

кулами воды. От способности связывать воду зависят такие свойства как сочность, нежность, потери при тепловой обработке, товарный вид, технологические достоинства. Результаты проведенных исследований представлены следующими образцами:

Контроль – образец фарша, не подвергавшийся замораживанию;

Опыт 1 – образец фарша, замороженный при $t = -30^{\circ}\text{C}$ и скорости движения воздуха $v = 9,4\text{ м/с}$; Опыт 2 – образец фарша, замороженный при $t = -25^{\circ}\text{C}$ и скорости движения воздуха $v = 1,5\text{ м/с}$; Опыт 3 – образец фарша, замороженный при $t = -32^{\circ}\text{C}$ и скорости движения воздуха $v = 0,1\text{ м/с}$; Опыт 4 – образец фарша, замороженный при $t = -18^{\circ}\text{C}$ и скорости движения воздуха $v = 0,1\text{ м/с}$;

Наименьшие потери влагосвязывающей способности у образцов замороженных при температуре -30°C со скоростью движения воздуха $9,4\text{ м/с}$ – 68%, и $t = -25^{\circ}\text{C}$ со скоростью движения воздуха $1,5\text{ м/с}$ – 59%. Повышение температуры замораживания до -18°C , характеризуется понижением влагосвязывающей способности до 51%. У контрольного образца, не подвергавшегося замораживанию влагосвязывающая способность – 70%. Это объясняется тем, что при замораживании образцов с $t = -30^{\circ}\text{C}$ и $v = 9,4\text{ м/с}$ и с $t = -25^{\circ}\text{C}$ и $v = 1,5\text{ м/с}$ влияние кристаллов льда, образующихся при замораживании, минимальное, не происходит механического разрушения структуры тканей и биологических мембран. При температуре замораживания $t = -18^{\circ}\text{C}$, $v = 0,1\text{ м/с}$ кристаллы льда разрушают структуру тканей, происходят изменения гидрофильных свойств тканей и разрушение коллоидных белково-водных систем, вследствие этого понижение влагосвязывающей способности.

Влагоудерживающая способность характеризуется разностью между количеством влаги и ее отделившейся частью.

Из полученных данных видно, что при $t = -30^{\circ}\text{C}$ со скоростью движения воздуха $9,4\text{ м/с}$ и при $t = -25^{\circ}\text{C}$ со скоростью движения воздуха $1,5\text{ м/с}$ влагоудерживающая способность выше, т.е. 37-35%. А при температуре $t = -32^{\circ}\text{C}$, где $v = 0,1\text{ м/с}$ и при $t = -18^{\circ}\text{C}$, где $v = 0,1\text{ м/с}$ соответственно 32-30%. Это объясняется тем, что при низкой температуре и большой скорости замораживания образуются кристаллы льда очень малых размеров, практически не повреждающие структуру тканей и ее основных элементов. Соответственно влагоудерживающая способность сохраняется и существенно не изменяется.

Также важным универсальным показателем влияния замораживания является величина рН модельных образцов фарша - активная реакция среды, которая, воздействуя на структуру белка, влечет за собой изменение его растворимости и гидрофобности. Данные результатов та-

кие: Контроль рН= 6,62; Опыт 1 рН=6,58; Опыт 2 рН=6,43; Опыт 3 рН=6,4; Опыт рН=6,35.

Практический интерес представляет влияние замораживания на ход автолиза в период замораживания, где первостепенное значение имеет темп снижения температуры, от которой зависит скорость ферментативных процессов и количество вымерзающей влаги. Деятельность ферментов резко замедляется, но не приостанавливается даже при очень низких температурах. Скорость ферментативных и других процессов при замораживании изменяется неодинаково. Глубина развития автолитических процессов к моменту замерзания зависит от скорости замораживания, чем медленнее идет замораживание, тем более глубоко заходят автолитические процессы. Из результатов исследований видно, что с повышением температуры, величина рН снижается, а с понижением температуры – увеличивается. Это объясняется тем, что при медленном замораживании активно проходят автолитические процессы, вследствие этого величина рН понижается. При быстром замораживании процессы автолиза замедляются, и величина рН повышается.

Таким образом, понижение температуры и скорости замораживания существенно влияет на функционально-технологические свойства, а также на величину рН и массовую долю влаги и изменяет эти показатели в лучшую сторону.

ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ МЯСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ

Яблоненко Л.А.*, Лузан В.Н.**

**Забайкальский институт предпринимательства Сибирского университета потребительской кооперации
Чита, Россия*

***Восточно-Сибирский государственный технологический университет
Улан-Удэ, Россия*

Рынок замороженных полуфабрикатов принадлежит к числу наиболее перспективных. Для улучшения качества используется новое оборудование, совершенствуются технологии замораживания.

Многочисленными исследованиями доказано влияние скорости замораживания и направления движения охлаждающей среды на размер кристаллов льда и биохимические изменения в продуктах. Согласно этим исследованиям, процесс кристаллообразования зависит от условий теплоотвода, с увеличением скорости движения среды замораживания процесс ускоряется. Проводились исследования, связанные с определением оптимальных условий замораживания мясных рубленых полуфабрикатов, обеспечивающих максимальное сохранение их качества.

