

МЕТОД ОЦЕНКИ КОНСИСТЕНЦИИ СЫРНОЙ МАССЫ НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ПРОИЗВОДСТВА И ПО ЗАВЕРШЕНИЮ ПЕРИОДА СОЗРЕВАНИЯ

Я.В. Хавров, М.П. Щетинин

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Оценка консистенции сыра и ее градация в баллах, сугубо индивидуальный процесс. На практике консистенция оценивается прямой дегустацией, т.е. при физиологическом контакте дегустатора с образцом сыра (пережевывании). Безусловно, в этом процессе присутствует ряд субъективных моментов, таких как настроение, физическое и физиологическое состояние дегустатора, его сосредоточенность на данном процессе, темп и ритм дегустации, в том числе пережевывания, состояние функционирования вкусовых рецепторов в момент дегустации и множество других сопутствующих факторов. В конечном итоге каждый эксперт по-своему оценивает консистенцию и в совокупности выводится средний балл.

Основываясь на таких данных, полученных от каждого дегустирующего, можно получить общее мнение о консистенции продукта, причем при повторной дегустации данные могут существенно отличаться от предыдущих, что подтверждает субъективность и не стабильность данного метода оценки консистенции. В этой связи и возникает потребность в создании инструментального метода оценки консистенции сыра, в котором, в отличие от существующих прямых инструментальных методов, моделировалась механическая часть физиологического процесса пережевывания.

Используемые в Сибирском научно-исследовательском институте сыроделия устройства предполагают проведение измерений сдавливания и дальнейшей релаксации образца продукта при постоянном нагружении индентора с постоянной скоростью, а также сдвиг и разрушение исследуемого образца, т.е. по существу в первом приближении моделируется процесс механического пережевывания.

Анализируя известные данные в области стоматологии, можно выделить три основных этапа воздействия на пищу: деформация (сжа-

тие), релаксация (восстановление) и сдвиг (смещение).

Представилось целесообразным вышеопределенные три этапа воздействия на пищу поставить в основу аппаратурного оформления экспериментов.

Аппарат, используемый в данной работе, состоит из двух совмещенных лабораторных установок, аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и персонального компьютера. В качестве лабораторных установок используются деформетр (на базе деформетра ДМ-2) и пенетрометр АП-4.

В совокупности установка позволяет учитывать три различные нагрузки: пенетрометр фиксирует твердость и сдвиг образца; деформетр фиксирует усилия сжатия и последующую релаксацию.

Определение структурно-механических характеристик с помощью математического анализа предлагали проводить многие ученые. Однако большинство из них не учитывали тот комплекс показателей, который присущ органолептической оценке пищевых продуктов.

В связи с тем, что результаты экспериментов, получаемые при использовании различных методов определения реологических характеристик сырной массы линейно не зависят друг от друга, представляется целесообразным предложить коэффициент пересчета. Последний позволит систематизировать всю совокупность экспериментального материала и совместить показатели динамики изменения различных реологических характеристик продукта с учетом технологических особенностей на каждой стадии производства.

Метод основан на непрерывной регистрации величин деформации образца при приложении к нему нагрузки и дальнейшей математической обработки полученных данных.

МЕТОД ОЦЕНКИ КОНСИСТЕНЦИИ СЫРНОЙ МАССЫ НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ПРОИЗВОДСТВА И ПО ЗАВЕРШЕНИЮ ПЕРИОДА СОЗРЕВАНИЯ

1. Аппаратура, средства измерений, вспомогательные устройства

При определении реологических характеристик сыра используются:

- 1.1. Пенетрометр АП-4.
- 1.2. Дефометр (на базе ДМ-2) схема которого изображена на рисунке 1.
- 1.3. Аналого-цифровой преобразователь (АЦП).
- 1.4. Персональный компьютер.
- 1.5. Ультратермостат V10.
- 1.6. Вспомогательные устройства:
 - штамп-просечка для отрезки образцов в форме цилиндра диаметром 10 мм из сыра;
 - устройства для отрезки цилиндрических образцов по длине в размеры 12 и 10 мм.

2. Отбор и подготовка образцов

2.1. Так как исследуются образцы сыра, формирование которого проводится из пласта, давление при прессовании распределяется равномерно по всей поверхности головки, и дальнейшие условия при созревании идентичны для всей головки, то можно предположить, что отклонения структурно-механических свойств по головке сыра в одной плоскости относительно линий симметрии будут весьма незначительными. Поэтому головку сыра делим на четыре части по мнимым линиям симметрии и берем для анализа одну четвертую часть. Учитывая то, что в технологии получения сыра, на стадии прессования проводят перепрессовки, можно предположить, что в этой одной четвертой части, взятой для исследования, распределение структурно-механических свойств в слоях верхней и нижней части головки сыра, относительно горизонтальной плоскости симметрии, будет идентично, а отклонения – минимальны. Также для получения замеров в глубине сырного теста и дальнейшего учета распределения показателей по всей глубине головки сыра мы делим эту часть сыра относительно горизонтальной плоскости симметрии.

2.2. На $\frac{1}{4}$ часть головки анализируемого сыра наносится трехмерная сетка с форматом ячейки 20x20x20 мм из которых в дальнейшем производят отбор проб.

2.3. Пробоотборником из сыра, по нанесенной сетке, вырезаются образцы цилиндрической формы диаметром 10 мм и высотой 30 мм.

