

*О.В. Дымар, Т.А. Савельева, Е.В. Ефимова
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

(Поступила в редакцию 22.12.2014 г.)

Исследовано проявление технологической наследственности при производстве пищевых продуктов. Установлено, что технологическая наследственность наблюдается при производстве пищевого продукта с использованием красителей, отбеливателей, ароматизаторов, консервантов, подсластителей, стабилизаторов, загустителей, эмульгаторов. При подборе и внесении данных ингредиентов необходимо учитывать состав продукта, способ и стадию внесения ингредиентов, интенсивность и время перемешивания, температуру, значение рН и титруемой кислотности, устойчивость ингредиентов, присутствие электролитов, минеральных веществ и гидратируемых веществ, возможность образования комплексов с другими имеющимися в системе веществами и соединениями, процессы распада, вызываемые ферментами или микроорганизмами, условия хранения и сроки годности готового продукта.

Под технологической наследственностью пищевых системах будем понимать влияние режимных параметров технологического процесса (температура, время выдержки, изменение уровня рН среды, последовательность и условия внесения компонентов) при изготовлении пищевых продуктов на свойства и качества готовых продуктов. Изучение влияния предыдущих обработок сырья на режимы последующих и конечные свойства продукта необходимо для определения рациональной последовательности их применения с целью минимизации количества технологических операций.

Технологическая наследственность в технологиях производства молочных продуктов проявляется следующим образом. На качество и свойства молочной продукции (в зависимости от вида продукта) оказывают влияние состав и свойства молока, вид и активность бактериальных заквасок, количество вносимых пищевых ингредиентов (в том числе ферментных препаратов, хлористого кальция, стабилизаторов), режимы тепловой обработки, гомогенизации, сквашивания, созревания, обработки и посолки сгустков.

Состав и свойства молока изменяются в течение года, в зависимости от стадии лактации, при заболеваниях животных. Осенью и весной наблюдается медленное сквашивание молока, снижаются скорость образования и плотность кислотных и сычужных сгустков. Кроме того, причиной несквашивания молока может быть наличие в нем антибиотиков и других веществ, подавляющих развитие молочнокислых бактерий. Плохо развиваются молочнокислые бактерии в стародойном молоке и в молоке, полученном от коров больных маститом.

Свойства молока (и полученного из него сгустка) изменяются при хранении. Так, после длительного хранения молока (сырого и пастеризованного) при низких температурах, увеличиваются вязкость и прочность кислотного сгустка, синерезис замедляется. Следовательно, молоко, хранившееся при низких температурах, целесообразно направлять на производство кисломолочных напитков и не следует использовать для выработки творога.

От состава заквасок зависит не только вкус продукции, вырабатываемой с их применением, но и консистенция. Включение в состав заквасок энергичных кислотообразователей обуславливает получение плотного колющегося сгустка с интенсивным отделением сыворотки, а малоэнергичных кислотообразователей – более нежного сгустка. Введение в закваски *Str. thermophilus*, *Lac. Cremoris* и термофильных палочек способствует повышению вязкости продукта, придает продукту эластичные свойства, препятствует выделению сыворотки.

Важным этапом производства всех молочных продуктов является тепловая обработка (пастеризация и стерилизация). В процессе тепловой обработки изменяются основные компоненты молока, а также его вязкость, кислотность, поверхностное натяжение, окислительно-восстановительный потенциал, вкус, запах, цвет молока, его способность к отстою сливок, сычужному свертыванию. При производстве кисломолочных продуктов наилучший режим тепловой обработки для получения наиболее прочного сгустка, не отделяющего сыворотки во время хранения: 80 °С с выдержкой 30 мин, 85 °С – 10 мин, 90 °С – 5 мин, 95 °С – 2 мин, 100 °С – 1 мин. Улучшение консистенции кисломолочных продуктов наблюдается при увеличении степени денатурации сывороточных белков. Частично денатурированные сывороточные белки включаются в сгусток, образованный казеином под действием молочной кислоты. Однако высокие температуры пастеризации (выше 100 °С) или слишком длительная выдержка молока

при высоких температурах, когда под действием тепла полностью коагулируют сывороточные белки, не улучшают консистенцию кисломолочных напитков.