В наших исследованиях использована камера быстрого замораживания с температурой минус 30⁰С и расходом воздуха 26600 м³/час (мощный ледяной поток; модель компрессора D8DL-370X, воздухоохладитель GFH050/410-E).

Объектом исследований служили полуфабрикаты рубленых мясных котлет массой 80±0,5г и толщиной 0,02м. Для сравнения, применяли образцы полуфабрикатов, замороженные в морозильном ларе с температурой минус 32⁰С. Стационарной камере с температурой минус 18⁰С. И камере быстрого замораживания при температуре минус 25⁰С и скорости движения воздуха 1,5м/сек. Для наблюдения изменений, происходящих в мясопродуктах при замораживании, служил охлажденный полуфабрикат (контроль).

Замораживание котлет считали завершеным, когда среднеобъемная температура в продукте достигала минус 18⁰С. Понижение температуры в котлетах с плюс 20⁰С до минус 18⁰С, при температуре замораживания минус 18⁰С, продолжалось 270 мин.. При температуре минус 30⁰С – 135 мин.. При шоковом замораживании время активного воздействия холода составляет 20 мин. При этом прохождение фронта максимального кристаллообразования, то есть той температурной области, которая у большинства пищевых продуктов находится в пределах от минус 1⁰С до минус 5⁰С, при шоковом замораживании составляет всего 7-10 мин, против 40 мин. для стационарной камеры.

Для изучения кристаллообразования использовали метод гистологического исследования микроструктуры котлет с заливкой в парафин с последующей нарезкой срезов на санном микротоме и окрашиванием гематоксилин – эозином.

Микроструктура охлажденной котлеты характеризуется мелкозернистой, однородной массой с заключенными в ней обрывками мышечных волокон, отдельных пучков, фрагментов жировой и рыхлой соединительной ткани, а так же кусочки сухожилий и хрящей. В аморфном веществе фарша часто встречаются довольно крупные микроскопические пустоты овальной и округлой форм - это места, где были воздушные пузырьки, возникающие в процессе приготовления и обработки котлетной массы. Не разрушенные кусочки сырья сохраняют характерную микроструктуру, по которым можно судить об основных частях фарша.

В рубленых полуфабрикатах количество влаги составляет 60-70%, которая при замораживании переходит в твердое состояние с формированием определенной формы кристаллов. Как показали исследования для котлет замороженных в стационарной камере при минус 18⁰С и естественном движении воздуха размер пустот на месте растаявших кристаллов льда составляет 32,67 мкм. Эти же показатели при замораживании в холодильном ларе составляют 19,33 мкм. Микро-

структура котлет, подвергнутых шоковому замораживанию, существенно не отличается от таковой в охлажденном состоянии. Характерным для структуры замороженных этим способом котлет является наличие двух видов микропустот: одни из них с округлыми краями, другие с неровными краями. Первые – это микро пузырьки воздуха, которые образовались при перемешивании фарша. Вторые представляют собой пустоты, оставшиеся после оттаивания кристаллов льда. При измерении последних установлен их средний размер – 17,67 мкм.

Таким образом, при замораживании в стационарной камере в котлетах формируются кристаллы льда почти в два раза крупнее, чем при быстром способе замораживания.

Косвенными характеристиками процессов, происходящих в мышечной ткани при замораживании, служат изменения функционально-технологических свойств котлетного фарша - растворимость белков мясной системы, изменение поглощения мышечной тканью красителя - нейтрального красного, потерям мясного сока при тепловой обработке и при центрифугировании

Изучение сорбции нейтрального красного котлетным фаршем показало увеличение сорбционной способности при всех способах его замораживания, что можно объяснить разрыхлением микроструктуры полуфабриката в результате механического действия льда, способствующего лучшему проникновению красителя в ткань. Так, образцы фарша, подвергнутые замораживанию при минус 18⁰С, имели сорбционную способность 51,3мг/см³ и в тоже время самые крупные кристаллы льда 32,67 мкм.

Таким образом, проведенные исследования показали, что изменения в мясной системе при всех режимах замораживания сохраняют направленность. Однако при использовании условий интенсивного теплоотвода процесс кристаллообразования протекает в течение 7-9 мин с формированием мелких кристаллов льда с небольшими изменениями технологических свойств котлет. Из результатов исследований видно, что замораживание образцов при температуре минус 18⁰С приводит к увеличению отделения сока по сравнению с не морожеными образцами на 15-20%. Большие потери сока при центрифугировании образцов фарша обусловлены значительным нарушением микроструктуры мышечных волокон и денатурационными изменениями белковой структуры.

