками.

Тарированное стекло.

Алюминиевая пластинка.

Чашки Петри.

Эксикатор.

Часы механические с сигнальным устройством.

Проведение испытания. 4 – 5 г полуфабриката (в зависимости от консистенции) наносят тонким равномерным слоем на дно металлического бюкса, тарированное стекло или алюминиевую пластинку со стороны длиной 8 см и взвешивают с точностью до 0,01 г на лабораторных весах. Навеску жидких дрожжей помещают в чашки Петри из центральной части средней пробы во избежание возможных отклонений в результатах из-за испарения с поверхности пробы. В связи с этим же размазывать полуфабрикат по стеклу и взвешивать навеску надо быстрее.

До постоянной массы навеску высушивают в сушильном шкафу при температуре 105 °С около 4 – 5 ч. Определение считают законченным, когда разница между двумя последними взвешиваниями не будет превышать 0,01 г.

При ускоренном методе сушки навеску высушивают на пластинке при температуре 155 °С в течение 15 мин.

Высушенные навески полуфабриката охлаждают в эксикаторе в течение 20 – 25 мин и взвешивают.

Обработка результатов

Влажность полуфабриката (W), % вычисляют по формуле:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m} \cdot 100, \quad (1)$$

где m_1 – масса бюкса (тарированного стекла, алюминиевой пластинки, чашки Петри) с навеской для анализа до высушивания, г;

m_2 – масса бюкса (тарированного стекла, алюминиевой пластинки, чашки Петри) с навеской для анализа после высушивания, г;

100 – коэффициент перевода в проценты.

Влажность определяют параллельно в двух навесках. Конечным результатом считается среднеарифметическое двух определений. Расхождение между параллельными определениями на материале из одной и той же пробы обычно не должно быть более 0,3 %.

3.2. Определение массовой доли влаги ускоренным методом

Определение влажности полуфабрикатов ускоренным методом проводят на приборах ВНИИХП-ВЧ или ПИВИ-1, применяя режимы, приведенные в табл 1.

Таблица 1

Режимы обезвоживания полуфабрикатов

| Полуфабрикаты и материалы | Величина навески, г | Режим обезвоживания | | Расхождения между параллельными определениями, % не более | Примечания |
|---|---------------------|---------------------|-------------------|---|---|
| | | Температура, °С | Длительность, мин | | |
| Тесто и другие полуфабрикаты влажностью до 55 % | 5 | 160 | 5 | 0,3 | Пшеничное тесто можно высушивать без пакетиков, рекомендуется на тарированных листах фольги |
| Полуфабрикаты влажностью выше 55 % (закваски, заварки ржаные и пшеничные) | 5 | 160 | 7 | 0,5 | В первую минуту обезвоживания верхнюю плиту прибора держат приподнятой на 1,5 см |
| Жидкие дрожжи | 1-3 | 160 | 5 | 0,5 | То же |
| Клейковина и другие высокогидратированные коллоидные материалы | 5 | 160 | 10 | 0,5 | |

Средства измерений, лабораторное оборудование и материалы:
Прибор ВНИИХП-ВЧ или ПИВИ-1.

Весы лабораторные с пределом допускаемой погрешности взвешивания $\pm 0,01$ г.

Бумага газетная или ротаторная.

Секундомер.

Эксикатор.

Проведение испытания. Прибор нагревают до температуры 160 °С. Материал обезвоживают в предварительно заготовленных, просушенных и тарированных пакетиках.

Размеры пакетов и соотношение их длины и ширины можно по мере надобности менять. Необходимо только следить за тем, чтобы края пакетов не выходили за пределы пластин прибора. В прибор помещают сразу 2 пакетика, высушивают 3 мин при 160 °С. Пакетики следует взвешивать через 2 – 3 мин после охлаждения в эксикаторе и затем хранить их в эксикаторе не более 2 ч.

В предварительно просушенный и взвешенный пакетик помещают навеску полуфабриката, определяемую по табл. 1, распределяя ее по возможности равномерно по всей площади пакетика.

При высушивании очень влажных и легко отдающих воду материалов во избежание разрыва пакета и разбрызгивания его содержимого рекомендуется в первую минуту обезвоживания держать верхнюю плиту прибора приподнятой на 1,0 – 1,5 см.

Продолжительность высушивания зависит от вида полуфабриката (см. табл. 1). Высушенный материал переносят в эксикатор для охлаждения, на что требуется 1 – 2 мин; затем его взвешивают.

Обработка результатов. Обработку результатов анализа производят так же, как при высушивании в шкафу сушильном электрическом.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Кислотность полуфабрикатов зависит от кислотности основного и дополнительного сырья, количества и качества разрыхлителей, продолжительности брожения и соблюдения технологического процесса.

4.1. Определение титруемой кислотности

Показатель титруемой кислотности полуфабрикатов является суммарным и отражает содержание кислот в полуфабрикатах, в том числе и растворенной углекислоты, а также количество растворимых соединений белка, являющихся амфотерными электролитами. Этот показатель в достаточной мере характеризует степень созревания и выброженности полуфабрикатов.

Область применения. Метод определения титруемой кислотности полуфабрикатов относится к общепринятым (нестандартным) и устанавливает метод определения кислотности по болтушке.

Сущность метода. Сущность метода заключается в титровании гидроокисью натрия всех кислореагирующих веществ полуфабрикатов.

Средства измерений, лабораторное оборудование, реактивы и материалы:

Весы лабораторные с пределом допускаемой погрешности взвешивания $\pm 0,5$ мг.

Пластинка алюминиевая.

Цилиндр мерный.

Чашка фарфоровая.

Стакан химический.

Вода дистиллированная.

Натрия гидроокись (или калия гидроокись), водный раствор молярной концентрации $0,1$ моль/дм³.

Фенолфталеин, 70 %-ный спиртовой раствор с массовой концентрацией фенолфталеина 1 %.

Отбор и подготовка проб. Отбор и подготовку проб осуществляют так же как при определении влажности полуфабрикатов.

Проведение испытаний

Отвешивают на технических весах на алюминиевой пластинке 5 г полуфабриката. Навеску переносят в фарфоровую ступку и растирают с 50 см³ дистиллированной воды. Полученную болтушку титруют 0,1 моль/дм³ раствором NaOH (или KOH) в присутствии 3 – 5 капель раствора фенолфталеина до появления розового окрашивания, не исчезающего в течение минуты.

Обработка результатов. Кислотность полуфабриката (X) в градусах кислотности определяют объемом 1 моль/дм³ раствора NaOH (или KOH), требующегося для нейтрализации кислоты в 100 г полуфабриката и вычисляют по формуле:

$$X=2 V K, \quad (2)$$

где V – объем раствора NaOH (или KOH), концентрации 0,1 моль/дм³, см³;

K – поправочный коэффициент к титру щелочи.

За окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений.

4.2. Определение активной кислотности

Ощущение кислого вкуса зависит не только от количества кислоты, содержащейся в продукте, но и от концентрации свободных ионов водорода, выражающейся показателем pH. Известно, что степень диссоциации кислот на положительно заряженный ион водорода и отрицательно заряженный анион зависит от вида кислоты. Находящиеся в полуфабрикатах и готовых изделиях кислоты угольная, уксусная, молочная, лимонная и другие относятся к слабодиссоциирующим кислотам.

Область применения. Методы определения активной кислотности полуфабрикатов относятся к общепринятым (нестандартным) и устанавливают методы определения активной кислотности колориметрическим методом и с помощью pH-метра.

Отбор и подготовка проб. Отбор и подготовку проб осуществляют так же, как при определении влажности полуфабрикатов.

Определение активной кислотности с помощью универсальной индикаторной бумаги

Этот метод является наиболее доступным в условиях производства, но уступает электрометрическому (определяемому с помощью рН-метра) по точности.

Средства измерений, лабораторное оборудование и материалы:

Весы лабораторные с пределом допускаемой погрешности взвешивания $\pm 0,5$ мг.

Ступка фарфоровая.

Цилиндр мерный.

Бумага индикаторная с диапазоном рН 4 – 6.

Вода дистиллированная.

Проведение испытания

Готовят вытяжку испытуемого продукта путем растирания в фарфоровой ступке 5 г полуфабриката с 50 см³ дистиллированной воды. Полоску индикаторной бумаги погружают в вытяжку испытуемого продукта на 1–2 мин.

Обработка результатов. Вынув полоску из вытяжки, сразу же сравнивают образующуюся окраску со шкалой, прилагаемой к индикаторной бумаге, и определяют рН.

