

УДК 641.81-035.575:641.528

## МЕТОД БЛИЗКРИОСКОПИЧЕСКОГО ОХЛАЖДЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ ШКОЛЬНОГО ПИТАНИЯ

*С.Л. Масанский, Т.М. Рыбакова*

Предложено для увеличения сроков хранения кулинарной продукции использование глубокого охлаждения в зоне близкриоскопических температур. Объектом исследований являлись тефтели, приготовленные по традиционной рецептуре и технологии. Изучено влияние близкриоскопических температур ( $2\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ) на стабильность качества кулинарной продукции. Определены оптимальные сроки хранения. Данный метод хранения рекомендован для централизованного производства готовой кулинарной продукции для школьного питания, что позволит значительно увеличить продолжительность хранения и стабилизировать качество продукции по сравнению с методом охлаждения при традиционных температурах.

### Введение

Централизованное производство кулинарной продукции на индустриальной основе и снабжение ею школьных столовых – наиболее рациональная форма организации технологического процесса в школьном питании. Одним из ключевых этапов технологического процесса является сохранение готовой пищи в течение времени, необходимого для доставки и организации потребления в школе. При этом применяют различные методы ее сохранения: в горячем, в охлажденном, в замороженном и в полуконсервированном видах. Каждый из этих методов имеет определенные преимущества и недостатки, поэтому выбор их зависит от ряда факторов: экономической эффективности, уровня профессиональной подготовки персонала доготовочных предприятий, качества и потребительских свойств продукции, обслуживаемого контингента питающихся.

Наиболее перспективный метод – сохранение и транспортировка готовых блюд в охлажденном виде. Однако этот метод имеет определенные недостатки, прежде всего, связанные с относительно низкой стабильностью качества продукции по микробиологическим, физико-химическим и органолептическим показателям. В результате ограничены сроки хранения охлажденной пищи в пределах 48 часов с момента приготовления, что недостаточно для организации стабильного снабжения сети объектов школьного питания в пределах всего района [1]. В этой связи актуально увеличение сроков хранения кулинарной продукции физическими методами, т.к. использование различного рода консервантов в школьном питании недопустимо.

Охлажденные продукты являются особо скоропортящимися. Время, в течение которого качество продукта поддерживается на уровне, приемлемом для потребителя, может быть названо сроком хранения [2]. Срок хранения продукта определяется нежелательными изменениями качества, вызванными биологическими, химическими, биохимическими и физиологическими причинами, или соображениями пищевой безопасности, связанными с ростом пищевых патогенов, которые не обязательно вызывают изменения качества продукта. Существует ряд справочников, в которых приведены перечни сроков хранения охлажденных продуктов, так как каждый продукт имеет свой срок хранения, зависящий от конкретной рецептуры, ингредиентов и применяемых условий производства и хранения. Если некоторые из перечисленных факторов меняются, срок хранения подлежит изменению [3]. В литературе имеются некоторые общие рекомендации для охлажденных продуктов, но срок хранения продукта должен определяться уже при его разработке на научной основе.

Цель проведенных исследований – обосновать целесообразность метода близкриоскопического охлаждения в технологии централизованного производства кулинарной продукции на примере соусных мясных рубленых изделий для более эффективной ее организации в школьном питании.

Метод сохранения высокого качества охлажденных продуктов в течение продолжительного периода при использовании близкриоскопических температур предложен Н.А.Головкиным [4] как принципиально новое направление холодильной технологии. Этот метод известен как метод переохлаждения, легкого или частичного замораживания, глубокого охлаждения и подмораживания. За рубежом наиболее распространен термин «переохлаждение». В странах СНГ данный метод холодильной обработки называется глубоким охлаждением, или подмораживанием. Термины «глубокое охлаждение» и «переохлаждение» не отражают физического смысла явлений, поскольку в продуктах животного происхождения всегда имеет место кристаллообразование. Однако они приняты в технологии производства, так как подчеркивают сходство данной продукции с охлажденной. Наиболее правильным, соответствующим физическому смыслу происходящих процессов, является термин «подмораживание». Возможность применения температуры, близкой к криоскопической, изучена для хранения свежих продуктов. При этом установлено, что продукты, охлажденные в этой зоне температур, характеризуются тем, что в них продолжают происходить биологические и химические изменения, но скорость этих изменений существенно замедлена. Имеющиеся данные свидетельствуют о большом интересе к проблеме сохранения продуктов в условиях близкриоскопических температур. Применение близкриоскопического охлаждения в технологии централизованного производства кулинарной продукции может позволить увеличить сроки хранения продукции и стабилизировать ее качество. При этом обеспечивается ресурсосбережение по сравнению с методами замораживания, т.к. не требуются существенные затраты энергии на обеспечение фазового перехода жидкой фракции блюд и изделий в твердое состояние.