Сопоставление данных дегустационной оценки кулинарных изделий, приготовленных из полуфабрикатов, подвергнутых разным режимам замораживания, позволяет сделать заключение о том, что условия теплоотвода влияют на качественные характеристики продукта. Органолептические показатели свидетельствуют о том, что наиболее высокую балловую оценку получили

изделия, приготовленные из полуфабрикатов замороженных при интенсивном отводе тепла - 4,9 балла, против 3,8 баллов у продукта замороженного при минус 18⁰С,

Доказательством положительного влияния кратковременного, интенсивного теплоотвода на качество рубленых полуфабрикатов является сокращение потерь массы при термообработке у образцов, замороженных при всех режимах. Так, полуфабрикаты, замороженные при «шоковых» условиях имели потери массы 20,3 %, образцы котлет замороженные при минус 18⁰С имели потери массы 28,57 %, а образцы, замороженные при минус 32⁰С и без движения охлаждающей среды - 25,71%.

Таким образом, используя комплекс методов оценки качества мясных рубленых полуфабрикатов, замороженных традиционными воздушными методами и в условиях шокового замораживания, получены новые данные функционально-технологических, гистологических и органолептических показателей. Это доказывает, что быстрое замораживание в современных камерах в мощном ледяном потоке воздуха обеспечивает высокое качество мясopодуKтов. Позволяет прогнозировать высокое качество таких продуктов при хранении, а так же однозначно говорить о целесообразности использования камер шокового замораживания для холодильной обработки широкого ассортимента рубленых мясных полуфабрикатов производимых на мясopерерабатывающих предприятиях малого бизнеса и предприятиях общественного питания.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ НА РАСТВОРИМОСТЬ БЕЛКА, СОРБЦИОННУЮ СПОСОБНОСТЬ, ПОТЕРИ МЯСНОГО СОКА

Яблоненко Л.А.

*Забайкальский институт предпринимательства
Сибирского университета потребительской
кооперации
Чита, Россия*

Важными характеристиками процессов, происходящих в тканях при замораживании, служат изменения растворимости мышечных белков, сорбционной способности белков на основании связывания красителя и потерь мясного сока при центрифугировании, о чем свидетельствуют проведенные исследования.

В мясе, замороженном в камере при температуре -18⁰С, понижение растворимости белков саркоплазмы и миофибрилл и способности мышечной ткани удерживать воду более выражено. Таким образом, в образцах мяса, подвергнутого замораживанию, наблюдается понижение растворимости саркоплазматических и миофибрилярных белков. Установлено, что минимальные

изменения в белковой системе у образцов мяса, замороженного при высоких скоростях движения воздушного потока, а максимальные при низких.

Из полученных данных видно, что при t = -30⁰С и скорости движения воздуха v = 9,4 м/с растворимость белков составляет 41,9%; при t = -25⁰С и скорости движения воздуха v = 1,5 м/с растворимость белков составляет 38,4%; при t = -32⁰С, v = 0,1 м/с растворимость составляет 37,4, а при t = -18⁰С, v = 0,1 м/с - 30,9%. Это объясняется тем, что при низкой температуре замораживания и большой скорости движения холодного воздуха белки подвергаются денатурационным изменениям в меньшей степени, природные свойства белков (растворимость, удерживание влаги) сохраняются лучше. При высокой температуре замораживания белки подвергаются денатурационным изменениям в большей степени, белки утрачивают свои свойства, вследствие этого растворимость понижается.

О происходящих структурных изменениях в ткани при замораживании судили также по сорбционной способности белков замороженных модельных образцов фарша. Из приведенных данных видно, что при t = -30⁰С, v = 9,4 м/с сорбционная способность составляет 40,8, при t = -25⁰С, v = 1,5 м/с - 43,2, при t = -32⁰С, v = 0,1 м/с - 47,7, при t = -18⁰С, v = 0,1 м/с - 51,3.

Эксперименты показали, что в результате повышения температуры замораживания наблюдается увеличение связывания красителя, так как изменения сорбции является результатом альтерационных изменений клеточных белков. Усиление окраски объясняется тем, что на поверхности молекул нативных белков количество свободных положительно заряженных радикалов мало и появляются они только при повреждении ткани. Наблюдаемое увеличение сорбционной способности, можно объяснить разрыхлением микроструктуры фарша. В результате механического действия льдообразования, способствующего лучшему проникновению красителя в ткань. При этом возникающие в результате образования и роста кристаллов льда механические напряжения могут превысить энергию связей внутри белковых макромолекул и вызвать их разукрупнение с образованием активных химических групп, легко вступающих в реакции с красителями.

Также одной из причин повышения или понижения сорбции является освобождение или маскирование ионизированных групп, в результате структурных перестроек белковой молекулы. Происходит сжатие белковой глобулы, количество заряженных, в том числе и SH – групп понижается, что и сказывается на сорбции красителя. Дальнейшее изменение сорбции коррелирует с поведением SH – групп.

Из исследований видно, что при замораживании образцов фарша при t = -30⁰С, v = 9,4 м/с потери мясного сока при центрифугировании составляют 4,06. При t = -25⁰С, v = 1,5 м/с поте-