Определение активной кислотности с помощью рН-метра

В настоящее время для определения активной кислотности применяются рН-метры с использованием пары электродов каломельного или хлор-серебряного (электроды сравнения) и стеклянного (измерительного). При погружении электродов в испытуемый раствор между ними возникает электродвижущая сила. Эта сила измеряется рН-метром и выражается показателем активной кислотности (рН).

Электроды рН-метра хранят в условиях, предусмотренных документом по эксплуатации прибора.

Перед каждым проведением испытаний проверяют правильность показаний рН-метра по стандартным буферным растворам в соответствии с документом по эксплуатации прибора.

Средства измерений, лабораторное оборудование и материалы:

рН-метр милливольтметр с пределом допускаемой основной погрешности измерения не более 0,05 рН.

Весы лабораторные с пределом допускаемой погрешности взвешивания $\pm 0,5$ мг.

Цилиндр мерный.

Ступка фарфоровая.

Вода дистиллированная.

Проведение испытания

Готовят вытяжку испытуемого продукта путем растирания в фарфоровой ступке 5 г полуфабриката с 50 см³ дистиллированной воды.

Электроды погружают в вытяжку испытуемого продукта. Отсчет и запись показаний проводят после того, как стрелка стабилизируется на определенном делении шкалы прибора. Время установления показаний не должно превышать 2 мин.

Измерение рН повторяют два раза. Перед каждым измерением электроды тщательно промывают дистиллированной водой.

Обработка результатов. Результат определения округляют до первого десятичного знака.

За результат анализа принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений, абсолютное расхождение между которыми не превышает 0,1 единицы рН.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДЪЕМНОЙ СИЛЫ ПОЛУФАБРИКАТОВ МЕТОДОМ «ШАРИКА»

Подъемная сила полуфабриката характеризует активность его бродильной микрофлоры, от которой зависит продолжительность брожения и расстойки тестовых заготовок. Особенно важной подъемная сила является для полуфабрикатов из ржаной муки и жидких дрожжей, так как в первую очередь характеризует активность дрожжевой микрофлоры, входящей наряду с молочнокислой в состав бродильной микрофлоры данных полуфабрикатов, в связи с этим подъемная сила регламентируется технологическими инструкциями. Подъемная сила густой ржаной закваски в производственном цикле должна быть 18 – 25 минут, жидкой ржаной закваски без заварки – 25 – 35 минут, жидкой ржаной закваски с заваркой – 20 – 30 минут, жидких дрожжей – не более 30 минут.

Область применения. Метод относится к общепринятым (нестандартным) и предназначен для определения подъемной силы полуфабрикатов методом всплывания шарика для внутрипроизводственного контроля.

Сущность метода. Метод основан на определении скорости всплывания в воде шарика теста, замешенного по рецептуре, приведенной в табл. 2. Под подъемной силой полуфабриката условно понимается промежуток времени (в минутах) с момента опускания в воду шариков теста до момента всплывания их на поверхность.

Таблица 2

Рецептура теста для шарика

| Состав теста | Густая ржаная закваска | Жидкая ржаная закваска | Жидкие дрожжи | Жидкая опара | Густая опара |
|-----------------|------------------------|------------------------|---------------|--------------|--------------|
| Полуфабрикат, г | 18 | 10 | 10 | 10 | 16 |
| Мука, г | 4 | 10 | 10 – 12 | 8 – 9 | 4 |

Средства измерений, лабораторное оборудование и материалы:
Термостат.

Весы лабораторные с пределом допускаемой погрешности взвешивания $\pm 0,5$ мг.

Чашка фарфоровая.

Стакан химический вместимостью 200 – 250 см³.

Шпатель.

Пестик.

Мука.

Отбор и подготовка проб. Отбор и подготовку проб осуществляют так же, как при определении влажности полуфабрикатов.

Проведение испытания. Полуфабрикат отвешивают на лабораторных весах в соотношениях, указанных в табл. 2, тщательно замешивают в фарфоровой чашке в кусочек теста, который затем делят точно пополам. Оба кусочка теста по отдельности скатывают между ладонями в шарики с гладкой поверхностью без трещин. Шарики одновременно опускают в стакан емкостью 200 – 250 см³, наполненный водой температурой 32 °С, и помещают в термостат с такой же температурой.

Обработка результатов. Результат анализа выражают как среднеарифметическое двух параллельных определений. Колебания между ними (разница во времени всплывания обоих шариков на поверхность не должна быть более 2 мин).

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГАЗООБРАЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЗАКВАСОК

Этот анализ проводят на приборах, применяемых для определения газообразующей способности муки. Под газообразующей способностью заквасок условно понимается количество углекислоты, выделяемое тестом, замешанным на испытуемой закваске, за 3 ч 30 мин брожения. Для получения сравнимых результатов при определении газообразующей способности заквасок следует использовать муку из одной и той же партии.

Область применения. Метод относится к общепринятым (нестандартным), используется для заквасок.

Сущность метода. Метод основан на определении количества углекислого газа, образующегося в процессе брожения заквасок волюмометрическим методом – по объему вытесненного солевого раствора.

Средства измерений, лабораторное оборудование, материалы:

Прибор Яго-Островского или прибор Елецкого.

Весы лабораторные.

Цилиндр мерный.

Термометр.

Термостат.

Палочки стеклянные.

Емкость с водой.

Соль, насыщенный раствор.

Отбор и подготовка проб

Отбор и подготовку проб заквасок осуществляют так же, как при определении влажности полуфабрикатов.

Проведение испытаний

На испытуемой закваске замешивают тесто по следующей рецептуре:

| | |
|-----------------------|-----|
| Мука, г | 140 |
| Вода, см ³ | 110 |
| Закваска, г | 75 |
| Соль, г | 2 |

Температура муки и воды 30 – 32 °С. Дальше опыт проводят в том же порядке, что и при определении газообразующей способности муки.

Обработка результатов

Осуществляется так же, как при определении газообразующей способности муки.

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ БРОДИЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ В ПШЕНИЧНЫХ И РЖАНЫХ ПОЛУФАБРИКАТАХ

Бродильная активность полуфабрикатов зависит от рецептуры, продолжительности брожения и правильности ведения технологического процесса. Этот показатель определяют по скорости газообразования полуфабрикатов, по изменению цвета индикатора под воздействием продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, методом микроскопирования и чашечным методом учета микроорганизмов.

7.1. Определение бродильной активности по скорости газообразования

Определение осуществляется на приборе Елецкого.

По экспериментальным данным, полученным в производственных условиях, в жидких дрожжах с подъемной силой по «шарику» более 40 мин углекислого газа выделяется менее 10 см³, с подъемной силой 25 – 35 мин – 10 – 13 см³ и ниже 25 мин – более 14 см³. В опаре и тесте, приготовленных из пшеничной муки I сорта, газообразование в конце брожения составляет 12 – 20 см³.

Область применения. Метод относится к общепринятым (нестандартным), используется для полуфабрикатов из пшеничной и ржаной муки.

Сущность метода. Бродильную активность полуфабрикатов определяют по газообразованию в течение 30 минут при внесении в полуфабрикат навески сахарозы из расчета 2 % к массе пробы. Внесение сахарозы в пробу полуфабриката позволяет определить потенциальную активность дрожжей, что особенно важно для выброженных полуфабрикатов, где активность газообразования понижается вследствие недостатка в среде сахара.

Средства измерений, лабораторное оборудование, материалы:

Прибор Елецкого.

Весы лабораторные.

Ступка фарфоровая.

Цилиндр мерный.

Термометр.

Термостат.

Палочки стеклянные.

Емкость с водой.

Сахароза, 40 %-ный водный раствор.

Соль, насыщенный раствор.

Отбор и подготовка проб. Отбор и подготовку проб осуществляют так же как при определении влажности полуфабрикатов.

Подготовка к испытанию. Прибор к моменту пользования им должен быть нагрет до температуры 30 °С, манометр – заполнен насыщенным раствором NaCl так, чтобы оставалось небольшое воздушное пространство – 3 – 4 мм (по высоте). Фарфоровую ступку прогревают вместе с пестиком в термостате при температуре 30 °С. Раствор сахарозы подогревают до 30 °С.

Работа должна быть налажена таким образом, чтобы не происходило охлаждения навески полуфабриката и прибора; для этого прибор, необходимые материалы и посуду, используемые для определения, следует держать в термостате при температуре 30 °С. Всю подготовку к испытанию (от взятия навески и до помещения прибора в термостат) надо проводить быстро – в течение нескольких минут.