#### **Экспериментальная часть**

С целью изучения стабильности качества кулинарной продукции при близкриоскопических температурах, определения безопасных сроков хранения был проведен ряд исследований. Объектом исследований являлись тефтели, приготовленные по традиционной рецептуре и технологии [5, 6]. Тефтели с соусом хранили в стеклянной таре, укупоренной полиэтиленовыми крышками в условиях охлаждения в течение 30 суток. Применялись три режима холодильного хранения: близкриоскопический – при температуре  $(-2 \pm 0,5^\circ\text{C})$ , при температуре  $(0...+4)^\circ\text{C}$  и при температуре  $(+4...+8)^\circ\text{C}$  (традиционный). Для контроля качества применяли общепринятые методы анализа органолептических показателей, массовой доли титруемых кислот, активной кислотности; определение количественного и видового состава микрофлоры, накопление летучих жирных кислот, содержания аммиака, содержания жира, качественные изменения липидов (перекисное, кислотное, бензидиновое и тиобарбитуровое числа). Работа выполнялась в лаборатории кафедры «Товароведение и организация торговли» УО «Могилевский государственный университет продовольствия».

Органолептическая оценка исследуемых образцов производилась по пятибалльной шкале с учетом коэффициентов весомости после регенерации охлажденных тефтелей до температуры подачи блюда –  $65^\circ\text{C}$ . Результаты балльной оценки органолептических показателей качества тефтелей с соусом приведены в таблице 1.

Следует отметить, что при близкриоскопических температурах жидкая фаза блюда еще не перешла в твердое состояние, характерное для замороженного продукта. Было выявлено, что изделия, хранящиеся при близкриоскопической температуре, пригодны к употреблению в течение всего срока хранения (30 суток). При хранении тефтелей при температуре  $(0...+4)^\circ\text{C}$  на 15-е сутки изменяется цвет тефтелей до светло-серого, у соуса наблюдается образование значительного количества пленок на поверхности, также изменяется цвет соуса и появляется слегка кисловатый привкус и запах. При этом ухудшение органолептических показателей качества наиболее интенсивно протекает у соуса, чем у тефтелей. При температуре  $(+4...+8)^\circ\text{C}$  аналогичные изменения протекают значительно

активнее и уже на седьмые сутки качество становится неудовлетворительным.

Таблица 1 – Балльная оценка органолептических показателей качества тефтелей с соусом

Температура хранения	Срок хранения, дни						
	0	5	10	15	20	25	30
$(-2\pm 0,5)^\circ\text{C}$	97,6	98,8	91,8	90,4	71,7	68,0	63,7
	89,6	93,8	87,0	85,3	72,5	60,8	55,6
$(0\dots+4)^\circ\text{C}$	97,6	96,8	85,4	68,4	60,1	57,9	-
	89,6	91,2	84,6	62,4	53,3	50,2	-
$(+4\dots+6)^\circ\text{C}$	97,6	90,4	62,6	52,5	46,7	-	-
	89,6	88,6	58,4	49,8	36,9	-	-

Примечание – в числителе приведены данные для тефтелей, в знаменателе – для соуса.

Микрофлора исследуемых изделий при холодильном хранении представлена бактериями, актиномицетами, плесенями и дрожжами. В исследованном температурном интервале  $(-2\pm 0,5)^\circ\text{C}$  в основном преобладают мезофильные и психрофильные микроорганизмы. Быстрое охлаждение готовых изделий после тепловой обработки способствует предупреждению вторичной микробной обсемененности. В исследованных образцах определялись показатели ОБО и видовой состав микрофлоры. Данные исследований представлены на рисунках 1 и 2.

