

<https://doi.org/10.67290/2026.dw.17>

УДК 637.34

Василий Валерьевич Калабушкин, канд. тех. наук

Анастасия Николаевна Шишкина

ВНИИМС – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Углич

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СЫРОВ ДЛЯ ПИЦЦЫ

Статья посвящена анализу функциональных свойств сыров для пиццы – отдельной группы продуктов, наиболее востребованной в сегменте HoReCa. В отличие от традиционных сыров эти продукты содержат эмульгирующие соли, а их ключевые свойства проявляются только после высокотемпературной обработки (выпечки пиццы). Показано, что функциональные свойства определяются комплексом технологических факторов: составом сырья, видом и дозой эмульгирующих солей, параметрами термомеханической обработки. Отмечена необходимость разработки объективных методов контроля функциональных свойств для выходного контроля на производстве и предприятиях общественного питания.

Ключевые слова: сыры для пиццы, функциональные свойства, HoReCa, термомеханическая обработка, эмульгирующие соли

UDC 637.3.05

Vasilii Valer'evich Kalabushkin, Cand. Sci. (Engineering)

Anastasia Nikolaevna Shishkina

VNIIMS – Branch of Gorbатов Research Center for Food Systems, Uglich

FUNCTIONAL PROPERTIES OF PIZZA CHEESES

The article is devoted to the analysis of functional properties of pizza cheeses – a separate product group that is most in demand in the HoReCa segment. Unlike traditional cheeses, these products contain emulsifying salts, and their key properties are manifested only after high temperature treatment (baking pizza). It is shown that functional properties are determined by a complex of technological factors: raw material composition, type and dosage of emulsifying salts, and parameters of thermomechanical treatment. The need to develop objective methods for controlling functional properties for final control at manufacturing plants and catering enterprises is highlighted.

Keywords: pizza cheeses, functional properties, HoReCa, thermomechanical treatment, emulsifying salts

Сыры для пиццы - отдельная группа сыров, наиболее востребованная в HoReCa. Эти продукты отличает от традиционных сыров наличие эмульгирующих солей, выполняющих роль чеддеризации сырной массы. Температура тепловой обработки ниже 75 °С мягко воздействует на белок сыров в отличие от температур плавления сыра.

Качество сыров для пиццы оценивается прежде всего наличием функциональных свойств, проявляющихся только после высокотемпературной обработки – выпечки самой пиццы.

Функциональные свойства можно разделить на две категории: объективные и субъективные (органолептические). К объективным свойствам относят те, которые можно измерить с помощью приборов, а субъективные свойства представляют индивидуальную оценку экспертов или потребителей.

Наиболее важными функциональными свойствами, которыми должен обладать сыр для пиццы являются натираемость (нарезаемость), способность к плавлению (плавимость), текучесть (растекаемость) и растяжимость.

Свойства, представляющие вторую группу, достаточно термодинамичны и проявляются только в момент выпечки сыра на пицце. В эту группу входят такие свойства как внешний вид, цвет блистеров, отделение свободных жира и влаги, образование корки, расплавленная текстура (пережевываемость, твердость, высвобождение жидкости, сочность). Дополнительно можно отнести и скорость застывания массы при охлаждении, связанную со снижением и последующей потерей эластичности и появлением тугоплавкости.

Функциональные свойства зависят от множества технологических факторов, основными из которых являются состав продукта, особенно степень зрелости сыра (функциональный белок), и параметры технологического процесса термомеханической обработки.

Первым из оцениваемых функциональных свойств является натираемость сыра. Это свойство следует считать ключевым при подготовке сыра, используемого при приготовлении пиццы в качестве основного компонента. Натираемость больше всего характеризуется твердостью сыра и связана с низкой влажностью, минимальной вязкостью и липкостью сырного ингредиента. Готовые сыры для пиццы должны обладать хорошей способностью к натиранию, т.е. продукт не должен слипаться или быть мягким, а также образовывать мелкой крошки. Для снижения липкости сырной стружки при производстве сыра для пиццы допустимо использование антислеживающих агентов.

Состояние и содержание молочного белка является определяющим фактором обеспечения натираемости и плавимости. Функционал белка в сырах для пиццы связан с технологией изготовления сыра-сырья и эмульгирующими солями. В зависимости от вида и массовой доли используемой эмульгирующей соли (цитрат или фосфат) меняется активность ее работы с кальцием, связанным с белком. Это приводит либо к дополнительному процессу чеддеризации сыра аналогично процессам, протекающим при изготовлении сыра Моццарелла, либо к ухудшению большинства функциональных свойств: растяжимости, плавимости и натираемости.