Проведение испытания. Навеску полуфабриката 20 г отвешивают в подогретую фарфоровую ступку. Туда же добавляют 1 см³ подогретого 40 %-ного раствора сахарозы и при помощи пестика перемешивают все до однородного состояния в течение 2 – 3 мин.

Подготовленную навеску переносят в стаканчик прибора, где ее разравнивают стеклянной палочкой (нагретой до температуры 30 °С) так, чтобы она покрыла все дно стаканчика слоем одинаковой высоты (для жидких полуфабрикатов эта операция отпадает); затем стаканчик накрывают манометром, нижняя часть которого является пробкой, притертой к стаканчику. Открывают кран для выравнивания внутреннего давления прибора с атмосферным и ставят прибор в термостат при температуре 30 °С. По истечении 5 мин кран прибора закрывают, отмечают уровень жидкости в градуированной трубке и прибор оставляют в термостате на 30 мин.

Определения ведут в двух навесках одновременно.

Обработка результатов. По окончании определения прибор вынимают из термостата, отмечают уровень жидкости в градуированной трубке и вычисляют объем выделившегося CO_2 по делениям трубки (в см^3).

7.2. Определение активности микроорганизмов по изменению окраски метиленового синего

В зависимости от качества дрожжей, их дозировки, а также от качества используемой муки показатели активности микроорганизмов в полуфабрикатах изменяются.

Изменение окраски метиленового синего происходит в опаре примерно за 35 – 50 мин, в тесте перед разделкой – за 40 – 50 мин и перед посадкой в печь – за 35 – 45 мин.

Область применения. Метод относится к общепринятым (нестандартным), используется для полуфабрикатов из пшеничной и ржаной муки.

Сущность метода. Метод основан на изменении цвета индикатора под влиянием продуктов жизнедеятельности микроорганизмов. Чем более активны микроорганизмы, тем быстрее изменяется цвет проб с индикатором.

Средства измерений, лабораторное оборудование, материалы:

Весы лабораторные.

Ступка фарфоровая.

Термометр.

Цилиндр мерный.

Пробирки.

Водяная баня.

Метиленовый синий, 0,05 %-ный водный раствор.

Вода водопроводная.

Отбор и подготовка проб. Отбор и подготовку проб осуществляют так же, как при определении влажности полуфабрикатов.

Проведение испытания. Навеску пробы 20 г тщательно растирают в фарфоровой ступке с двукратным количеством воды, предварительно нагретой до температуры 40 °С, приливая воду постепенно небольшими порциями.

10 см^3 приготовленной пробы переносят (при помощи мерного цилиндра) в пробирку, куда добавляют 1 см^3 0,05%-ного водного раствора метиленового синего. Содержимое пробирки тщательно пере-

мешивают до равномерного распределения краски и помещают пробирку в водяную баню при температуре 40 °С. Замечают время начала определения и наблюдают за переходом окраски из синеватой в бесцветную.

Обработка результатов. Активность микроорганизмов в полуфабрикатах определяют по скорости перехода окраски из синеватой в бесцветную.

7.3. Микроскопирование жидких дрожжей

При производственном контроле жидких дрожжей препараты обычно рассматривают под микроскопом при увеличении в 500 – 1000 раз. Препараты готовят неокрашенными или их окрашивают, чаще всего йодом (раствор Люголя: 1 г йода, 2 г йодистого калия, 300 см³ воды). Простое микроскопирование может дать лишь самое общее представление о характере микрофлоры жидких дрожжей и состоянии основных групп микроорганизмов, населяющих жидкие дрожжи. Для подробного микробиологического исследования жидких дрожжей применяются хорошо разработанные специальные бактериологические методы.

Рекомендуется предварительно разбавлять дрожжи: на один объем жидких дрожжей несколько объемов воды в зависимости от количества и консистенции полученных препаратов. Обычно берут на один объем дрожжей три–пять объемов воды. После энергичного взбалтывания смеси дают постоять в течение минуты, стеклянной палочкой переносят из верхнего слоя жидкости небольшую каплю на предметное стекло и покрывают покровным стеклышком. Для удаления пузырьков его слегка прижимают сухим концом стеклянной палочки. Капля должна быть таких размеров, чтобы она могла занять под стеклышком все поле, не выделяясь наружу. Препараты надо рассматривать тотчас же после приготовления, так как они быстро подсыхают.

Микроскопирование препаратов дрожжей позволяет следить за их размножением и состоянием, а также развитием бактериальной флоры.

Размеры дрожжевых клеток характеризуют в известной мере условия, в которых они пребывают. Так, при интенсивном размножении дрожжей под влиянием обильной аэрации или при резком возраста-

нии кислотности затора клетки начинают деградировать, уменьшаясь в объеме. Молодые и зрелые дрожжи крупнее состарившихся. У первых оболочка едва заметна, у вторых она выступает в виде утолщенного ободка, который при дальнейшем старении становится двухконтурным. Зернистое строение протоплазмы дрожжевой клетки в большинстве случаев также свидетельствует о ее старости или о неблагоприятных окружающих условиях (высокая температура, голодание, инфекция, высокая кислотность и т. п.) Отставание протоплазмы от оболочки может обуславливаться начавшимся разрушением клетки.

Обнаружение больших вакуолей в клетке свидетельствует о ее старости: в молодых клетках вакуолей нет или они весьма малы.

Значительное количество почкующихся клеток в поле зрения говорит о том, что главная масса их является молодыми. Зрелые дрожжи, способные обеспечить хороший подъем теста и нормальную расстойку, имеют в среднем не более 20 % почкующихся клеток. Обилие гликогена в клетке (при пользовании йодом гликоген окрашивается в буро-красный цвет, исчезающий при нагревании препарата) свидетельствует о хорошем питании.

Присутствие капелек жира, видимых без специальной окраски, обусловлено старостью клетки.

При микроскопировании закисшего затора нужно обращать внимание на форму бактерий Дельбрюка и их длину. Культурные бактерии Дельбрюка представляют собой палочки длиной 3 – 7 мкм и более. При делении они часто располагаются под тупым углом одна к другой. При нарушении нормальных условий культивирования бактерии часто образуют длинные, местами утолщенные нити.

8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕВОДОВ В ПОЛУФАБРИКАТАХ

Содержание углеводов в полуфабрикатах зависит от сахарообразующей способности муки, рецептуры, способа получения полуфабриката. Углеводы являются основным субстратом, необходимым для жизнедеятельности микрофлоры полуфабрикатов. Кроме того, от содержания углеводов зависят окраска корки, вкус и запах готового хлебобулочного изделия.

8.1. Определение содержания углеводов в ржаных и пшеничных заварках

Заварки используются при производстве заварных сортов хлебобулочных изделий, а также как составная часть питательной среды при производстве ржаных заквасок с заваркой и жидких дрожжей. Так же заварки используются в составе питательной среды для активации прессованных дрожжей и т.п. При приготовлении заварок происходят различные химические и биохимические процессы, в результате которых в них накапливаются моно- и дисахариды, участвующие не только в процессах брожения, но и формирования вкуса и аромата хлебобулочных изделий.

Область применения. Метод относится к общепринятым (нестандартным), используется для пшеничных и ржаных заварок.

Сущность метода. Метод основан на приготовлении вытяжки углеводов, осаждении в ней нес сахаров и определении углеводов одним из методов, предусмотренных для определения содержания сахара в готовых изделиях.

Средства измерений, лабораторное оборудование, реактивы и материалы:

Весы лабораторные.

Колбы мерные вместимостью 200 см³.

Вода дистиллированная.

Сернокислый цинк, 15%-ный водный раствор.

Натрия гидроокись, 4%-ный водный раствор (или калия гидроокись, 5,6%-ный водный раствор).

Часы механические с сигнальным устройством.

Фильтры.

Отбор и подготовка проб. Отбор проб заварок осуществляют так же, как при определении влажности полуфабрикатов.

Подготовка пробы заварки к испытанию осуществляется следующим образом. 10 г заварки количественно переносят в мерную колбу на 200 см³ с 100 – 150 см³ дистиллированной воды, перемешивают и приливают по 10 см³ 15%-ного раствора сернокислого цинка и 4%-ного раствора натрия гидроокиси (или 5,6%-ного калия гидроокиси). Содержимое колбы интенсивно встряхивают в течение 3 мин, дают отстояться (не менее 3 мин) и фильтруют через сухой складчатый фильтр до получения прозрачного фильтрата (первые порции фильтрата возвращают на фильтр или отбрасывают).

Проведение испытания. Определение углеводов в заварках проводят одним из методов, предусмотренных для определения содержания сахара в готовых изделиях и рассчитывают в процентах на мальтозу.