При производстве творога и других белковых продуктов, когда необходимо удалить сыворотку, температура пастеризации должна быть гораздо ниже, чем для кисломолочных напитков, т.к. с повышением температуры пастеризации молока снижается способность сгустка выделять сыворотку. Наилучший режим пастеризации при производстве творога – 72–80 °С при выдержке 15–18 с, сыра – 70–72 °С или 74–76 °С с выдержкой 20–25 с.

Повышенные температуры нагревания замедляют свертывание молока сычужным ферментом. Наиболее критическими температурами в отношении действия на молоко сычужного фермента являются 55–65 °С. Поэтому при производстве молочных продуктов с использованием сычужного фермента (сыр) также необходимо правильно подбирать режим тепловой обработки молока.

При минимальном термическом воздействии (в процессе пастеризации, сгущения и сушки) можно получить «молоко с низкой температурой обработки». Благодаря низкотемпературному воздействию на молоко в процессе его обработки, изменения его белковой фазы незначительны, а качество, растворимость и биологические свойства такого сухого молока будет значительно выше.

Гомогенизация используется при производстве ряда молочных продуктов. Поскольку температура плавления самых тугоплавких молочных жиров 40 °С, то гомогенизация проводится при температуре 40 °С и выше, т.е. при расплавленной жировой фракции. Оптимальной является температура 60–65 °С. Если проводить гомогенизацию при более низких температурах, это может привести к сильному агрегированию и увеличению отстоя сливок, повышению вязкости. Однако гомогенизировать молоко при температурах более 70 °С не рекомендуется, т.к. на внутренней стороне гомогенизирующей головки осаждаются денатурированные белки, и забивается клапан.

При выработке кисломолочных продуктов молоко перед заквашиванием рекомендуется гомогенизировать (для кефира и йогурта, получаемых резервуарным способом, она обязательна). В результате гомогенизации повышается дисперсность жира, измельченный жир в сгустках распределяется более равномерно, увеличивается прочность сгустка, при этом несколько повышается вязкость продуктов и снижается выделение сыворотки. Вопрос о целесообразности применения

гомогенизации молока при производстве творога еще не решен, т.к. гомогенизация приводит к замедлению синерезиса. При выработке жирного творога из гомогенизированного молока уменьшаются потери жира с сывороткой, но получается дряблый сгусток, плохо выделяющий сыворотку, что затрудняет его обработку. Применение отдельной гомогенизации позволяет устранить этот недостаток. В настоящее время гомогенизацию молока применяют при производстве творога на механизированных линиях.

При производстве творога уплотнению кислотно-сычужного сгустка и выпрессовыванию из него влаги способствует добавленный к молоку хлорид кальция. Его действие усиливается с увеличением дозы, однако вносить более 600 г хлорида кальция нецелесообразно, так как сгусток образуется слишком быстро и при низкой кислотности, а творог приобретает невыраженный вкус и резинистую консистенцию.

Кроме того, при производстве большинства продуктов необходимо четко соблюдать последовательность технологических операций. Например, при производстве сыра в процессе заквашивания смеси необходимо вначале вносить закваску, чтобы обеспечить необходимый уровень кислотности, а затем сычужный фермент [1–8].

Важным моментом при производстве пищевых продуктов с использованием красителей является учет рецептурного состава, предыдущей последующей обработки которые могут проявляться следующим образом:

- при увеличении жирности и степени «взбитости» продукта интенсивность окрашивания уменьшается;

- кислотность среды может оказывать влияние на интенсивность окраски и оттенок цвета (в большей степени это относится к натуральным красителям), известно, что увеличение дозировки аскорбиновой кислоты снижает интенсивность окрашивания готового продукта;

- видимая интенсивность окрашивания продуктов увеличивается непропорционально концентрации красителя и постепенно выходит на насыщение;

- многие натуральные красители и некоторые синтетические, например индигокармин, в растворах на свету обесцвечиваются. При хранении пищевых продуктов на свету может не только ослабляться их окраска, но и меняться ее оттенок из-за разной скорости обесцвечивания компонентов смесевых красителей;

– термообработка не меняет интенсивность и оттенок цвета продукта, приготовленного с использованием синтетических пищевых красителей;

– ионы кальция и магния, содержащиеся в жесткой воде, могут давать осадки с красителями (лаки), поэтому при приготовлении растворов красителей, а также в производстве напитков во избежание помутнений рекомендуется использовать умягчённую воду;