Параметры термомеханической обработки способствуют интенсификации процесса удаления ионов кальция из белковой матрицы сыра и замены его на натрий или калий во всем объеме продукта. Тем самым растет влагосодержание белка и его пластичность. Увеличение времени и температуры плавления снижает в сыре твердость и натираемость, но с ростом пластичности одновременно улучшается плавимость и растяжимость готового продукта. Понижение температуры термомеханической обработки - вынужденная мера, т.к. замедляет процесс набухания белков под действием эмульгирующих солей (работают в основном цитратные соли) и призвано сохранить слоистую текстуру сыра-сырья при низких значениях рН. В итоге ухудшается процесс эмульгирования жира, возрастает количество свободного жира, которое ведет к появлению дефектов (пороков) – излишнее отделение жира и изменение термостойкости сыра при выпечке пиццы.

Следующим свойством сыра для пиццы является плавимость (способность к плавлению). Эта способность связана с натертыми частицами сыра для пиццы, образующими при нагревании сплошную однородную массу. Готовый продукт может быть как излишне термостойким или тугоплавким даже при небольшом охлаждении, либо способным переходить в жидкое состояние. Последний вариант имеет право на существование и нередко упоминается в зарубежной классификации Dip-cheese (для смачивания и обволакивания начинки). Чаще всего подобные продукты используют в качестве начинки, топпинга в продуктах для жарки, например, в сырных палочках. Ограниченная (управляемая и контролируемая) плавимость и текучесть в горячем состоянии также востребованы в HoReCa. Такие сыры в виде слайсов используют при приготовлении горячих бутербродов. Они обладают разной степенью растекания продукта по поверхности тестовой заготовки при нагреве. Способность к плавлению сыра следует считать регламентируемым функциональным свойством [1], которое можно контролировать с помощью инструментальных методов.

Плавимость оценивается такими методами, как метод Шрайбера и тест Арнотта [2, 3]. Сущность этих методов заключается в измерении увеличения диаметра или площади основания цилиндра образца сыра и уменьшения его высоты после повторного плавления. В настоящее время контроль качества нагретых сыров осуществляют с помощью системы компьютерного зрения [4].

Регулирование способности к плавлению осуществляется подбором фосфатов и/или цитратов, температуры и длительности термомеханической обработки. Уменьшение дозы эмульгирующей соли до 1 % чаще обусловлено высоким уровнем молочнокислого процесса в сырах по типу Кальятта и накоплением значительного количества молочной кислоты в сыре-сырье. В результате низкого рН после термообработки сохраняется резинистая или творожистая консистенция сыра, в которой полностью потеряна слоистая структура и способность к растягиванию в нить.

Плавимость сыра для пиццы сильно зависит от уровня протеолиза белка, активной кислотности и массовой доли жира. Поэтому при изготовлении обязательно стараются использовать купаж незрелых и зрелых сыров, либо молодое сырье заменяют на сычужный казеин.

Оценка протеолиза белка в исходном сырье позволяет прогнозировать изменение эластичности и плавимости продукта. Активная кислотность является сильным средством корректировки текучести и слоистости сыра, особенно при повторной высокотемпературной обработке в HoReCa.

Увеличение гидрофильности белка сыра-сырья определяют взаимодействие белка и жира в сырах для пиццы, количество свободного и эмульгированного жира, качество получаемой эмульсии. Чем лучше эмульгирован жир, тем стабильнее структура сыра и меньше его растекаемость. Повышение способности к плавлению готового продукта прежде всего связано с увеличением массовой доли жира в исходной рецептуре.

В настоящее время причиной нестабильного качества сыров для пиццы является в основном использование молодого сыра-сырья, т.к. в его технологии изготовления применяются различные закваски определяющие скорость созревания, в частности, протеолиза белка. В результате в сыре-сырье наблюдается разное состояние функционального белка, отвечающего за эмульгирование жира и длину сырной нити, сильно может варьироваться уровень лактозы и галактозы и накопление значительного количества молочной кислоты.

Технология сыра для пиццы предусматривает корректировку белкового состава и свойств продукта за счет внесения сухих белковых концентратов в смесь для плавления. Однако этот прием имеет ограничения, связанные с изменением упругих и вязкостных свойств готового продукта и его эластичности. Внесение таких сухих ингредиентов требует корректировки режимов термомеханической обработки.