8.2. Рефрактометрическое определение редуцирующих сахаров в заварках

Метод разработан А. И. Островским. На основании экспериментальных исследований установлена возможность косвенного определения мальтозы в заварках из пшеничной муки, приготавливаемых для жидких дрожжей. Содержание редуцирующих сахаров, определяемое данным методом, является ориентировочным, так как находится в значительной зависимости от сахарообразующей способности муки и концентрации заварок.

Область применения. Метод относится к общепринятым (нестандартным), используется для пшеничных заварок.

Сущность метода. Метод основан на косвенном определении мальтозы в заварках из пшеничной муки по содержащемуся в них экстракту (по рефрактометру), умноженному на коэффициент 0,62.

Средства измерений, лабораторное оборудование, реактивы и материалы:

Рефрактометр.

Весы лабораторные.

Цилиндр мерный.

Колбы мерные вместимостью 250 см³.

Палочка стеклянная.

Фильтры.

Вода водопроводная.

Отбор и подготовка проб. Отбор и подготовку проб заварок осуществляют так же как при определении влажности полуфабрикатов.

Проведение испытания. 50 см³ заварки разбавляют 200 см³ водопроводной воды, объем доводят водой до 250 см³. Болтушку после двухминутного энергичного взбалтывания фильтруют через небольшой сухой фильтр.

Первые 3 – 5 см³ фильтрата отбрасывают. От последующих 5 см³ фильтрата стеклянной палочкой с оплавленным концом наносят 1 – 2 капли на призму рефрактометра и снимают показания прибора по шкале сухих веществ в процентах.

Определение проводят при температуре 20 °С. При отклонении температуры от указанной к показанию рефрактометра вводится поправка. Проводят два параллельных определения.

Обработка результатов

За окончательный результат анализа принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений.

Определение проводят с точностью до второго десятичного знака с последующим округлением до первого десятичного знака.

8.3. Экспрессный метод внутрипроизводственного контроля содержания углеводов по анализу теста

Экспрессность определения содержания углеводов достигается путем исключения специальной стадии кислотного гидролиза вытяжки изделий, продолжительность которой составляет примерно 50 % общей длительности анализа.

Установлено, что в тесте под действием инвертазы дрожжей и муки протекает гидролиз сахарозы. Этот процесс начинается в период замеса теста и проходит интенсивно, что можно видеть по быстрому накоплению непосредственно редуцирующих сахаров в тесте после замеса. При проверке степени гидролиза сахарозы в процессе приготовления изделий К.Н. Чижовой показано, что инверсия сахаро-

зы протекает неполностью, и глубина расщепления ее зависит в основном от количества сахарозы и дрожжей по рецептуре, активности последних, а также от технологии приготовления изделий. В таких сортах, как булка городская, сухари ванильные и калорийная булочка, гидролизуется до 90 % сахарозы, в батонах нарезных и сахарных батонках – примерно 70 – 75 %, в изделиях, приготовленных без дрожжей (сладкой соломке), – около 20 % сахарозы, а в сливочном печенье – примерно 10 % сахарозы.

Таким образом, несмотря на высокую степень естественного гидролиза сахарозы в процессе приготовления изделий, исключить его из анализа пока не представляется возможным. Вместе с тем выяснено, что при создании оптимальных условий действия фермента инвертазы в период анализа можно достигнуть почти полного гидролиза сахарозы. Условия приготовления вытяжки (комнатная температура, низкая концентрация сахарозы в вытяжке благодаря сильному разведению, зона рН вытяжки) близки к оптимальным.

Область применения. Метод относится к общепринятым (нестандартным), используется для полуфабрикатов из пшеничной муки.

Сущность метода. Метод основан на приготовлении вытяжки сахаров, проведения биологического гидролиза под действием инвертазы прессованных дрожжей и определения сахара одним из методов, предусмотренных для определения содержания сахара в готовых изделиях.

Средства измерений, лабораторное оборудование, реактивы и материалы:

Весы лабораторные.

Прибор Чижовой (или ПИВИ-1).

Цилиндр мерный.

Ступка фарфоровая.

Колбы мерные вместимостью 100 см³.

Палочка стеклянная.

Часы механические с сигнальным устройством.

Фильтры.

Хлороформ.

Сернокислый цинк, 15%-ный водный раствор.

Натрия гидроокись, 4%-ный водный раствор (или калия гидроокись, 5,6%-ный водный раствор).

Вода водопроводная.

Отбор и подготовка проб. При замесе теста непрерывным способом берут пять раз через каждые 30 мин пробы теста массой 50 – 70 г. Если тесто замешивается в дежах, то пять проб теста той же массы берут в разных участках дежи. Затем отобранные пробы соединяют вместе, тщательно перемешивают и полученную пробу делят на четыре равные части. Из одной четверти, представляющей собой среднюю пробу, берут навески для определения влажности и содержания сахара. Тесто можно анализировать в сыром виде непосредственно после отбора. В ряде случаев более удобно фиксировать образцы путем высушивания. Для этого их помещают в прибор Чижовой или ПИВИ-1 при температуре 160 °С на 3 мин.

Подготовка к испытанию

Приготовление автолизата прессованных дрожжей. Свежие прессованные дрожжи размешивают с равным по массе количеством воды и 10 % хлороформа (к массе дрожжей). После этого суспензию энергично взбалтывают и оставляют для автолиза при комнатной температуре на 5–7 дней с неплотно закрытой пробкой, проводя ежедневное перемешивание. Готовый автолизат хранят в холодильнике. Он годен к употреблению в течение 30 – 40 дней. Перед каждым использованием автолизат тщательно перемешивают, отбирают необходимое для анализов количество и доводят его до комнатной температуры.

Приготовление вытяжки с одновременным проведением биологического гидролиза. Навеску теста (или измельченного мякиша изделий) 5 г, взвешенную с точностью до 0,01 г, помещают в фарфоровую ступку и тщательно растирают с небольшим количеством воды. Содержимое ступки количественно переносят в мерную колбу на 100 см³ (зафиксированную высушиванием пробу теста следует предварительно хорошо измельчить в сухом виде в ступке). Колбу с перенесенной навеской наполняют водой на $\frac{2}{3}$ объема и добавляют туда 2 см³ автолизата, приготовленного описанным выше способом. После этого содержимое колбы тщательно перемешивают и оставляют стоять на 10 мин при комнатной температуре, периодически взбалтывая. Затем приливают 10 см³ 15%-ного раствора сернокислого цинка и 10 см³ 4%-ного раствора едкого натра. Содержимое колбы хорошо перемешивают, доводят до метки водой и в течение 3 мин интенсивно взбалтывают. После этого оставляют в покое и после появления признаков отстаивания (примерно через 5 мин) жидкость фильтруют

через бумажный складчатый фильтр, отбрасывая первые порции фильтрата. Для определения содержания сахара в используемом автолизате дрожжей проводят контрольный анализ. В пустую мерную колбу на 100 см³ вносят 2 см³ автолизата, доливают водой до ²/3 объема. Далее поступают так же, как и в основных исследованиях.

Проведение испытания. Углеводы в фильтрате водной вытяжки исследуемых образцов теста и автолизата определяют перманганатным, ускоренным горячего титрования или ускоренным йодометрическим методами по ГОСТ 5672-68. При расчетах следует учитывать поправку на автолизат, вычитая количество углеводов в автолизате из количества углеводов в исследуемом растворе.

9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СПИРТА В ПОЛУФАБРИКАТАХ

Накопление спирта в полуфабрикатах хлебопекарного производства – один из важных показателей технологического процесса. Количество спирта характеризует одновременно активность дрожжей и затраты сухого вещества на брожение теста.

В хлебопекарной промышленности при определении спирта наиболее широкое распространение получил метод Мартена в его йодометрической модификации.

По содержанию спирта в выброженном полуфабрикате можно судить о затратах сухих веществ на брожение. Количество спирта пересчитывают на сухое вещество крахмала или сахара, которое было израсходовано на образование спирта. При пересчете на сухой крахмал применяют коэффициент 1,76, а на сахар – 1,96. При сравнительной оценке технологических схем по затратам сухого вещества на брожение пользуются этими коэффициентами, характеризующими общие потери сухих веществ на образование спирта и углекислоты.

Область применения. Метод относится к общепринятым (нестандартным), используется для полуфабрикатов из пшеничной и ржаной муки.

Сущность метода. Метод заключается в отгоне спирта непосредственно в титрованный раствор хромпика, подкисленного серной кислотой, в результате чего спирт окисляется до уксусной кислоты и воды и йодометрического титрования полученного отгона непрореагировавшего хромпика.