– введение в рецептуру этилового спирта не меняет интенсивность и оттенок цвета готового продукта, окрашенного синтетическими красителями, за исключением триарилметановых (E 131, E 133, E 142), которые могут значительно обесцвечиваться в алкогольных напитках;

– в продуктах, обсемененных посторонней микрофлорой, и в кисломолочных продуктах, приготовленных с использованием мезофильных заквасок, синтетические красители могут обесцвечиваться в течение нескольких часов;

– краситель индигокармин (E 132) в присутствии редуцирующих сахаров обесцвечивается в течение нескольких суток, не рекомендуется окрашивать напитки индигокармином и смесевыми красителями, содержащими индигокармин;

– оттенок цвета раствора азорубина (E 122) зависит от качества воды и может меняться от голубовато-красного до желтовато-красного;

– натуральные красители и индигокармин, а также смесевые красители, их содержащие, не рекомендуется использовать для окрашивания пищевых продуктов длительного срока хранения (год и более) во избежание потери цвета или изменения его оттенка и/или интенсивности;

– натуральные пищевые красители не следует подвергать воздействию высоких температур, если возможность этого специально не оговорена в рекомендациях по применению;

– антоцианы (E 163) непригодны для придания молочным продуктам красного цвета, так как при значениях рН выше 4 антоцианы приобретают синеватый оттенок;

– для окрашивания молочных продуктов в красный цвет используется красный свекольный краситель (E 162) или кармины (E 120), которые устойчивы в диапазоне рН от 2 до 7;

– при окрашивании в зеленый цвет кислых продуктов (с низким значением рН) предпочтительнее использовать медные комплексы хлорофиллов (E 141), а не сам хлорофилл (E 140).

Отбеливанию подвергают муку, зерно, крахмал, орехи, бобовые, желатин, рыбные консервы, пресервы и маринады, крабовое мясо, мясо тресковых пород рыб, кишки, отдельные сорта сыра (например, «Проволон»). Однако применяемые для отбеливания окислители разрушают не только нежелательные красящие вещества, но и другие, в том числе полезные компоненты пищи, в частности витамины. Кроме того, в результате неконтролируемого взаимодействия окислителей с компонентами пищевого продукта в нем могут образовываться вредные для человека вещества.

Стадия внесения консерванта в продукт определяется технологией его производства. Оптимальным считается момент внесения сразу после пастеризации или стерилизации, когда в результате термообработки снижается общий уровень обсемененности микроорганизмами, а добавка консерванта позволяет его зафиксировать и сохранять достаточно долго.

При разработке конкретной рецептуры внесения консерванта в продукт необходимо учитывать следующее:

- кислотность среды влияет на эффективность консервантов – чем более кислую реакцию имеет продукт, тем меньше в него требуется добавлять консерванта;

- как правило, продукты пониженной калорийности имеют высокое содержание воды (активность воды большая) и легко подвергаются порче, поэтому количество добавляемого к ним консерванта должно быть на 30–40% больше, чем рекомендуется для обычных продуктов;

- добавка соли, спирта, большого количества сахара и/или другого вещества, проявляющего консервирующие свойства, снижает требуемое количество консерванта;

- консерванты, за исключением сернистого ангидрида и углекислого газа, термостойкие соединения;

- консерванты на основе сорбиновой и бензойной кислот не подвержены воздействию высоких температур, обычно используемых в пищевых технологиях. Тем не менее, если технологический процесс включает длительное кипячение продукта в открытой емкости, необходимо увеличить их дозировку, так как они могут частично улетучиваться с паром;

- двуокись серы, используемая в производстве ряда продуктов (вино, фруктовые соки и пюре), не может быть полностью заменена другими консервантами, так как двуокись серы выполняет функции не только консерванта, но и антиокислителя;

– нитриты и нитраты, применяемые в производстве мясопродуктов, не могут быть полностью заменены другими консервантами, так как выполняют в мясопродуктах еще и функцию стабилизаторов цвета.

Время внесения ароматизатора в конкретный продукт определяют, исходя из технологии производства. Например, в сыры, колбасные изделия, соусы ароматизатор добавляют вместе с солью, а в масляный крем или безалкогольный напиток – вместе с сахарным сиропом. В производстве изделий, подвергаемых тепловой обработке, для уменьшения потерь ароматизатора при нагревании необходимо вносить ароматизатор как можно позже.