Самым значимым свойством с точки зрения потребителя пиццы является растяжимость сырной нити. Это свойство оценивается длиной сырной нити при растяжении, когда к нему приложено постоянное усилие: либо вертикально, либо горизонтально. Образующиеся сырные нити должны тянуться без разрыва и обладать упругостью. Это свойство является уникальным для натуральных сыров типа Паста-Филата и обязательно для всех продуктов, включая сыры и аналоги сыров, применяемые как ингредиент для пиццы [5].

Только определенное соотношение значений упругости и вязкости формируют эластичность – способность сыра растягиваться в пласт, состоящий из тонких нитей. Упругость ограничивает текучесть при нагреве и в горячем состоянии для продукта, в ряде случаев она же превращается в порок тугоплавкость при растяжении, что приводит к разрыву нити при охлаждении на воздухе. Упругость требует приложения усилия для удлинения нити. Вязкостная составляющая горячего сыра для пиццы отвечает за пластическое течение продукта без разрыва нити при растяжении в момент охлаждения на воздухе. В случае низкой вязкости продукт стекает одним потоком, не образуя множественных разделяющихся нитей сыра.

Слоистость структуры, которая дает сырные нити, является основой большинства функциональных свойств группы сыров Паста Филата и сыров для пиццы. Слоистость структуры возникает в результате чеддеризации и термомеханической обработки: в этот момент происходит пластификация теплой или нагретой сырной массы. Существует взаимосвязь между температурой плавления и временем обра-

ботки: чем выше температура плавления и интенсивность механической обработки, тем быстрее следует проводить пластификацию продукта.

Внешний вид пиццы, оцениваемый как потребителем, так и производителем, взаимосвязан с такими функциональными свойствами, как термостойкость цвета сыра при выпечке пиццы, образование блистеров и выделение свободного жира на его поверхности.

Требования к внешнему виду сыра на поверхности пиццы в разных сетях HoReCa могут отличаться. Например, одна сеть требует большее выделение жира из сыра на пицце после выпечки, минимальное растяжение расплавленного сыра, сохранение светлого цвета сыра, а другая - определенного выделения свободного жира в виде мелких капель без формирования крупных жировых пятен, образования длинных сырных нитей при растяжении, мелкие блистеры, пятнистую окраску, третья – ориентируется на достижение темно-коричневого цвета сыра при выпечке пиццы. Все эти требования связаны с особенностями используемых печей для производства пиццы, однако регулирование функциональных свойств возможно только на стадии производства сыра для пиццы.

Функциональные свойства, связанные с формированием внешнего вида после выпекания пиццы, всегда проводятся визуальными методами. При этом прежде всего выявляются дефекты, обусловленные составом сыра и режимами термомеханической обработки, в частности, ее интенсивностью. Эти факторы влияют на формирование макроструктуры продукта. В идеале это должна быть волокнистая структура, в каналах которой находятся жир, влага и некоторые углеводные компоненты.

Оценка внешнего вида сыра на поверхности пиццы проводится до растяжения сырной массы. Любое изменение технологии и состава сыра отражается на оценке поверхности и меняет интенсивность воздействия высокотемпературной обработки при выпечке пиццы.

Функциональное свойство «блистеры» определяются как выпуклые участки (пузыри) на поверхности запеченного сыра. Эти пузыри всегда кажутся более сухими, чем окружающий их сыр, чаще из-за отсутствия свободного жира или влаги и стекания с них жира вниз. Цвет блистера проявляется как интенсивность темного или коричневого оттенка и варьируется от оригинального цвета сыра до излишне темного и даже черного.

Интенсивность окраски блистера зависит от реакции Майера или сгорания белка, а также от неравномерности теплового потока воздуха в печи при выпекании пиццы. Показатель интенсивности блистерного цвета является отражением среднего цвета блистеров. Химические и кулинарные факторы, которые в наибольшей степени влияют на цвет блистера – это содержание остаточных сахаров (лактозы и галактозы), а также соотношение влаги к белку в сыре, тип печи и максимальные температуры сыра, полученные во время выпекания. Рисунок 1 содержит изображения блистерного цвета.