Средства измерений, лабораторное оборудование, реактивы и материалы:

Прибор для определения содержания спирта в полуфабрикатах, состоящий из круглодонной колбы емкостью 50 – 100 см³ из тугоплавкого стекла с резиновой пробкой, в которую вставлена отводная стеклянная трубка длиной около 50 см, согнутая под углом 45° и суженная на конце, трехшарикового приемника.

Весы лабораторные с допускаемой погрешностью взвешивания $\pm 0,05$ г.

Бюксы металлические с крышками.

Ступка фарфоровая.

Колба мерная вместимостью 100 см^3 .

Колбы конические, вместимостью 250 и 300 см^3 .

Центрифуга для определения массовой доли жира в молоке и молочных продуктах или центрифуга с механическим приводом с угловой скоростью не менее 1000 об/мин.

Часы песочные на 2 и 3 мин.

Электроплитка.

Бюретки, вместимостью 25 или 50 см^3 .

Калий двухромовокислый, $0,1 \text{ моль/дм}^3$ раствор: $4,9036 \text{ г}$ дважды перекристаллизованного и высушенного при $150 \text{ }^\circ\text{C}$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ растворяют в воде и доводят раствор до 1 дм^3 .

Серная кислота относительной плотностью 1,84.

Натрий серноватисто-кислый (тиосульфат натрия), $0,1 \text{ моль/дм}^3$ раствор; 25 г тиосульфата натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 5\text{H}_2\text{O}$) растворяют в свежeproкипяченной и охлажденной без доступа углекислоты дистиллированной воде в мерной колбе вместимостью 1000 см^3 . К полученному раствору прибавляют $0,1 \text{ г}$ углекислого натрия (Na_2CO_3), оставляют стоять в течение суток и устанавливают титр по $0,1 \text{ н.}$ раствору двухромовокислого калия.

Калий йодистый, 30%-ный раствор; 30 г йодистого калия растворяют в воде в мерной колбе вместимостью 100 см^3 .

Крахмал растворимый, 1%-ный раствор; 1 г крахмала смешивают вначале с небольшим количеством (около 20 см^3) насыщенного раствора хлористого натрия или калия, затем вливают в доведенный до кипения насыщенный раствор соли (примерно 80 см^3) с таким расчетом, чтобы общий объем был равен 100 см^3 , кипятят около 1 мин и охлаждают. Такой раствор хранится длительное время без изменения.

Натрий углекислый (Na_2CO_3) или натрий углекислый кислый (NaHCO_3).

Натрия гидроокись, 4%-ный водный раствор или калия гидроокись, 5,6%-ный водный раствор.

Сернокислый цинк, 15%-ный водный раствор.

Вода дистиллированная.

Отбор и подготовка проб. Для определения затрат на брожение навеску берут из середины сформованного куска теста, поступающего на расстойку или от теста перед посадкой его в печь.

Подготовка к испытанию. Для установления титра раствора тиосульфата натрия в колбу с притертой пробкой или обычную колбу, закрывающуюся часовым стеклом, из бюретки или пипеткой приливают точно 20 см^3 $0,1 \text{ моль/дм}^3$ раствора двуххромовокислого калия, доливают примерно до 100 см^3 водой, прибавляют при помешивании 4 см^3 концентрированной серной кислоты и 4 см^3 30%-ного раствора йодистого калия. Колбу закрывают пробкой или часовым стеклом, ставят в темное место на 2-3 мин, затем титруют $0,1 \text{ моль/дм}^3$ раствором тиосульфата натрия при постоянном помешивании, пока коричневый цвет раствора не перейдет в светло-желтый. После этого добавляют 1 см^3 1%-ного раствора крахмала и продолжают титрование до исчезновения синей окраски и перехода ее в зеленоватую.

Поправочный коэффициент к точно $0,1 \text{ моль/дм}^3$ раствору находят по формуле:

$$K = \frac{20}{V}, \quad (3)$$

где K – поправка к титру;

V – объем раствора тиосульфата натрия, пошедшего на титрование, см^3 .

Проведение испытания. Навеску полуфабриката, примерно 10 – 12 г, помещают в металлический бюкс с притертой крышкой, который предварительно был взвешен вместе со следующими реактивами: 10 см^3 15%-ного раствора сернокислого цинка и 10 см^3 4%-ного едкого натра (или 5,6%-ного едкого кали). Бюкс снова взвешивают и по разности между двумя взвешиваниями определяют величину навески.

Навеску из бюкса переносят в фарфоровую ступку, растирают с указанными реактивами до однородной кашицы и без потерь переносят в мерную колбу емкостью 100 см^3 . Ступку ополаскивают водой, которую переносят в ту же колбу, и объем доводят водой до метки. Колбу закрывают пробкой и встряхивают. Жидкость центрифугируют или дают ей хорошо отстояться.

Испытуемую вытяжку – $10 - 20 \text{ см}^3$ (в зависимости от содержания спирта в ней) вносят в круглодонную колбу и плотно закрывают ре-

зиновой пробкой, в которую вставлена отводная трубка. На суженный (противоположный) конец трубки надевают трехшариковый приемник так, чтобы конец трубки не доходил до дна приемника на 1 – 2 мм. В приемник предварительно вносят 10 см³ 0,1 моль/дм³ раствора калия двуххромовокислого и 4 см³ серной кислоты. Содержимое колбы нагревают до кипения и отгоняют $\frac{2}{3}$ первоначального объема раствора.

Отгон вместе с окислителем переносят из приемника в коническую колбу на 250 – 300 см³, в которую вносят также промывные воды от ополаскивания приемника и отводной трубки. Общий объем жидкости в колбе обычно равен примерно 150 см³. Добавляют 4 см³ 30 %-ного раствора йодистого калия, закрывают колбу часовым стеклом и оставляют стоять в темном месте на 2 – 3 мин. После этого выделившийся йод оттитровывают 0,1 моль/дм³ раствором тиосульфата натрия, который приливают до появления слабой желто-зеленой окраски. Затем добавляют 0,5 – 1,0 см³ 1%-ного раствора крахмала и титруют до исчезновения синей окраски соединения йода с крахмалом и перехода ее в зеленую окраску трехвалентного хрома.

Контрольный опыт проводят с применением такого же количества реактивов, которые вносят непосредственно в коническую колбу в следующем порядке. Вначале берут 10 см³ 0,1 моль/дм³ раствора калия двуххромовокислого, около 150 см³ воды и 4 см³ 30%-ного калия йодистого, затем при помешивании 4 см³ концентрированной серной кислоты.

Обработка результатов. Определение содержания спирта в полуфабрикатах в процентах (X), определяют по формуле:

$$X = \frac{(A - B) \cdot 0,00115 \cdot 100}{H}, \quad (4)$$

где A – количество 0,1 моль/дм³ раствора тиосульфата натрия, пошедшее на титрование в контрольном опыте, см³;

B – количество 0,1 моль/дм³ раствора тиосульфата натрия, пошедшее на титрование отгона, см³;

0,00115 – количество спирта, соответствующее 1 см³ 0,1 моль/дм³ раствора тиосульфата натрия;

H – количество материала, соответствующее объему взятой вытяжки, г.

Содержание спирта в процентах на сухое вещество (X_1) рассчитывают по формуле:

$$X_1 = \frac{X \cdot 100}{100 - B}, \quad (5)$$

где B – влажность полуфабриката, %.

При проведении контрольного опыта проводится взаимная проверка, с одной стороны, устойчивости титра тиосульфата натрия по двуххромовокислому калию, с другой, – точность отмеривания раствора хромпика. В этом анализе необходимо особенно тщательно следить за тем, чтобы на внутренних стенках пипетки не оставалось капелек раствора двуххромовокислового калия.

При точной работе аналитика показания контрольного опыта бывают устойчивыми в течение длительного времени, что позволяет в случае необходимости уменьшить повторность проведения контрольного опыта.

10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ОТМЫВАЕМОЙ КЛЕЙКОВИНЫ В ПОЛУФАБРИКАТАХ

По количеству отмываемой клейковины в полуфабрикатах можно косвенно судить о состоянии белково-протеинового комплекса муки, используемой для приготовления полуфабрикатов.

Область применения. Метод относится к общепринятым (нестандартным), используется для полуфабрикатов из пшеничной муки.

Сущность метода

Сущность метода заключается в отмывании клейковины из полуфабриката и последующем ее взвешивании.

Средства измерений, лабораторное оборудование и материалы:

Весы лабораторные.

Стакан стеклянный, вместимостью 500 см³ или 1 дм³.