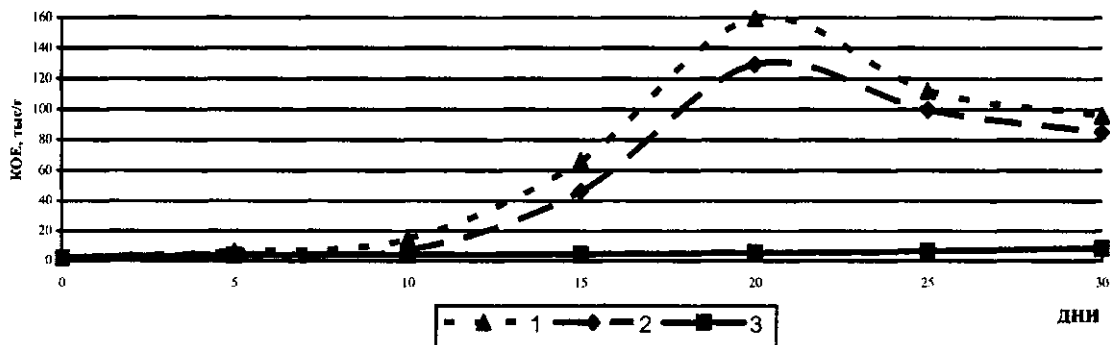


Рисунок 1 – Изменение общей микрофлоры тефтелей при хранении

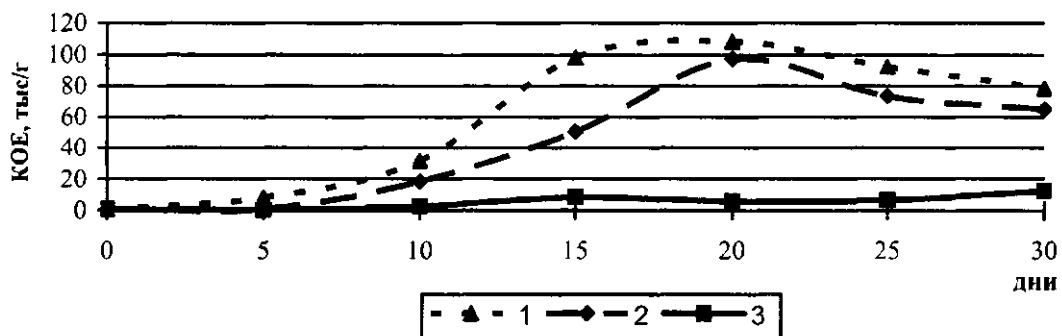


Рисунок 2 – Изменение общей микрофлоры соуса при хранении

Исходное количество микроорганизмов в 1 г продукта в среднем составляет не более  $10\cdot 10^3$ . Качественный состав представлен как кокковой, так и палочковидной грамположительной микрофлорой. Из кокковых микроорганизмов преобладают микрококки, стрептококки и тетракокки. С увеличением срока хранения при температурах  $(+4\dots+8)^\circ\text{C}$  и  $(0\dots+4)^\circ\text{C}$  (позиция 1 и 2 соответственно) значительно возрастает ОБО продукта, достигая своего максимального значения ( $100\text{--}160\cdot 10^3$ ) на пятнадцатые–двадцатые сутки. После чего происходит постепенное снижение количества микроорганизмов, что возможно обусловлено изменениями реакции среды в кислую сторону и созданием неблагоприятных условий для развития гнилостных микроорганизмов. Снижение величины рН (таблица 2) оказывает

существенное влияние и на видовой состав микрофлоры. Кислая среда продукта способствует развитию кокковых микроорганизмов. При величине рН 5,0–5,5 возможно развитие acidофильных микроорганизмов, рост которых приводит к изменению органолептических показателей качества. Продукты приобретают нехарактерный кислый вкус и запах, что и было отмечено при традиционном режиме хранения, кроме того, на 15-20 сутки был выявлен рост плесневых грибов, а также грамотрицательных палочек, которые способствуют быстрой порче продукта.