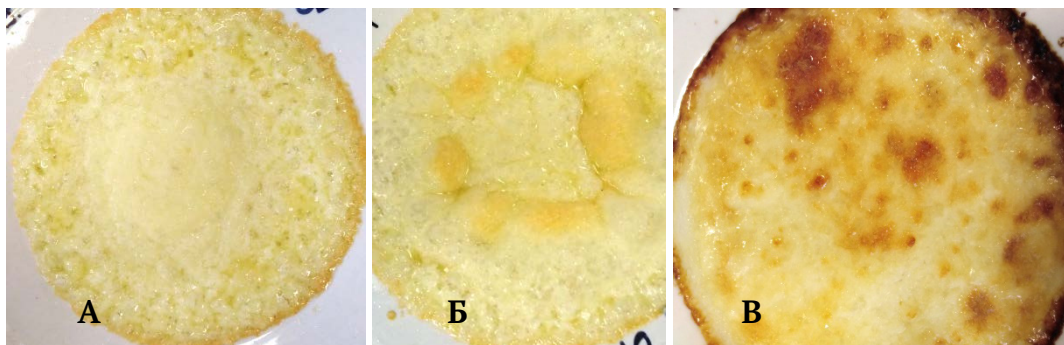


Рисунок 1. Изображения цвета блистера.

А – оригинальный цвет сыра,
 Б – слабо выраженный светлый (лактоза 0,2 %),
 В – ярко выраженный темный (лактоза 0,8 %)

Выделение свободного жира – это свойство продукта, при котором жир выходит из полостей-каналов слоистой сырной массы во время нагрева.

Высвобождаясь из белкового матрикса, свободный жир скапливается по мере охлаждения расплавленного сыра в нишах, создавая матовый вид поверхности. При высокой температуре во время выпекания пиццы происходит движение нитей казеина и возможное разрушение белковой матрицы, позволяя свободному жиру вытекать. При размягчении белковой структуры начинается плавление сыра. Таким образом, при нагревании легко плавящийся сыр для пиццы имеет тенденцию к чрезмерно большому выделению свободного жира. Это особенно заметно при плохо распределенных больших полостях-каналах с жиром из-за недостаточно интенсивной механической обработки. В конвекционных или туннельных печах, в которых температура сыра резко возрастает, и при длительной выпечке пиццы наблюдается также разрушение белкового матрикса, что ведет к существенному выделению жира. В процессе остывания пиццы белковый каркас сыра сжимается, выделяя дополнительно жир на поверхности продукта.

Идеальным случаем признается, когда свободный жир на поверхности сыра образует тонкую пленку, либо находится в виде очень мелких капель, не стекает и не образует крупных скоплений у оснований блистеров. Такое распределение жира по поверхности сыра на пицце защищает от значительной потери влаги, а сама влага обеспечивает более быстрый и равномерный прогрев продукта, его расплавление и устраняет излишнее пересыхание поверхности блистеров, не давая им потемнеть. При равномерном распределении влаги и жира в небольших полостях-каналах слоистого сыра образуются и более мелкие блистеры.

Выделение свободной влаги – это важное свойство для готового продукта отделять от сырной массы влагу во время приготовления, участвующее в формировании блистеров. Как и свободный жир, в процессе нагревания равномерно распределенная свободная влага формирует мелкие блистеры на поверхности, а часть влаги уходит в начинку, предотвращая ее пересыхание.

Большое количество свободной влаги характерно сырам для пиццы, изготовленным из молодого сыра-сырья с рН 5,4–5,5, белок которых минимально подвергался протеолизу.

При недостаточно интенсивной механической обработке скопления влаги в полостях-каналах получаются крупными, что приводит к формированию одиночных и очень крупных блистеров. При этом внешний вид продукта после выпечки ухудшается из-за образования сухого коркового слоя или темного вида поверхности сыра.

В полостях-каналах слоистой структуры сыра свободная влага и жир могут находиться вместе. В таких случаях чаще наблюдается их совместное выделение на поверхности сыра после выпечки пиццы.

Образование корки относится к внешнему виду, описывающего поведение верхнего слоя сыра для пиццы. Интенсивность обсушки слоя и образования корки после выпечки варьируется от «отсутствия» до «грубой». Оценка качества корки предусматривает отбор пробы в области без блистеров и последующий визуальный контроль толщины и твердости. Характеристика свойств образующейся корки зависит от степени зрелости, массовой доли влаги и жира сыра, параметров его производства и параметров выпечки пиццы, оборудования и условий высокотемпературной обработки.

Последняя группа функциональных свойств сыра для пиццы – это расплавленная текстура, которая оценивается органолептическим методом описательной характеристикой. Текстурные параметры продукта оцениваются, исходя из характеристик пережевывания, в то время как свойства сыра для пиццы до выпечки концентрируются на том, как кусочек сыра ломается в руке или во рту, т.е. тело продукта ломкое или эластичное. Наиболее распространенными признаками расплавленной текстуры сыра являются пережевываемость, твердость, высвобождение жидкости при пережевывании – «сочность текстуры».