Термометр.

Цилиндр мерный.

Шпатель.

Сито.

Вода водопроводная.

Отбор и подготовка проб. Отбор и подготовку проб пшеничных полуфабрикатов осуществляют так же как при определении влажности полуфабрикатов.

Проведение испытания. В стеклянный стакан на лабораторных весах отвешивают 200 г жидкой опары или 100 г опары или теста. Туда же добавляют 200 см³ водопроводной воды температурой 20 °С. Всю массу перемешивают 5 мин шпателем, затем 1 мин отстаивают. Жидкость сливают через частое сито, остаток промывают струей воды. Комочки клейковины собирают и отмывают так же, как и при отмывании клейковины из муки.

Полноту отмывания проверяют йодной пробой или каплей воды, выжимаемой из сырой клейковины в стакан с чистой водой.

Отмытую из полуфабриката клейковину отжимают ладонями от излишков воды и взвешивают на лабораторных весах.

Обработка результатов

Количество сырой клейковины в пересчете на сухое вещество полуфабриката (X) рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{M \cdot 100 \cdot 100}{B \cdot (100 - B)}, \quad (6)$$

где M – масса отмытой клейковины, г;

B – навеска полуфабриката, г;

V – влажность полуфабриката, %.

11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЛЕТУЧИХ КИСЛОТ В ПОЛУФАБРИКАТАХ

В работах ряда исследователей показано, что при оценке вкусовой кислотности нельзя ограничиться только определением общей титруемой кислотности. Существенным показателем хода технологического процесса приготовления теста, характеризующим частично вкусовую кислотность хлебобулочных изделий, является содержание летучих кислот.

11.1. Определение летучих кислот методом отгонки

Область применения. Метод относится к общепринятым (нестандартным), используется для полуфабрикатов и готовых хлебобулочных изделий из пшеничной и ржаной муки.

Сущность метода. Метод заключается в отгонке летучих кислот и титрования полученного отгона $0,05$ моль/дм³ раствором гидроксида натрия или калия.

Средства измерений, лабораторное оборудование, реактивы и материалы:

Прибор для отгонки летучих кислот состоит из широкогорлой конической колбы емкостью $750 - 1000$ см³, вертикально установленного холодильника Либиха, приемной конической колбы на $150 - 200$ см³, специального перегонного сосуда, представляющего собой пробирку длиной около $23,5$ см (причем длина суженной части равна $5,5$ см). Наружный диаметр пробирки около 3 см, суженной трубки – $1,2$ см. В пробирке на высоте около 15 см впаяна изогнутая трубка, доходящая почти до дна и имеющая диаметр $0,5$ см. Пробирка соединяется с колбой-парообразователем при помощи резиновой

пробки с двумя отверстиями: в одном отверстии закрепляется стеклянная трубка перегонного сосуда, в другом – предохранительная трубка с каучуком и зажимом для отведения избытка пара. Пар из колбы-парообразователя попадает в пробирку и, барботируя вытяжку, увлекает в холодильник летучие кислоты.

Ступка фарфоровая.

Колбы мерные вместимостью 100 и 200 см³.

Часы песочные на 3 минуты.

Центрифуга.

Вата.

Цилиндр мерный.

Микробюретки.

Натрия гидроокись (или калия гидроокись), 0,05 моль/дм³ раствор.

Серная кислота, 1 моль/дм³ раствор; 28 см³ кислоты с относительной плотностью 1,84 растворяют в 1 дм³ дистиллированной воды.

Индикаторная бумага, конго красный. При отсутствии индикаторной бумаги ее готовят следующим образом: 0,5 г красителя конго красного растворяют в 1 дм³ воды, добавляют 5 капель уксусной кислоты, пропитывают полоски фильтровальной бумаги полученным раствором и высушивают при комнатной температуре.

Фенолфталеин, 70%-ный спиртовой раствор с массовой долей фенолфталеина 1 %.

Отбор и подготовка проб. Отбор и подготовка проб полуфабрикатов проводят так же как при определении влажности. Отбор и подготовку проб хлебобулочных изделий проводят так же как при определении физико-химических показателей качества.

Проведение испытания. Навеску анализируемого вещества 20 г предварительно растирают в ступке с дистиллированной водой до получения однородной массы и количественно переносят в мерную колбу на 100 или 200 см³ в зависимости от вязкости получаемой вытяжки (порошкообразные или жидкие материалы можно вносить в колбу не растирая), прибавляют дистиллированную воду до половины объема, размешивают, доводят объем до метки и затем взбалтывают в течение 3 мин. После этого суспензию центрифугируют или фильтруют через вату. Берут 10 см³ фильтрата или центрифугата и вносят в пробирку. Бросают туда кусочек индикаторной бумаги, затем подкисляют 1 моль/дм³ раствором серной кислоты до перехода красной окраски бумаги в синюю.

Для предупреждения вспенивания вытяжки при пропускании пара в нее вносят каплю рафинированного растительного масла.

Перегонный сосуд соединяют при помощи резиновой пробки с колбой-парообразователем (при этом зажим предохранительной трубки должен быть открыт). В колбу-парообразователь предварительно наливают такое количество дистиллированной воды, чтобы уровень ее был на 3–4 см ниже впамя изогнутой трубки в пробирке, и доводят ее до кипения (допускается использование водопроводной кипяченой воды при условии предварительной опытной проверки на идентичность результатов; подготовленную и проверенную воду хранят в бутылке с хорошо пригнанной пробкой). Чтобы обеспечить равномерность кипения воды в колбе-парообразователе, в нее бросают несколько кусочков пемзы.

При помощи изогнутой стеклянной трубки перегонный сосуд соединяют с холодильником Либиха. У собранного прибора зажим предохранительной трубки оставляют открытым на 2–3 мин для прогревания жидкости в перегонном сосуде без доступа большого количества пара. Это способствует свертыванию растворимых белков и устраняет возможность сильного вспенивания и перебрасывания вытяжки. Зажим закрывают и ведут перегонку до тех пор, пока в приемной колбе не наберется 50 см^3 отгона, для чего на приемной колбе делают специальную метку. По окончании отгона холодильник смывают дистиллированной водой, зажим открывают и пробирку вынимают. Полученный дистиллят сразу же после отгона нагревают до начала кипения и титруют $0,05 \text{ моль/дм}^3$ раствором гидроксида натрия (или калия) с добавлением 2–3 капель раствора фенолфталеина (желательно пользоваться микробюреткой).

Кислотность X выражают в градусах, т.е. см^3 1 моль/дм³ раствора гидроксида натрия на 100 г вещества и определяют с помощью следующей формулы:

$$X = \frac{v \cdot 100 \cdot k}{p \cdot 20}, \quad (7)$$

где v – количество $0,05 \text{ моль/дм}^3$ раствора гидроксида натрия, пошедшего титрование отгона, см^3 ;

p – количество вещества в 10 см^3 вытяжки, г;

k – поправочный коэффициент к титру щелочи.

Расчет количества летучих кислот в процентах к общей кислотности центрифугата $У$ производят по формуле:

$$У = \frac{X \cdot 100}{A}, \quad (8)$$

где X – содержание летучих кислот, град.;

A – общая титруемая кислотность, град.

В том случае, если необходимо вычислить содержание летучих кислот в процентах уксусной кислоты (при подсчете затрат на брожение), умножают величину X на коэффициент 0,06.

11.2. Определение летучих кислот в полуфабрикатах и хлебе из ржаной обойной муки

Область применения

Метод относится к общепринятым (нестандартным), используется для полуфабрикатов и готовых хлебобулочных изделий из ржаной обойной муки.

Сущность метода

Метод основан на реакции нейтрализации титриметрическим методом кислот, содержащихся в полуфабрикатах и хлебобулочных изделиях из ржаной муки, 0,1 моль/дм³ раствором натрия гидроокиси (или калия гидроокиси) до выпаривания и после выпаривания вытяжки, и последующем количественном определении летучих кислот по разнице объемов щелочи затраченных на титрование.

Средства измерений, лабораторное оборудование, реактивы и материалы:

Весы лабораторные с пределом допускаемой погрешности взвешивания $\pm 0,5$ мг.

Колба мерная вместимостью 250 см³.

Цилиндр мерный.

Цетрифуга.

Чашка фарфоровая.

Колба коническая на 100 см³.

Вода дистиллированная.

Раствор NaOH (или KOH) концентрации 0,1 моль/дм³.

Фенолфталеина, спиртовой раствор с массовой долей 1 %.