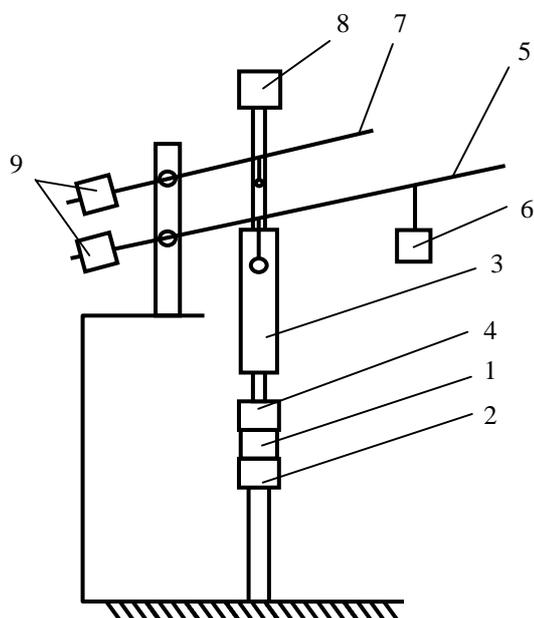


Рисунок 1 – Дефометр:
1 - образец сыра; 2 - стол;
3 - большой цилиндр; 4 - малый цилиндр с плитой; 5 - рычаг большого цилиндра; 6 - груз;
7 - рычаг малого цилиндра;
8 - датчик; 9 - противовес

2.4. С помощью специального устройства каждый цилиндрический образец сначала срезают со стороны коркового слоя до высоты 12 мм, затем аналогичным устройством образец отрезается с другой стороны до высоты 10 мм. Таким образом, подготовленные образцы имеют форму цилиндра диаметром 10 мм и длиной 10 мм. Допускаемое отклонение от номинальных размеров составляет $\pm 0,2$ мм.

2.5. Отобранные образцы заворачивают в алюминиевую фольгу и помещают в термостат. Температура термостатирования 20 °С; время – 1 час.

3. Описание установки для определения реологических характеристик сыра

Аппарат, используемый в данной работе, состоит из двух совмещенных лабораторных установок, аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и персонального компьютера. В качестве лабораторных установок используются дефометр (на базе дефометра ДМ-2) и пенетрометр АП-4.

В совокупности установка позволяет учитывать три различные нагрузки: пенетрометр фиксирует твердость и сдвиг образца; дефометр фиксирует усилия сжатия и последующую релаксацию.

4. Выполнение измерений

- 4.1. Включают персональный компьютер.
- 4.2. Подготовленные и термостатированные образцы сыра помещают в приборы.
- 4.3. На персональном компьютере запускают программу, которая при помощи АЦП фиксирует значения.
- 4.4. Подают нагрузку приборами на образцы сыра.
- 4.5. Через 5 с пенетрометр отключается.
- 4.6. Через 60 с дефометр прекращает сдавливать образец и начинает фиксировать значения релаксации.

В компьютерной программе получаем графики зависимости величин деформации от времени и табличные значения: глубина погружения индентора пенетрометра в образец сыра; величина сжатия образца и величина восстановления его первоначальных размеров.

5. Обработка результатов измерений

- 5.1. Расчет среднеквадратичных значений.
- 5.2. Расчет среднеквадратичных отклонений СКО.
- 5.3. Расчет коэффициента пенетрации на всех этапах получения сыра

$$k_{1_i} = \frac{m_i}{K_{ср_i} \pm СКО_i},$$

где k_{1_i} – коэффициент пенетрации на определенном этапе получения сыра;
 $K_{ср_i}$ – полное среднее значение пенетрации на определенном этапе получения сыра;
 i – этап получения сыра;
 $СКО$ – среднеквадратичное отклонение;
 m_i – масса образца.

- 5.4. Расчет коэффициента деформации на всех этапах получения сыра

$$k_{2_i} = \frac{m_i}{K_{ср_i} \pm СКО_i},$$

где k_{2_i} – коэффициент деформации на определенном этапе получения сыра;
 $K_{ср_i}$ – полное среднее значение деформации на определенном этапе получения сыра;
 i – этап получения сыра;
 $СКО$ – среднеквадратичное отклонение;
 m_i – масса образца.

- 5.5. Расчет коэффициента пересчета при пенетрации

$$K_1 = \frac{\sum k_{1_i}}{i},$$

где K_1 – общий коэффициент пенетрации;
 k_{1_i} – коэффициент пенетрации на определенном этапе получения сыра;
 i – этап получения сыра.

- 5.6. Расчет коэффициента пересчета при деформации

$$K_2 = \frac{\sum k_{2_i}}{i},$$

где K_2 – общий коэффициент деформации;
 k_{2_i} – коэффициент деформации на определенном этапе получения сыра;
 i – этап получения сыра.

- 5.7. Расчет коэффициента текстуры сыра.

$$K_{ТЕКСТУРЫ} = \frac{K_1 + K_2}{2}.$$

Метод основан на вычислении коэффициентов пересчета, коэффициента текстуры сыра и соотношении этих значений с балльными органолептическими оценками.

МЕТОД ОЦЕНКИ КОНСИСТЕНЦИИ СЫРНОЙ МАССЫ НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ПРОИЗВОДСТВА И ПО ЗАВЕРШЕНИЮ ПЕРИОДА СОЗРЕВАНИЯ

Вычисление коэффициентов пересчета и коэффициента текстуры осуществляется согласно методике определения структурно-механических свойств, предложенной в Сибирском научно-исследовательском институте сыроделия.

Имея таблицу зависимости коэффициентов и балльной оценки консистенции, полученную на основании математических расчетов и органолептической оценки качества сыра, мы можем прогнозировать его качество (консистенцию) на различных стадиях получения продукта.