

Влияние режимов термообработки на относительную биологическую ценность молока

Д-р техн. наук **З.С.ЗОБКОВА**,
канд. техн. наук **Т.П.ФУРСОВА**,
канд. техн. наук **Д.В.ЗЕНИНА**,
А.Д.ГАВРИЛИНА, **И.Р.ШЕЛАГИНОВА**
ВНИИ молочной промышленности

Термическая обработка молока является основной технологической операцией при производстве молочных продуктов. Применение чрезмерно жестких режимов тепловой обработки может вызывать деструктивные процессы, приводящие к снижению биологической ценности молочных продуктов (см. рисунок). Степень изменения составных частей и технологических свойств молочного сырья зависит от температуры нагревания и продолжительности экспозиции. Так, при температуре от 80 до 90 °С и соответствующей выдержке (80 °С, 20–30 мин; 85 °С, 5–20 мин; 90 °С, 1,5–6,5 мин) наблюдаются нарушения водородных и побочных валентных связей полипептидных цепей сыровоточных белков, приводящие к их разворачиванию. При более высокой температуре (90 °С, 1,5–6,5 мин; 95 °С, 1–5,5 мин; 100 °С, 1–4 мин; 112 °С, 40 с – 2,5 мин) обра-

зуются новые водородные и дисульфидные мостики и агрегируют частицы белка.

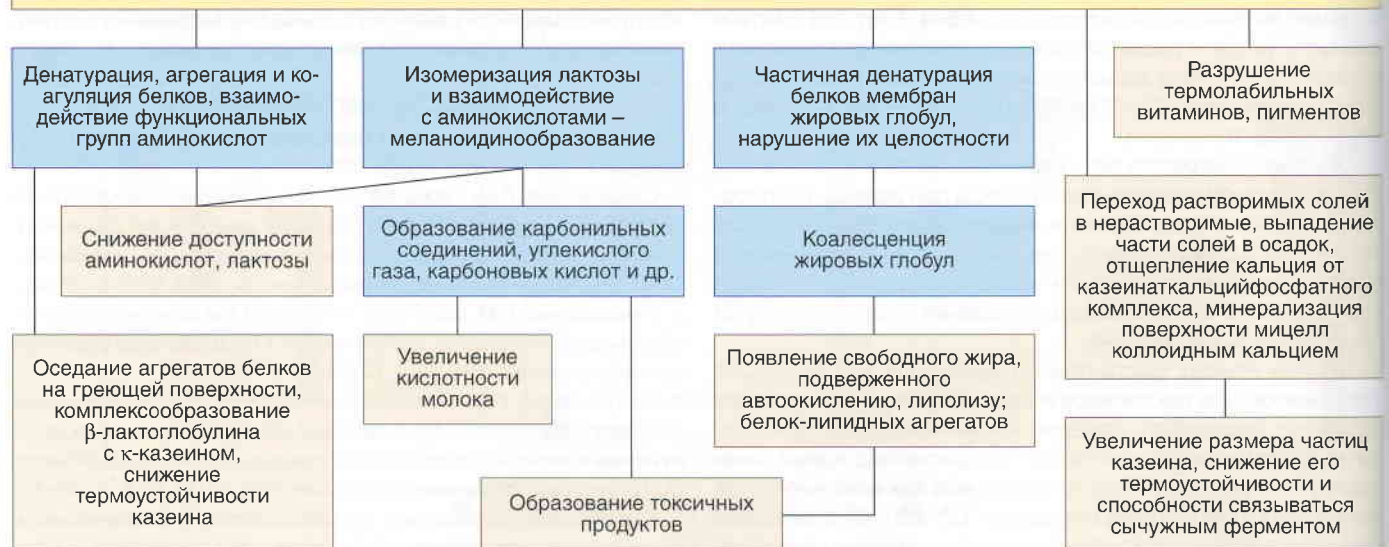
Высокие температуры способствуют увеличению удельного веса агрегатов сыровоточных белков и их размера. В молоке, нагретом до 90–140 °С, денатурированные (полимеризованные и агрегированные) сыровоточные белки либо образуют однородное покрытие мицелл казеина в виде комплексов с каппаказеином при $pH \leq 6,6$, либо находятся в плазме молока в виде растворимых агрегатов при $pH > 6,6$. Одновременно происходят изменения минеральных веществ, казеина, жира, лактозы и других составляющих молока. Казеиновые мицеллы диссоциируют. Фосфат кальция частично выпадает в осадок, частично минерализует поверхность казеиновых мицелл. Осаждение на поверхности мицелл казеина денатурированного β -лактоглобулина и фосфата кальция ведет к их укрупнению. Увеличение размера и изменение величины заряда мицелл казеина приводят к понижению термостабильности молока (А.Тепел, 2012; А.А.Васбиндер, 2003; и др.). В результате термообработки изменяются физико-химические (кислотность, вязкость,

оптические, электрохимические и другие характеристики), а также органолептические и технологические свойства молока [1–3].

Щадящая тепловая обработка не вызывает изменений аминокислот и улучшает переваримость глобулярных белков благодаря денатурации их нативной структуры, препятствующей доступу к пептидным связям пищеварительным ферментам, и инактивации их ингибиторов. Казеин в отличие от сыровоточных белков имеет беспорядочную и более доступную структуру, вследствие чего обладает высокой степенью переваримости без предварительной денатурации [4, 5].