Отбор и подготовка проб. Отбор и подготовку проб полуфабрикатов осуществляют так же, как при определении влажности полу-

фабрикатов. Отбор и подготовку проб хлебобулочных изделий проводят так же, как при определении физико-химических показателей качества.

Проведение испытаний

На лабораторных весах отвешивают 50 г теста (или хлебобулочных изделий) растирают в фарфоровой чашке с дистиллированной водой и переносят в мерную колбу на 250 см³, после этого ее доливают дистиллированной водой до метки и, закрыв пробкой, встряхивают. Полученную болтушку центрифугируют или дают ей отстояться, затем по 50 см³ вытяжки переносят в фарфоровую чашку и в коническую колбу. Вытяжку в колбе оттитровывают раствором 0,1 моль/дм³ натрия гидроокиси (или калия гидроокиси) в присутствии нескольких капель фенолфталеина.

Фарфоровую чашку с вытяжкой помещают на кипящую водяную баню и выпаривают до образования густой сиропообразной массы. После этого в чашку приливают 50 см³ дистиллированной воды, тщательно перемешивают, титруют раствором 0,1 моль/дм³ натрия гидроокиси (или калия гидроокиси).

Обработка результатов

Содержание летучих кислот определяют по формуле:

$$X = V_1 - V_2, \quad (9)$$

где V_1 – количество 0,1 моль/дм³ раствора натрия гидроокиси (или калия гидроокиси), израсходованное на титрование 50 см³ вытяжки до выпаривания, см³;

V_2 – количество 0,1 моль/дм³ раствора натрия гидроокиси (или калия гидроокиси), пошедшее на титрование 50 см³ вытяжки после выпаривания, см³.

Чтобы выразить летучие кислоты в граммах уксусной кислоты, полученное число градусов умножают на 0,06 – титр нормального раствора уксусной кислоты (г/ см³).

12. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Реологические свойства полуфабрикатов на всех стадиях технологического процесса производства хлебобулочных изделий непрерывно изменяются. Это связано со сложными физическими, микробиологическими и биохимическими процессами, которые формируют качество готовой продукции. В связи с этим, контроль физико-механических свойств полуфабрикатов хлебопекарного производства имеет важное значение. Подобный контроль осуществляется с помощью различных технических средств (приборов и устройств) и методов инженерной физико-химической механики пищевых продуктов.

12.1. Определение реологических свойств полуфабрикатов на приборе «Реотест»

Область применения

Метод относится к общепринятым (нестандартным), используется для полуфабрикатов хлебопекарного производства.

Сущность метода

Измерение и регистрация сдвига материала с применением «Реотеста».

Принцип действия прибора основан на сдвиге материала, находящегося в зазоре между двумя цилиндрическими поверхностями, одна из которых движется, а другая – неподвижна. При этом измеряют величину момента, приложенного к вращающейся цилиндрической поверхности, по которой определяют напряжения сдвига.

Средства измерений, лабораторное оборудование, реактивы и материалы:

Цилиндр мерный.

Прибор «Реотест» представляет собой ротационный вискозиметр, используемый для определения реологических характеристик пищевых масс (рис. 2).

Прибор «Реотест» состоит из вискозиметра 1 и блока измерений 2. Вискозиметр включает в себя привод 3, измерительный механизм 4 и измерительное устройство 5. Выбор скорости вращения (числа оборотов) является достаточно простым. Можно осуществить в общей сложности двенадцать различных ступеней числа оборотов. Установка требуемой ступени числа оборотов производится поворотом рычага переключателя 6 и указывается на шкале 7. Установка производится поворотом рычага переключателя 6 и указывается на шкале 7.

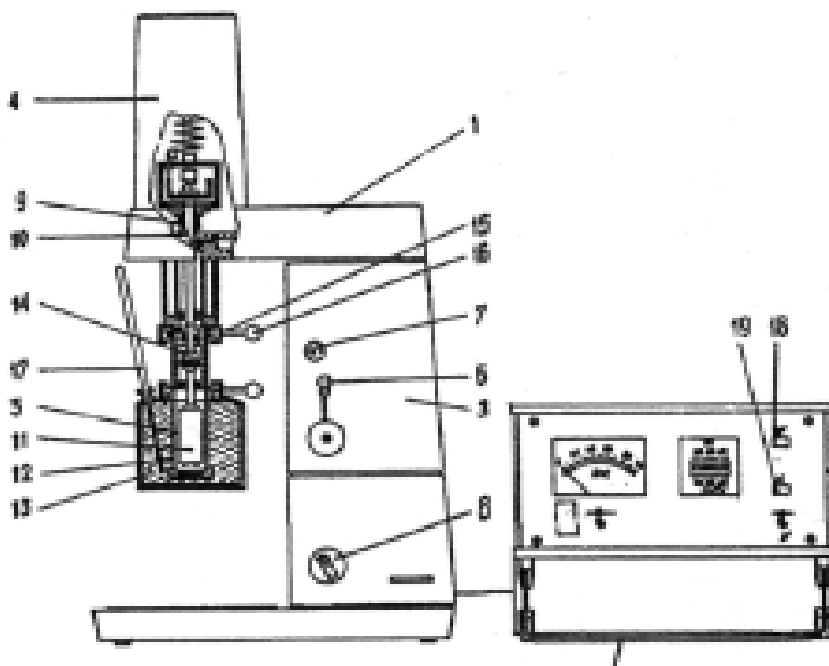


Рис. 2. Схема прибора «Реотест»:

1 – вискозиметр; 2 – блок измерений; 3 – привод; 4 – измерительный механизм; 5 – цилиндрическое измерительное устройство; 6 – рычаг переключения коробки передач; 7 – шкала числа оборотов; 8 – переключатель числа оборотов; 9 – измерительный вал; 10 – переключатель диапазона; 11 – измерительный цилиндр; 12 – измерительная емкость; 13 – термостатирующая емкость; 14 – муфта; 15 – натяжное кольцо; 16 – натяжной рычаг; 17 – термометр; 18 – выключатель (двигателя); 19 – выключатель (измерительного механизма)

При помощи переключателя числа оборотов производится переключение скорости вращения двигателя с 1500 об/мин (положение *a*)

на 750 об/мин (положение *б*). Переключатель диапазона сдвигающего напряжения *10* позволяет по выбору устанавливать диапазоны сдвигающего напряжения (*I* или *II*) с соотношением между ними примерно равным 1:10. Такая возможность обеспечивает измерение напряжения сдвига в широких пределах без замены измерительного устройства.

Цилиндрическое измерительное устройство *5* состоит из измерительного цилиндра (внутренний) *11*, измерительной емкости (внешний) *12* и термостатирующей емкости *13*. С прибором можно комбинировать пять цилиндрических измерительных устройств: *N* – для материалов с низкими значениями вязкости; *S* (*S*₁, *S*₂, *S*₃) – для материалов со средними значениями вязкости; *H* – для материалов с высокими значениями вязкости (рис. 3).

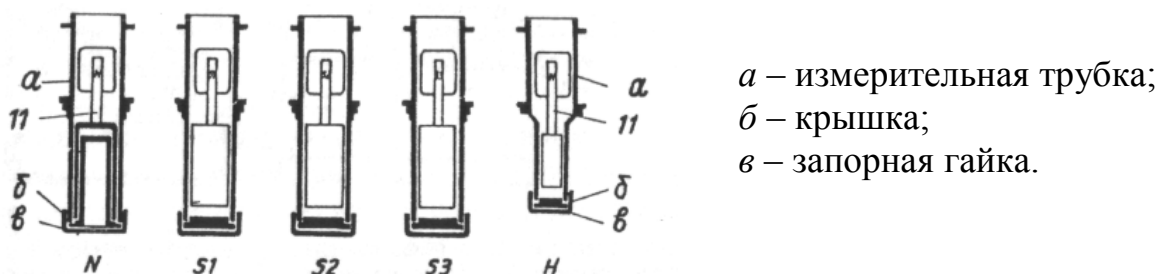


Рис. 3. Цилиндрические измерительные устройства

Измерительный цилиндр *11* соединен с измерительным валом *9* измерительного механизма *4* с помощью муфты *14*. Для присоединения измерительного цилиндра необходимо ухватить его за рифленую часть и зафиксировать на измерительном валу. Затем ввести втулку муфты вверх в положение освобождения, а измерительный цилиндр вставить до упора на измерительный вал. Измерительная емкость фиксируется при помощи натяжного кольца *15* и рычага *16*. Обозначение *S*, *H* или *N* должно показывать вперед.

Отбор и подготовка проб. Отбор и подготовку проб полуфабрикатов осуществляют так же как при определении влажности полуфабрикатов.

