

А.В. Руцкий, Н.Г. Таранец

ИЗМЕНЕНИЕ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ЛИПИДОВ
МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ ВЕТЧИНЫ ПРИ ХРАНЕНИИ.
В ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНКАХ

В последнее время установлено участие липидных компонентов в образовании вкуса и аромата мясных продуктов. Из липидных компонентов прежде всего могут претерпевать изменения и оказывать влияние на образование вкуса и аромата свободные жирные кислоты. Вместе с тем следует отметить отсутствие в литературе данных о жирнокислотном составе липидов мышечной ткани ветчины, упакованной разными способами в полимерные пленки.

Объектом исследования служила ветчина, нарезанная ломтиками и упакованная в полиэтиленцеллофановую пленку ПЦ-2 под вакуумом с остаточными давлениями $0,20 \cdot 10^4$ Па, $0,40 \times 10^4$ Па, $0,81 \cdot 10^4$ Па, $1,42 \cdot 10^4$ Па, газонаполненным способом с углекислым газом 90—96%-ной концентрации, а также с азотом 90—96%-ной концентрации. Упаковку фиксирующим способом производили в полиэтиленовую пленку низкой плотности, целлофановую и ПЦ-2. Контролем служила ветчина, завернутая в пергамент. Хранение опытных и контрольных образцов осуществляли при $-4-2^\circ\text{C}$, $0-2^\circ\text{C}$ и $4-6^\circ\text{C}$.

Разделение метиловых эфиров свободных жирных кислот проводили на хроматографе ЛХМ-8МД (модель 4). Неподвижная фаза: полиэтиленгликольсуцинат (10%) на хромосорбе W 60/80 меш. Колонка: двухколоночная система, нержавеющая сталь, $300 \times 0,3$ см. Температура: линейное программирование, $80-200^\circ\text{C}$ со скоростью $4^\circ\text{C}/\text{мин}$, затем изотермический режим при 200°C . Газ-носитель: азот — 300 мл/мин. Детектор: пламенно-ионизационный. Потенциометр: тип КСП-4 шкала: $-0,1 \pm 0-0,9$ мв. Продолжительность анализа 30—40 мин.

Идентификация пиков на хроматографах производилась путем сопоставления времени удерживания метиловых эфиров жирных кислот — свидетелей стандартной смеси и исследуемой пробы. Количественный расчет свободных жирных кислот проводился по методу внутреннего стандарта, в качестве которого использовали тридекановую кислоту (C_{13}), и основывался на оценке площади пиков.

В дальнейшем для простоты изложения термин "метиловые эфиры жирных кислот" будет заменен термином "жирные кислоты".

Результаты исследований показали, что смесь свободных жирных кислот, извлеченных из липидов мышечной ткани ветчины, которая была упакована в полимерные пленки, содержит в своем составе ряд насыщенных и ненасыщенных кислот с длиной цепи от 12 до 20 углеродных атомов и числом непредельных связей до 4. Идентифицированы следующие свободные жирные кислоты: лауриновая ($C_{12:0}$), миристиновая ($C_{14:0}$), миристолеиновая ($C_{14:1}$), пальмитиновая ($C_{16:0}$), пальмитолеиновая ($C_{16:1}$), стеариновая ($C_{18:0}$), олеиновая ($C_{18:1}$), линоловая ($C_{18:2}$), линоленовая ($C_{18:3}$), арахидоновая ($C_{20:4}$). Кроме этих кислот, в следовых количествах были обнаружены пентадециловая ($C_{15:0}$), маргариновая ($C_{17:0}$) кислоты (идентификация предположительная).

Характерной особенностью жирнокислотного состава липидов мышечной ткани ветчины, упакованной в полимерные пленки, является наличие в ней большого количества олеиновой кислоты (свыше 43%), пальмитиновой кислоты (свыше 25%), стеариновой кислоты (свыше 15%), которые вместе с пальмитолеиновой (около 2%), линоловой (около 5%) и линоленовой (более 1%) кислотами составляют 88—96% от общей суммы кислот. Остальные кислоты — лауриновая, миристиновая, миристолеиновая и арахидоновая — присутствовали в небольших количествах (от 0,72 до 0,84% или в виде следов).