С увеличением срока хранения при температуре  $(-2 \pm 0,5)^\circ\text{C}$  наблюдается незначительное колебание ОБО (позиция 3), обусловленное сдвигом величины рН в сторону, наиболее неблагоприятную для роста микроорганизмов (в частности, кокковых форм). В течение всего срока хранения бактерии группы кишечной палочки и протей выявлены не были.

Таблица 2 – Изменение показателя активной кислотности (рН)

Активная кислотность (рН)	Срок хранения, сутки						
	0	5	10	15	20	25	30
температура $(+4 \dots +8)^\circ\text{C}$	<u>5,79</u>	<u>5,76</u>	<u>5,72</u>	<u>5,69</u>	<u>5,58</u>	<u>5,56</u>	<u>5,50</u>
	5,79	5,75	5,70	5,63	5,57	5,51	5,50
температура $(0 \dots +4)^\circ\text{C}$	<u>5,79</u>	<u>5,78</u>	<u>5,76</u>	<u>5,72</u>	<u>5,68</u>	<u>5,62</u>	<u>5,57</u>
	5,79	5,77	5,70	5,65	5,61	5,54	5,52
температура $(-2 \pm 0,5)^\circ\text{C}$	<u>5,79</u>	<u>5,78</u>	<u>5,77</u>	<u>5,75</u>	<u>5,73</u>	<u>5,68</u>	<u>5,65</u>
	5,79	5,77	5,72	5,69	5,64	5,61	5,61

Примечание – в числителе приведены данные для тефтелей, в знаменателе – для соуса.

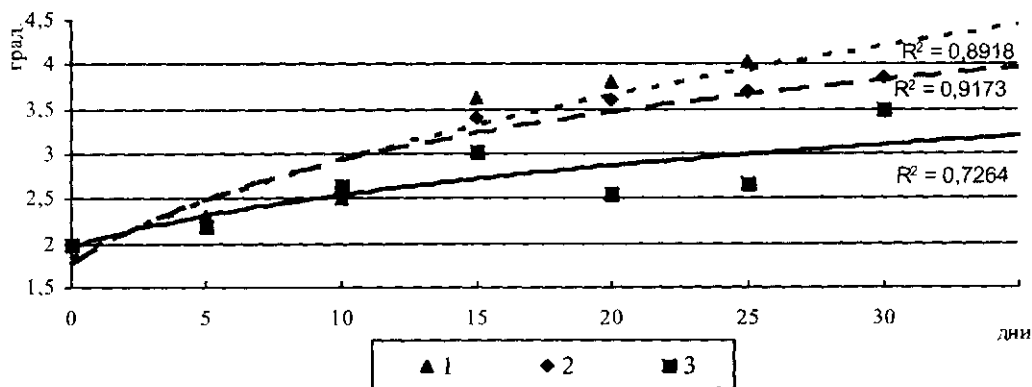


Рисунок 3 – Изменение общей кислотности тефтелей при хранении

Обсемененность большинства готовых кулинарных изделий из рубленого мяса с соусом не должна превышать  $50 \cdot 10^3$  бактерий в 1 г продукта [7]. Соответственно блюда, хранившиеся при температуре  $(+4 \dots +8)^\circ\text{C}$ , являются непригодными в пищу уже на 13–15 сутки хранения, в то время как ОБО изделий, хранившихся при близкриоскопической температуре, остается в пределах нормы в течение всего срока хранения и практически не отличается от первоначального.

Значение величины рН как для соуса, так и для тефтелей является максимальным в первые дни хранения и составляет 5,79, а затем постепенно снижается, и к концу срока хранения среда становится более кислой, что, вероятно, связано с развитием молочнокислых бактерий. Выявлено, что при хранении мясных блюд при близкриоскопической температуре величина рН снижается незначительно (до 2,4%), а при температуре  $(+4 \dots +8)^\circ\text{C}$  аналогичное значение достигается уже на 15-е сутки.

Общая кислотность является одним из показателей качества кулинарных изделий и характеризует степень их свежести. Данный метод позволяет контролировать накопление

свободных кислот в продуктах. Резкое увеличение показателя общей кислотности в пищевых продуктах свидетельствует об ухудшении их качества. Данные по изменению общей кислотности тефтелей и соуса представлены на рисунках 3 и 4.