Подготовка аппаратуры к работе. Подключают прибор к сети, закрепляют подвижный цилиндр с помощью соединительной муфты к измерительному валу измерительного механизма. В измерительную емкость помещают исследуемый материал в количестве, определяемом по табл. 3 в соответствии со структурой и выбранным цилиндри-

ческим устройством, и устанавливают ее на вискозиметре, закрепив рычагом.

Таблица 3

Заполняемое количество материала

| Цилиндрическое измерительное устройство | Количество материала, см ³ |
|---|---------------------------------------|
| N | 11 |
| S ₁ | 25 |
| S ₂ | 30 |
| S ₃ | 50 |
| H | 17 |

Проведение испытания

Для измерения реологических характеристик пробы теста берут после замеса и через каждые 15 минут после начала брожения.

Устанавливают минимальную скорость вращения внутреннего цилиндра рукояткой. Для снятия показаний с измерительного прибора нажимают кнопку 19 (см. рис. 2), включая показывающий прибор. Переключатель диапазона устанавливают в положение I. Включают привод внутреннего цилиндра, нажимая кнопку 18 (см. рис. 2). С помощью рычага управления и переключателя числа оборотов устанавливают ступени числа оборотов (1, 2, 3 и т.д.), которым соответствует определенная величина сдвига γ . Каждому значению скорости сдвига соответствует показание α измерительного прибора. Показания прибора снимают на всех скоростях сдвига до зашкаливания. Рекомендуется получить не менее 10 точек кривой течения. По полученным результатам определяют реологические характеристики теста в процессе брожения.

Обработка результатов

Обработка результатов заключается в определении величины касательного напряжения сдвига τ , эффективной вязкости η и последующем построении кривой течения и графика зависимости эффективной вязкости от скорости сдвига.

Расчет напряжений сдвига (в Па) производят по формуле:

$$\tau = \alpha \cdot Z, \quad (10)$$

где α – показания прибора, дел.шк.;

Z – постоянная цилиндра, Па.

Постоянная цилиндра приводится в паспортных данных прибора.

Вязкость $\eta_{эф}$ исследуемого образца (в Па·с) определяется по формуле:

$$\eta_{эф} = \frac{\tau}{\gamma}, \quad (11)$$

где γ – скорость деформации сдвига, с^{-1} .

По результатам измерений строят кривые течения: $\gamma=f(\tau)$ и $\eta_{эф}=f(\gamma)$. Находят коэффициент консистенции, индекс течения и предельное напряжение сдвига. По форме графика делают вывод о наличии аномалии вязкости и об изменении структуры исследуемого материала в результате интенсивного механического воздействия.

Коэффициент консистенции характеризует вязкость: чем выше коэффициент консистенции, тем больше вязкость. Индекс течения характеризует степень неньютоновского поведения материала. Чем больше он отличается от единицы, тем отчетливее проявляются его неньютоновские свойства. Для псевдопластических материалов, к числу которых относится и хлебопекарное тесто, индекс течения всегда меньше единицы.

Коэффициент консистенции находят путем продолжения кривой течения $lg\tau = \xi(lg\gamma)$ до пересечения с осью lg . Индекс течения есть тангенс угла наклона кривой течения $lg\tau = \xi(lg\gamma)$.

12.2. Определение предельного напряжения сдвига теста на приборе Структурометр СТ-1М

Область применения

Метод относится к общепринятым (нестандартным), используется для полуфабрикатов хлебопекарного производства.

Сущность метода

Методика основана на определении усилия нагружения конуса при его внедрении на определенную глубину в пищевой продукт, установлении времени релаксации напряжений, возникших при его деформировании и расчете предельного напряжения сдвига, с учетом угла при вершине конуса.

Средства измерений, лабораторное оборудование, реактивы и материалы:

Прибор Структурометр СТ-1М.

Насадка конусная (45°).

Бюксы.

Сущность метода

Методика основана на нагружении с помощью диска теста в течение определенного времени, деформация которого не превышает определенного значения, а затем в установлении усилия отрыва диска от теста и расчете адгезионного напряжения.

Средства измерений, лабораторное оборудование, реактивы и материалы:

Прибор Структурометр СТ-1М.

Диск.

Насадка АН27.

Пробник.

Подготовка пробы

Для определения адгезионного напряжения теста его раскатывают в виде пласта толщиной 4 – 5 мм и цилиндрическим пробником вырезают заготовку диаметром 50 мм, укладывают её на основание насадки АН27 и прижимают сверху кольцом, которое фиксируется с помощью байонетного соединения.

Проведение испытания

В сборе насадку вместе с тестом крепят с помощью винтов на столике Структурометра СТ-1М, а в измерительную головку вставляют диск.

Используя клавиатуру прибора, устанавливают режим 4 его работы и подводят измерительную головку прибора с диском на расстояние к поверхности теста равное 15 мм.

Тонким и острым ножом срезают заветренную поверхность тестовой заготовки на уровне верхней плоскости кольца насадки и нажимают кнопку «СТАРТ» (повторяют эту операцию в трех повторностях).

Устанавливают режим работы прибора:

F_k – усилие касания, г - 10,0

V_d – скорость деформации, мм/с - 0,5

h_d – общая деформация (глубина внедрения), мм - 0,5

t_n – время поддержания усилия нагружения, соответствующего заданной глубине внедрения диска, с - 60

Реверс.

Нажимают кнопку «СТАРТ» и после завершения работы прибора (на индикаторе /4 Выход/) числа $F = ****$, $H = *.**$ являются соответственно усилием касания (г) и пластической деформацией изделия (мм).

Обработка результатов

Адгезионное напряжение (в Па) рассчитывают как отношение усилия отрыва ($F_{отр}$) к площади диска (S).

За окончательный результат измерений принимается среднее арифметическое трех последовательных измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства: учебник / Л.Я. Ауэрман; под общ. ред. Л.И. Пучковой. – Изд. 9-е, перераб. и доп. – СПб.: Профессия, 2002. – 416 с.: ил.
2. Болдырева, Л. Контроль технологического процесса приготовления теста и выпечки хлеба в условиях малых пекарен / Л. Болдырева // Хлебное дело. – 2002. – № 1. – С. 19–21.
3. Болдырева, Л. Контроль технологического процесса приготовления теста и выпечки хлеба в условиях малых пекарен / Л. Болдырева // Хлебное дело. – 2002. – № 2. – С. 12–15.
4. Елисеева, С.И. Контроль качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции на хлебозаводах / С.И. Елисеева. – М.: Агропромиздат, 1987. – 192 с.
5. Контроль качества продукции физико-химическими методами. 1. Хлебобулочные изделия. – Изд. 2-е перераб. и доп. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 102 с.
6. Максимов, А.С. Лабораторный практикум по реологии сырья, полуфабрикатов и готовой продукции хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств / А.С. Максимов, В.Я. Черных. – М.: Издательский комплекс МГУПП, 2004. – 163 с.
7. Маслов, И.Н. Технохимический контроль хлебопекарного производства / И.Н. Маслов, К.Н. Чижова, Т.И. Шкваркина [и др.]. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 396 с.
8. Пучкова, Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства / Л.И. Пучкова. – Изд. 4-е. – СПб.: Гиорд, 2004. – 264 с.
9. Пучкова, Л.И. Хлебобулочные изделия: учебно-методическое пособие / Л.И. Пучкова. – М.: МГУПП, 2000. – 59 с.
10. Сарычев, Б.Г. Технология и технохимический контроль хлебопекарного производства / Б.Г. Сарычев. – М.: Пищепромиздат, 1956. – 404 с.
11. Сборник технологических инструкций для производства хлеба и хлебобулочных изделий. – М.: Прейскурант, 1989. – 490 с.
12. Пучкова, Л.И. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий. Ч. 1. / Л.И. Пучкова [и др.]. – СПб.: Гиорд, 2005. – 559 с.

Учебное издание

Корякина Светлана Яковлевна
Березина Наталья Александровна
Хмельёва Евгения Викторовна

**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ СЫРЬЯ,
ПОЛУФАБРИКАТОВ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ.
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ПОЛУФАБРИКАТОВ
ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Учебно-методическое пособие

Редактор И.А. Хлюпина
Технический редактор Н.А. Соловьева

Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Государственный университет – учебно-научно-
производственный комплекс»
Лицензия ИД № 00670 от 05.01.2000 г.

Подписано к печати 12.05.2011 г. Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. 3,1. Тираж 100 экз.
Заказ № _____

Отпечатано с готового оригинал-макета
на полиграфической базе ФГОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК»,
302030, г. Орел, ул. Московская, 65.