Полученные данные о содержании свободных жирных кислот в липидах мышечной ткани ветчины согласовываются с ранее проведенными исследованиями [1,2], которые определили, что в липидах мышечной ткани убойных животных, в том числе и свиней, вышеперечисленные свободные жирные кислоты составляют 94—96% по отношению к их общему количеству.

Установлено, что под влиянием способов упаковки качественный состав жирных кислот не изменяется, тогда как количественное соотношение отдельных кислот и их суммарное количество меняются, причем характер изменений зависит от способов упаковки и температурных режимов хранения (рис.1). Так, суммарное содержание жирных кислот в липидах мышечной ткани ветчины, упакованной под вакуумом с остаточным давлением $0,20 \cdot 10^4$ Па, $0,40 \cdot 10^4$ Па, а также газонаполненным способом с углекислым газом и азотом и хранившейся при $-4 + -2^\circ\text{C}$ практически не изменялось до 12 суток, тогда как в ветчине, упакованной под вакуумом с остаточными

давлениями $0,8 \cdot 10^4$ Па и $1,42 \cdot 10^4$ Па, уже на восьмые сутки хранения наблюдалось увеличение содержания жирных кислот. Аналогичным способом изменялось суммарное количество жирных кислот при остальных температурных режимах.



Рис. 1. Изменение общего содержания СЖК липидов мышечной ткани ветчины, упакованной в полимерные пленки: 1 — ПЦ-2, вакуумный, остаточное давление $0,20 \cdot 10^4$ Па, $0,40 \cdot 10^4$ Па, газонаполненный; 2 — ПЦ-2, вакуумный, остаточное давление $0,18 \cdot 10^4$ Па, $1,42 \cdot 10^4$ Па; 3 — ПЦ-2, полиэтилен и целлофан фиксирующий, пергамент.

Результаты исследований показали, что при хранении увеличивается содержание насыщенных и ненасыщенных кислот, причем более интенсивно накапливаются кислоты с числом углеродных атомов до 16. Так, содержание лауриновой кислоты в смеси жирных кислот липидов мышечной ткани ветчины, упакованной в ПЦ-2 под вакуумом с остаточными давлениями $0,20 \times 10^4$ Па, $0,40 \cdot 10^4$ Па и газонаполненными способами с углекислым газом и азотом, увеличилось к концу хранения в 3—5,5 раза в зависимости от температуры и продолжительности хранения. Содержание миристиновой кислоты увеличилось в 2,5—5,5 раза, пальмитиновой — в 2,4—3,2, пальмитолеиновой — в 3—5, стеариновой — в 2,4—3,8, олеиновой — в 1,3—1,6 раза.

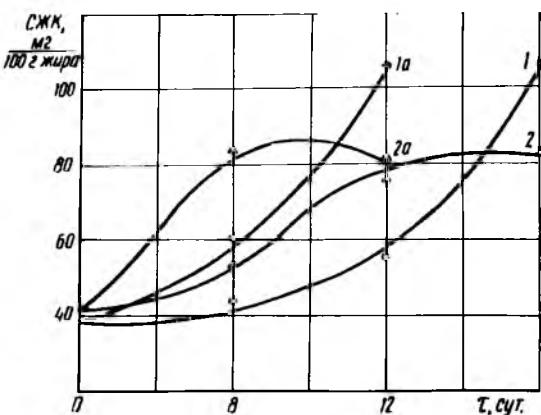
Аналогично изменилось содержание этих кислот в смеси кислот липидов мышечной ткани ветчины и при других способах упаковки.

Особенно заметны изменения в содержании жирных кислот в образцах ветчины, упакованных в ПЦ-2, целлофан и полиэтилен фиксирующим способом, а также контрольных образцах.