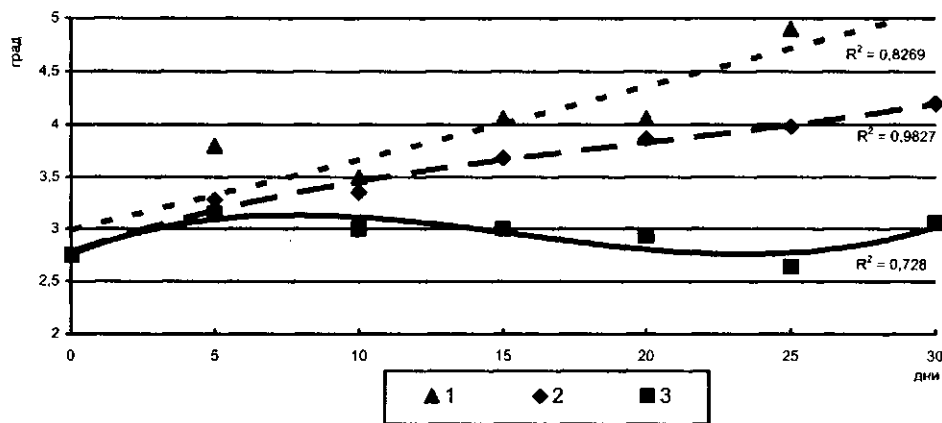


Рисунок 4 – Изменение общей кислотности соуса при хранении

Величина общей кислотности увеличивается при всех исследуемых режимах хранения, что, возможно, вызвано гидролитическими процессами и накоплением продуктов гидролиза. Однако максимальная величина общей кислотности для тефтелей, хранившихся при близкриоскопической температуре, находится в пределах, допустимых для доброкачественных продуктов. Для традиционного режима хранения наблюдается отклонение общей кислотности от нормы после 10-ти суток для тефтелей и соуса. Следует также отметить, что накопление свободных кислот интенсивнее протекает в соусе.

Жирные, ароматические и другие кислоты, в том числе и летучие, образуются в мясных продуктах в результате дезаминирования аминокислот (прямого, восстановительного, окислительного и гидролитического) при гниении мяса. Кроме того, жирные кислоты могут образовываться и при сбраживании аминокислот под влиянием некоторых анаэробных микроорганизмов. Установлено, что на ранних стадиях гнилостного разложения в наибольшем количестве образуется уксусная кислота, за ней следует масляная, на более поздних стадиях появляются муравьиная и пропионовая кислоты. Таким образом, общее количество этих кислот может служить одним из показателей свежести мясных изделий. Но оно не может быть принято в качестве единственного и достаточного признака, так как различно для различных условий гниения и зависит не только от уровня развития гнилостного распада мяса. Результаты исследования изменения содержания летучих жирных кислот в исследуемых изделиях отображены на рисунках 5 и 6.

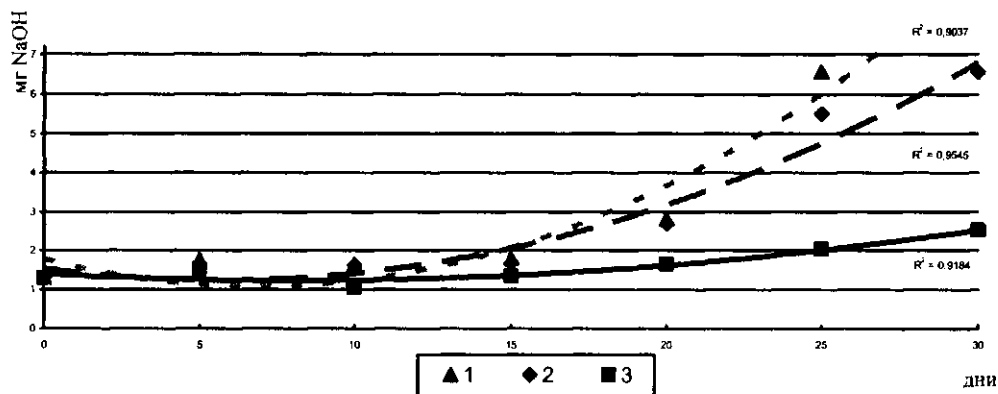


Рисунок 5 – Изменение содержания летучих жирных кислот тефтелей при хранении

Содержание летучих жирных кислот в блюде концу срока хранения при температурах (0...+4)°C и (+4...+8)°C увеличивается почти в 4 раза и превышает установленные нормы после 22–25 суток для тефтелей и 20 суток для соуса. При хранении при температуре