При использовании подсластителей для продуктов с длительным (несколько лет) сроком годности следует обращать внимание на их стабильность при хранении. Как правило, при длительном хранении интенсивные подсластители медленно разлагаются на составляющие, безвредные для человека, но несладкие. Скорость разложения зависит от кислотности продукта и температуры его хранения. Особенно подвержен разложению аспартам, а наиболее стойким считается ацесульфам К. Кроме того, ацесульфам К быстрее других подсластителей растворяется в воде, поэтому его часто используют в производстве порошкообразных продуктов быстрого приготовления (например, сухих напитков). В пищевых продуктах, в которых технологические функции сахара важнее его сладости, рекомендуется заменять сахар не на интенсивные подсластители, а на заменители сахара. Наиболее важной областью использования сахарозаменителей и их смесей с подсластителями является производство низкокалорийных и диабетических кондитерских изделий и мороженого. Особенно удачным является использование сахарозаменителей, прежде всего изомальтита, в производстве твердой карамели. Полиолы не гигроскопичны и не кристаллизуются, вследствие чего срок годности карамели, изготовленной с сахарозаменителем, существенно дольше, чем карамели с сахаром. Поскольку полиспирты не вступают в реакцию Майяра и не карамелизуются, их использование вместо сахара в производстве сдобы и мучных кондитерских изделий приводит к получению изделий более светлых, чем обычно. Выпечные изделия с фруктозой, наоборот, подрумяниваются быстрее, поэтому температуру их выпечки следует снижать на 20–40 °С.

Использование пищевых стабилизаторов, загустителей, эмульгаторов тоже имеет свои особенности. Эффективность действия гидроколлоидов определяется не только структурными особенностями

их молекул (длиной цепи, степенью разветвления, природой мономерных звеньев и функциональных групп и их расположением в молекуле, наличием гликозидных связей), но и составом пищевого продукта, способом его получения и условиями хранения. На растворение и диспергирование гидроколлоидов влияют размер и форма их частиц, удельная поверхность, гранулометрический состав. Большое значение имеет способ приготовления раствора (дисперсии): интенсивность и время перемешивания, температура, значение рН, присутствие электролитов, минеральных веществ и гидратируемых веществ (например, сахара), возможность образования комплексов с другими имеющимися в системе соединениями, процессы распада, вызываемые ферментами или микроорганизмами. Если в процессе производства работают с горячей водой, используют преимущественно гелеобразователи, желирующие при нагревании (агар, каррагинан или желатин). Если же используется холодная вода, следует применять растворимые в холодной воде вещества (например, карбоксиметилцеллюлозу). При варке агаро-сахаро-паточного сиропа сначала загружают воду, затем набухший агар и растворяют его при кипячении в воде. После полного растворения агара (обычно достаточно кипятить его в течение 1 мин) загружают сахар-песок, по окончании растворения которого загружают патоку. Если изменить последовательность внесения компонентов в агаро-сахаро-паточный сироп, то есть сначала варить сахарный сироп, а потом добавить агар, время кипячения агаро-сахарного сиропа во избежание снижения прочности геля следует увеличить до 15–30 мин. Варьируя количество желатина, можно получить пастообразный, мягкий желированный или резиноподобный продукт. Образование геля начинается при температуре ниже 30 °С, а уже при 32–35 °С гель обратимо плавится. Прочность его зависит от рН среды, достигая максимума в интервале рН от 5,5 до 11,0. Добавка солей может полностью предотвратить образование геля.

Из-за малой термостойкости и неустойчивости в отношении гидролиза лактилаты используются преимущественно в сухих добавках, от которых требуется кратковременная эмульгирующая способность в улучшителях хлеба, хлебобулочных изделий и сладкого теста. В сухих смесях для мороженого и десертов лактилаты улучшают смачиваемость порошка, а в готовом продукте – взбитость и стабильность пены.

Молочнокислые глицериды (Е 472b) являются хорошими эмульгаторами при взбивании трехфазных систем и облегчают вспенивание (насыщение воздухом/взбивание) теста, маргаринов для

выпечки, мороженого, десертов без предварительной обработки. Но их применение ограничивается пенными продуктами с короткими сроками годности. Из-за склонности к гидролизу они могут использоваться только в порошкообразных продуктах [9–18].