Большинство атрибутов текстуры сыра для пиццы чувствительны к температуре, при которой происходит оценка свойств. Потребительская оценка функциональных свойств, чаще всего, ограничена диапазоном температур готового продукта (от 45 °С до 60 °С). Тестирование функциональных свойств в HORECA проводят в диапазоне 60–90 °С, т.е. сразу после выпечки пиццы, когда сыр хорошо расплавлен, но не слишком горячий (менее 100 °С), чтобы не вызвать дискомфорт во рту дегустатора.

Твердость (иногда описывается как плотность) сыра для пиццы определяется силой, необходимой для разжевывания (измельчения) образца, при этом продукт должен быть распределен по всей полости рта. Интенсивность твердости варьируется от мягкой до жесткой (тугоплавкой). На твердость сыра влияют несколько факторов: содержание и количество функционального белка (казеин и продукты его протеолиза), рН, зрелость сыра, характеристики теплового оборудования для выпечки и способы приготовления пиццы. Более плотный продукт дает больший риск появления дефектов консистенции.

Критерий «*Liquid release*» («сочность текстуры»), выявленный зарубежными исследователями в сырах для пиццы, характеризует высвобождение жидкой фазы –

влаги и жира при пережевывании расплавленного продукта. Он имеет важное значение, являясь связующим звеном между восприятием вкуса и оценкой консистенции. В отечественных ГОСТах на органолептический анализ сыров такой термин отсутствует. В начале органолептического испытания сыра для пиццы при его пережевывании высвобождается наибольший объем жидкой фазы. Если сыр молодой, без созревания, это органолептически положительно воспринимается потребителем. При использовании для пиццы зрелых сыров чаще формируется сухая структура, которую необходимо корректировать дополнительным внесением в рецептуру жира, влаги или эмульгирующих солей. Это обусловлено тем, что большинство компонентов: влага, жир и др. становятся эмульгированными или связанными с белками сыра. Вследствие этого текстура сыра воспринимается более сухой и требует дополнительной корректировки процесса плавления и изменения порядка внесения компонентов. Параметр «*Liquid release*» применяется в основном при оценке итальянских сыров, например, Моцареллы.

Таким образом, сыры для пиццы представляют собой продукт, обладающий функциональными свойствами, которые проявляются в полной мере после его производства и только на стадии выпечки пиццы, и которые формируют качество готового продукта больше, чем вкус и консистенция. Оценка функциональных свойств термизированных сыров охватывает множество характеристик, которые обычно игнорируются или не оцениваются для традиционных сыров. В результате оценка качества сыра для пиццы представляет собой сложный процесс, включающий объективные (методики измерений) и субъективные (органолептические) характеристики продукта, учет полученной текстуры продукта, внешний вид, плавимость и растяжимость сыра после высокотемпературной обработки.

В настоящее время факторы, оказывающие влияние на формирование функциональных свойств сыров для пиццы, являются главной движущей силой в достижении качества готового продукта. В настоящий момент разработка объективных методов оценки функциональных свойств сыров для пиццы для выходного контроля на производстве и в HoReCa остается актуальной задачей.

Список использованной литературы:

1. **Mahon, D.J.** Water partitioning in Mozzarella cheese and its relationship to the cheese meltability / D.J. Mahon, R.L. Fife, C.J. Oberg // Journal of Dairy Science. 1999. 82. P.1361–1369.
2. **Arnott, D.** Effect of certain chemical factors on the melting quality of processed cheese / D. Arnott, H. Morris, W. Combs // Journal of Dairy Science. 1957.40. P. 957–963.
3. **Muthukumarappan, K.** Modified Schreiber test for evaluation of Mozzarella cheese meltability / K. Muthukumarappan, Y.C. Wang, S. Gunasekaran // Journal of Dairy Science. 1999. 82 (6). P. 1068–1071.
4. **Hai Hong, W.** Melting characteristics of cheese: Analysis of effect of cooking conditions using computer vision technology / W. Hai Hong, S.D. Wen // Journal of Food Engineering. 2002. 51. P. 305–310. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(01\)00072-3](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(01)00072-3)
5. **Kindstedt, P.** Pasta Filata Cheeses / P. Kindstedt, M. Caric, S. Milanovic. // In: P.F. Fox, P.H.L. McSweeney, T.M. Cogan and T.P. Guinee. (Eds.). Cheese chemistry, physics and microbiology, 3rd Edition, Vol. 1, Major cheese groups. Elsevier Academic Press, London. 2004. P.251–277.