( $-2 \pm 0,5$ )°C данный показатель незначительно отличается от первоначального и соответствует требованиям нормативной документации (не более 4 мг NaOH) в течение всего срока хранения.

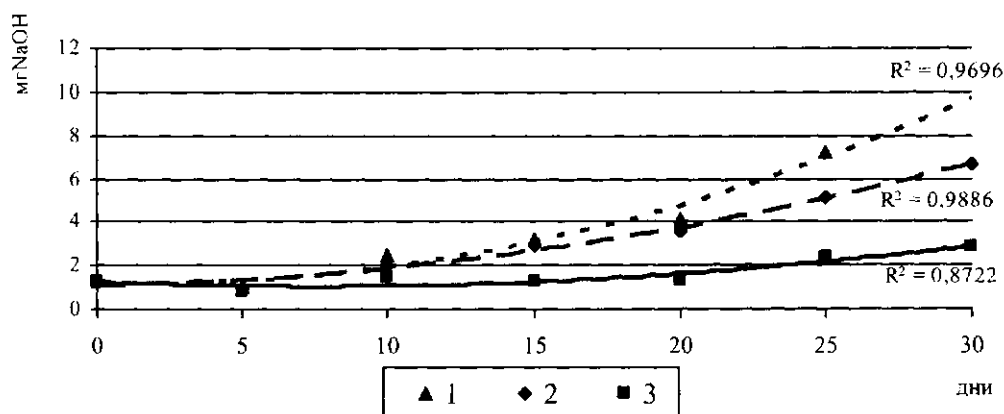


Рисунок 6 – Изменение содержания летучих жирных кислот соуса при хранении

При хранении тефтелей в условиях близкриоскопического охлаждения содержание аммиака возросло по сравнению с первоначальным значением на 50,6%, в то время как при температуре хранения (0...+4)°C – на 64,5%, а при температуре (+4...+8)°C – более чем на 80%.

Следует отметить, что изменения содержания азотистых веществ, летучих жирных кислот и общей кислотности показали, что протеолитические процессы распада белков были незначительны у изделий, хранившихся при близкриоскопических температурах, а при температурах хранения (0...+4)°C и (+4...+8)°C превышения норм по показателям свежести начинались уже после 12 и 7 дней хранения соответственно.

Липиды, содержащиеся в пищевых продуктах, претерпевают определенные изменения: гидролиз, окислительное и биохимическое [8, 9]. Они могут протекать одновременно в виде параллельно идущих и связанных между собой превращений. Глубина и интенсивность этих процессов зависит от химического состава липидов, температуры, наличия сопутствующих и добавляемых веществ (антиоксидантов и пр.), влажности, активности ферментов, присутствия микроорганизмов, контакта с кислородом воздуха, способа упаковки и многих иных.

Для комплексного определения качественных характеристик липидов, содержащихся в исследуемом блюде, контролировали перекисное, кислотное числа, а также накопление карбонильных соединений. Для наблюдения за окислительными процессами в изделиях количественно регистрировали первичные продукты окисления (перекиси, гидроперекиси).

В свежеприготовленных изделиях были обнаружены лишь следы перекисных соединений. В процессе дальнейшего хранения их содержание незначительно увеличивалось при всех исследуемых температурных режимах, для тефтелей – не превышая значения 0,00149%J при температуре хранения (+4...+6)°C, 0,00143%J при температуре (0...+4)°C и 0,0014%J при близкриоскопической температуре; для соуса – 0,00102%J, 0,000989%J и 0,000942%J соответственно.