Рассмотренные нюансы поведения компонентов молочных продуктов позволяют, при составлении технологии производства продукта, рациональным образом программировать конечные целевые его качества: цвет, сладость, консистенцию и др. Учет взаимодействия компонентов продукта в ходе его производства, влияние технологических параметров обработки позволяет выстроить технологию так, что на выходе мы получим продукт при минимальном количестве технологических операций, с использованием мягких режимов обработки, выходами близкими к теоретическим, но с четко обеспеченными заданными потребительскими свойствами и гарантированными показателями безопасности в течение всего срока годности продукта.

Литература

1. Горбатова, К.К. Биохимия молока и молочных продуктов / К.К. Горбатова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 344 с.
2. Дьяченко, П.Ф. Технология молока и молочных продуктов / П.Ф. Дьяченко, М.С. Коваленко, А.Д. Грищенко, А.И. Чеботарев. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 448 с.
3. Тепел, А. Химия и физика молока / А. Тепел // М.: Пищевая промышленность, 1979. – 664 с.
4. Радаева, И.А. Влияние тепловой обработки молока на качество молочных консервов / И.А. Радаева // Молочная промышленность. – 2007. – № 6. – С. 42–44.
5. Твердохлеб, Г.В. Технология молока и молочных продуктов / Г.В. Твердохлеб, Г.Ю. Сажин, Р.И. Раманаскас. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 616 с.
6. Голубева, Л.В. Хранимоспособность молочных консервов / Л.В. Голубева, Л.В. Чекулаева, К.К. Полянский. – М.: ДеЛи принт, 2001. – 115 с.
7. Дымар, О.В. Сухие молочные продукты. В поисках оптимальных решений развития производства / О.В. Дымар // Продукт.by. – 2014. – № 6(133). – С. 69–71.

8. Шалыгина, А.М. Общая технология молока и молочных продуктов / А.М. Шалыгина, Л.М. Калинина. – М.: Колос, 2004. – 200 с.
9. Скривер, Э. О консистенции йогурта / Э. Скривер, Р. Каричев, Д.М. Фолкенберг // Переработка молока.– 2007.– № 8.– С. 22.
10. Пономарев, А.Н. Совершенствование технологии йогурта питьевого типа / А.Н. Пономарев // Пищевая промышленность.– 2008.– № 3.– С. 30.
11. Сарафанова, Л.А. Применение пищевых добавок в индустрии напитков / Л.А. Сарафанова.– СПб.: Профессия, 2007.– 240 с.
12. Сарафанова, Л.А. Пищевые добавки: Энциклопедия / Л.А. Сарафанова.– 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2004.– 808 с.
13. Люк, Э. Консерванты в пищевой промышленности / Э. Люк, М. Ягер.– 3-е изд. Пер с нем. – СПб.: ГИОРД, 1998.– 256 с.
14. Нечаев, А.П. Пищевые добавки / А.П. Нечаев, А.А. Кочеткова, А.Н. Зайцев. – М.: Колос, Колос-Пресс, 2002.– 256 с.
15. Булдаков, А.С. Пищевые добавки. Справочник / А.С. Булдаков. – СПб.: «Ut», 1996.– 240 с.
16. Маюрникова, Л.А. Пищевые и биологически активные добавки: уч. пособие / Л.А. Маюрникова, М.С. Куракин. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2006. – 124 с.
17. Позняковский, В.М. Гигиенические основы питания, качество и безопасность пищевых продуктов: учебник / В.М. Позняковский. – 5-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 480 с.
18. Позняковский, В.М. Пищевые и биологически активные добавки / В.М. Позняковский, А.Н. Австриевских, А.А. Вековцев. – Москва-Кемерово: Российские университеты, 2004. – 243 с.

O. Dymar, T. Savelieva, E. Efimova

TECHNOLOGICAL HEREDITY IN THE FOOD PRODUCTION

Summary

Performance of technological heredity in the food production is investigated. It is established that technological heredity appears in the production of food product with the use of food colourings, bleaching agents, flavouring agents, preservatives, sweeteners, stabilizers, thickeners, emulsifiers. When matching and applying these ingredients it is necessary to take into account the product contents, the method and the stage of application of the ingredients, intensity and mixing time, the temperature, pH value and titrable acidity, the stability of ingredients, the presence of electrolytes, mineral substances and hydrated substances, the possibility of complexing with other substances and compounds available in the system, decay processes

caused by enzymes or microorganisms, storage conditions and expiration dates of finished product.