По данным [5, 6], степень деструкции нативных полипептидов молока достигала 15–27 % при повышении температуры в интервале 65–95 °С и продолжительности выдержки. Денатурация и реструктуризация полипептидов при нагревании приводили к изменению интегральной антиоксидантной активности молока. С увеличением температуры и продолжительности выдержки усиливалось ПОЛ (повышение содержания ТБК-реагирующих продуктов при снижении каталазной активности

Негативное влияние интенсивного термического воздействия на составные части молока



Влияние длительной высокотемпературной обработки на компоненты молока

льно возможные сохранность гидных фракций молока и антигную активность обеспечивал 6 °С в течение 5 мин. Похожий наблюдался при 90 °С в тече-

высокотемпературная обработка до 135 °С и выше в течение (их секунд) обеспечивает безопасного продукта с длительной годности при минимальном и пищевой, биологической центролептических свойств пою с пастеризованным молоком. длительной высокотемпературеризации и особенно при стедии и топлении происходят ущественное повреждение белков и уменьшение доступных аминокислот. Лактоза действует с белками и свободинокислотами — происходит идинообразование (реакция, вследствие которого изменет, вкус и аромат молока. При тень органолептических изменений молока зависит от температуренного режима обработки.

идинообразование может аться при нарушении условий ого хранения готового продукульте взаимодействии кетораров с аминокислотами аминокислотами — происходит идинообразование (реакция, вследствие которого изменет, вкус и аромат молока. При тень органолептических изменений молока зависит от температуренного режима обработки.

В.М. Mehta, процент связлизина в пастеризованном тносительно сырого молока

составляет от 0 до 2 %, УВТ-молоке — от 0 до 10 %, стерилизованном молоке — от 10 до 15 %. В международной практике известно использование индикаторов степени связывания лизина в целях регуляции. Например, по содержанию фуросина определяются добавление термообработанного коровьего молока к исходному сырому буйволиному молоку при производстве сыра «Моцарелла» и качество смесей для детей грудного возраста. Итальянское законодательство ограничивает содержание фуросина в пастеризованном молоке до 8 мг/100 г белка (<0,3 % связанного лизина) с целью выявления использования иного сырья, кроме сырого молока, при производстве пастеризованного питьевого молока [6].

Одна из стадий сахароаминной реакции приводит к образованию лактулозы (лактолозолизина). Известно, что лактулоза является эффективным пребиотиком (стимулирует рост молочнокислых микроорганизмов и бифидобактерий), способствует улучшению всасывания фосфатов и солей кальция и магния, подавлению патогенной, гнилостной микрофлоры и, следовательно, снижению содержания токсичных веществ и нежелательных ферментов, а также оказывает другой позитивный эффект на организм человека. Кроме того, продукты меланоидинообразования связывают Fe^{2+} , восстанавливают пероксидные липидные радикалы (ROO^*), т.е. проявляют антиоксидантные свойства.

Г.А. Зиганшиной и др. [7] выявлена высокая чувствительность тест-культуры *Saccharomyces cerevisiae* к изменению качества молока при пастеризации и показана положительная корреляция между скоростью роста дрожжевых клеток и антиоксидантной активностью молока при различных режимах пастеризации.

Таким образом, продукты реакции меланоидинообразования оказывают неоднозначное влияние на свойства продукта. С одной стороны, они формируют вкус, аромат и цвет, обладают антиоксидантной, антимикробной (вследствие образования перекиси, подавляющей рост *E. coli* и *Listeria*), пребиотической активностью и другими полезными свойствами. С другой стороны, снижают биологическую ценность готового продукта вследствие связывания лактозы и аминокислот, особенно лизина, которые становятся труднодоступными для пищеварительных ферментов и, как следствие, плохо усваи-

ваются или не усваиваются вообще. При слишком интенсивном протекании реакции Майяра могут образовываться токсичные или канцерогенные вещества. В то же время отмечено, что высокомолекулярные меланоидины подавляют образование канцерогенных N-нитрозоаминов. При длительной высокотемпературной обработке происходят также такие негативные процессы, как деградация термолabile витаминов (вплоть до полного разрушения витаминов С, В₂, β-каротина и др.), перекисное окисление липидов, образование белок-липидных агрегатов.

Различными исследованиями отмечается негативное влияние продуктов реакции меланоидинообразования на развитие различных заболеваний человека и скорость общего старения организма. Очевидно, что в целях предотвращения образования излишнего количества продуктов реакции Майяра и снижения усвояемости белка необходим рациональный подход при обработке молока-сырья для минимизации количества стадий и общей величины термической нагрузки.

Степень усвояемости белка определяют в опытах *in vivo* и (или) *in vitro*. В опытах *in vitro* в системах «пепсин-трипсин» либо с использованием цельноклеточных сенсоров, таких как, например, простейшие инфузории *Tetrahymena pyriformis*, моделируется процесс переваривания белков в желудочно-кишечном тракте.

Известны работы Дж.А. Стотта и Х.Смита, которые установили наличие положительной корреляции между содержанием доступного лизина, метионина, аргинина и гистидина в среде ($r=0,86$ при содержании аминокислот в среде >6 г/16 г N и $r=0,63$ при содержании аминокислот в среде <6 г/16 г N) и ростом культуры *Tetrahymena pyriformis*.

В.А. Долговым и др. [8] установлено снижение численности инфузорий и степени усвоения ими азота (на 46,4 и 51,4 % соответственно) пропорционально увеличению содержания меланоидинов в лиофилизированном мясе. Полученные данные подтверждены в опытах на крысах, что свидетельствует о сходстве ферментных систем, связанных с протеолизом и усвоением белков, высших животных и инфузорий.

Цель исследований — определение влияния температурных режимов обработки молока-сырья при производстве топленого, стерилизованного и УВТ-

В Ь

ые

На правах рекламы

на правах рекламы