Кислотное число жира при хранении кулинарной продукции постепенно увеличивается. У тефтелей, хранившихся при температурах ( $-2 \pm 0,5$ )°C, (0...+4)°C и (+4...+8)°C кислотные числа достаточно близки по своему значению и изменяются незначительно: от 2,206 мг КОН до 2,922 мг КОН, и от 3,102 мг КОН до 3,422 мг КОН соответственно. При температуре хранения (+4...+8)°C у соуса наблюдается резкое увеличение кислотного числа жира на пятнадцатые сутки по сравнению с десятыми (на 1,64 мгКОН), при близкриоскопической температуре и температуре (0...+4)°C резких скачков не было выявлено. Можно предположить, что в тефтелях окислительные процессы жира

протекают менее активно, чем в соусе, за счет исключения контакта с кислородом воздуха.

Для определения содержания вторичных продуктов окисления – карбонильных соединений, свидетельствующих о степени прогоркания липидов, проводилось определение тиобарбитурового и бензидинового чисел. Сами по себе перекиси и эпокиси, а также некоторые карбонильные соединения, например, малоновый диальдегид, регистрируемый тиобарбитуровым методом, не могут оказывать непосредственного влияния на органолептические свойства продукта, так как не имеют запаха и резко выраженного вкуса. Однако их рост свидетельствует о ходе окислительных процессов, и притом достаточно глубоких, идущих с накоплением различных продуктов окисления.

Данные исследований показывают, что изменение тиобарбитурового числа при хранении мясных рубленых изделий имеет скачкообразный характер: вначале наблюдается рост, а затем – падение, что может быть объяснено связыванием малонового альдегида с одновременно накапливающимися свободными аминокислотами и низкомолекулярными полипептидами. Следует отметить, что изменения содержания свободных жирных кислот, перекисных и карбонильных соединений имеют одинаковую направленность при хранении кулинарной продукции как в охлажденном, так и в переохлажденном (при близкриоскопической температуре) состояниях и отличаются лишь скоростью протекания процессов. Понижение температуры хранения до близкриоскопической тормозит гидролитические и окислительные процессы, позволяя тем самым увеличить длительность хранения кулинарной продукции.

### Заключение

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о высокой стабильности качества кулинарной продукции, хранящейся при близкриоскопической температуре. Такой метод хранения может быть реализован в технологии централизованного производства готовой кулинарной продукции для школьного питания и позволит значительно увеличить продолжительность хранения кулинарной продукции, стабилизировать ее качество по сравнению с методом охлаждения при традиционных температурах. Увеличение сроков хранения позволит, в свою очередь, более рационально организовать работу центральной кухни комбината школьного питания для снабжения большой сети объектов питания вне зависимости от расстояния и времени доставки продукции.

### Литература

1. Полуфабрикаты. Состояние и тенденции: обзор академии РАСХН. / М.:ВНИИМП, 2001.– 32с.
2. Охлажденные и замороженные продукты / пер. с англ.; под научн ред. Н.А. Уваровой; под ред. М. Стрингер, К. Денис – СПб.: Профессия, 2004. – 495 с.
3. Большаков, С.А. Холодильная техника и технология продуктов питания / С.А. Большаков. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 304с.
4. Головкин, Н.А. Консервирование продуктов животного происхождения при субкриоскопических температурах / Н.А. Головкин, Г.В. Маслов, И.Р. Скоморовская. – М.: Агропромиздат, 1987. – 272 с.
5. Сборник технологических карт для столовых общеобразовательных школ и ПТУ: сборник / Минск: Белкоопсоюз, 2000. – 148с.
6. Мглинец, А.И. Справочник технолога общественного питания: справочное издание / А.И. Мглинец, Г.Н. Ловачева, Л.М. Алешина и др. – М.: Колос, 2000. – 416 с.
7. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов: санитарные нормы и правила СанПиН 11–63 РБ–98 – Минск: Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 2000. – 218 с.
8. Скурихин, И.М. Все о пище с точки зрения химика: монография / И.Н. Скурихин, А.П. Нечаев – М.: Высшая школа, 1991. – 288с.
9. Нечаев, А.П. Пищевая химия: учебник для вузов / Под ред. А.П. Нечаева, 3-е изд. исправ. – СПб: ГИОРД, 2004. – 640с.

*Поступила в редакцию 19.12.2006*