Между тем, если содержание насыщенных жирных кислот имело тенденцию к постоянному росту, то для ненасыщенных кислот характерно более интенсивное их накопление в началь-

ный период хранения с последующим замедлением и даже снижением количества кислот (рис. 2). Такой характер изменений специфичен для линолевой, линоленовой и арахидоновой кислот с числом углеродных атомов больше 16, тогда как изменение миристолеиновой и пальмитолеиновой кислот имело характер постоянного роста.

Рис. 2. Изменение содержания насыщенных и ненасыщенных СЖК липидов мышечной ткани ветчины, упакованной в полимерные пленки: 1 — насыщенные СЖК, ПЦ-2 вакуумный, остаточное давление $0,20 \cdot 10^4$ Па, $0,40 \cdot 10^4$ Па, газонаполненный; 1а — насыщенные СЖК, ПЦ-2 вакуумный, остаточное давление $0,81 \cdot 10^4$ Па, $1,42 \cdot 10^4$ Па; 2, 2а — ненасыщенные СЖК, способы упаковок аналогично 1 и 1а.



Следует отметить, что отношение общего содержания ненасыщенных кислот к насыщенным в смеси свободных жирных кислот, выделенных из мышечной ткани ветчины, было около 1. Во время хранения ветчины это отношение увеличивалось в начальный период до 1,30—1,60, а затем снижалось к концу хранения до 0,60—0,78 в зависимости от способов упаковки, температуры и сроков хранения.

Более интенсивное накопление ненасыщенных жирных кислот в свободном виде по сравнению с насыщенными в начале хранения происходит, по-видимому, за счет гидролитического распада высоконенасыщенных фосфолипидов и создания вакуума, замедляющего течение окислительных процессов. Уменьшение же содержания ненасыщенных жирных кислот при дальнейшем хранении ветчины является следствием их окисления и образования вторичных продуктов окислительной порчи жиров.

Содержание линолевой кислоты в смеси жирных кислот мышечной ткани ветчины, упакованной в ПЦ-2 под вакуумом с

остаточными давлениями $0,20 \cdot 10^4$ Па, $0,40 \cdot 10^4$ Па и газонаполненными способами с углекислым газом и азотом, снизилось к концу хранения на 8,7—12% к исходному содержанию, николевой — на 14—32% и арахидоновой — на 11—36% в зависимости от температурных режимов и продолжительности хранения. Аналогично изменялось содержание этих кислот в мышечной ткани ветчины при остальных способах упаковки.

Анализ результатов содержания свободных жирных кислот в липидах мышечной ткани ветчины, упакованной в полимерные пленки, показал, что качественный состав постоянен, тогда как количественный подвергается изменениям, причем изменения зависят от способов упаковки, температуры и продолжительности хранения.

Наибольшие изменения в содержании свободных жирных кислот установлены в образцах ветчины, упакованных в ПЦ-2 под вакуумом с остаточными давлениями $0,81 \cdot 10^4$ Па, $1,42 \cdot 10^4$ Па, а также упакованных в целлофан, полиэтилен и ПЦ-2 фиксирующим способом.

Для насыщенных жирных кислот характерно постоянное увеличение их содержания в процессе хранения, тогда как ненасыщенные жирные кислоты имеют тенденцию к накоплению в начальный период с последующим снижением к концу хранения, что можно проследить по изменению отношения "ненасыщенные/насыщенные кислоты".

Таким образом, по изменению содержания как насыщенных, так и наиболее биологически важных ненасыщенных кислот мышечной ткани ветчины можно сделать вывод о большей эффективности от применения пленки ПЦ-2 с использованием упаковки под вакуумом с остаточными давлениями $0,20 \cdot 10^4$ Па, $0,40 \cdot 10^4$ Па, а также газонаполненных способов упаковки с углекислым газом и азотом.

Л и т е р а т у р а

1. Лясковская Ю.Н., Кельман Л.Ф. Жирные кислоты липидов мышечной ткани убойных животных. — "Мясная индустрия СССР", 1969, № 1. 2. Диценко Р.А., Копылова В.В. Гидролитическое расщепление тканей липидов мяса при долгосрочном хранении. — Сб. трудов респ. научн. конф. ЛТИХП. Л., 1973.