УДК 637.3

Ю.Т. Орлюк, М.И. Степанищев

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТЕОЛИЗА И ЛИПОЛИЗА В СЫРАХ С ПЛЕСЕНЬЮ

Процесс созревания сыров с плесенью характеризуется интенсивностью процессов протеолиза и липолиза что в значительной степени оказывает влияние на органолептические показатели готового продукта. Исследова ние протеолиза и липолиза сыра Печерский при созревании и сравнение полученных данных с аналогичным показателями сыров Камамбер и Рокфор позволило оценить процесс его созревания.

Сыр с плесенью, протеолиз, липолиз, созревание.

Введение

Последние десять лет в Украине прослеживается увеличение потребления сыров, которые созревают при участии плесени. Производство сыров с плесенью является высокорентабельным по сравнению с производством твердых сыров, что объясняется меньшими затратами сырья на изготовление единицы готового продукта [1]. В Западной Европе до 40 % производимых сыров приходится на сыры мягкие, в том числе сыры с плесенью [2]. Благодаря высокой биологической ценности и специфическим органолептическим показателям, доля таких сыров в общем объеме производства растет в мире с каждым годом. По оценкам экспертов, сыры с белой поверхностной плесенью составляют примерно 7–8 % объема производства сыров в Европе и 2–3 % от мирового производства. Только во Франции сыров с белой поверхностной плесенью, производят более 300 тыс. тонн в год [3]. Основным недостатком сыров с плесенью, производимых в Украине, остается нестабильность органолептических показателей и несовершенство технологии их производства. Поэтому возникает необходимость в совершенствовании технологий производства сыров с плесенью и в разработке новых технологий с целью повышения показателей качества и безопасности, а также уменьшения себестоимости их производства. Анализ процесса производства сыров с плесенью показывает, что одними из самых эффективных являются технологии сыров с двумя видами плесени. Такой вид сыров появился на мировом рынке достаточно недавно. Характерными представителями сыров, которые созревают с участием двух видов плесени, являются Бавария Блю, Монтаньола, Альпен Блю (Гер.), Камбоцола (Итал.), Траутенфельцер, Дольче Бьянка (Ав.), Белла Монте (Фр.).

Однако технологий, которые позволяли бы производство сыров с двумя видами плесени, в Украине не существует. Из-за недостаточного научного обоснования технологий сыров, которые разрабатываются работниками промышленности, эффективность производства и качество продукции являются невысокими. Поэтому разработка Институтом продовольственных ресурсов новой технологии сыров с двумя видами плесени, обеспечивающая выпуск продукта гарантированного качества, является актуальной для сыродельной области.

Целью работы является определение интенсивности процессов протеолиза и липолиза при созревании сыра с двумя видами плесени Печерский.

Методы исследования

Протеолиз в сыре на протяжении созревания оценивали по содержанию азотистых веществ (общего азота, общего растворимого азота) методом Кьельдаля с модификацией ВНИИСа. Количественный и качественный состав аминокислот в сырах определяли на аминокислотном анализаторе «Biotronik LC 2000».

ЛЖК определяли методом дистилляции: к 5 г навески сыра добавляли 30 мл серной кислоты, дистиллировали, а потом титровали 0,1 нормальным раствором гидроксида натрия.

Результаты исследования

Опытные образцы сыров (Печерский, Рокфор и Камамбер) производили из нормализованного молока с массовой долей жира (м.д.ж.) 3,2 %. Пастеризация молока осуществлялась при температуре (72±2) °С с выдержкой 15–20 с. Молоко охлаждали до температуры сквашивания (32±1) °С, вносили хлорид кальция и молокосвертывающий фермент. Сгусток разрезали и вымешивали для получения сырного зерна в течение 30 мин – Камамбер, 40 мин – Печерский, 60 мин – Рокфор. Продолжительность обработки сгустка оразличалась из-за необходимости получить образцы сыра с различной массовой долей влаги (м.д.в.) в сырной массе – 60 % (Камамбер), 50 % (Печерский), 45 % (Рокфор). Готовое сырное зерно направляли в формы для самопрессования. После самопрессования и нарастания активной кислотности в сырной массе (до (4,6±0,1) ед. pH) сырные головки солили в рассоле в течениие 80 мин (Камамбер), 120 мин (Печерский), 180 мин (Рокфор) для получения сырной массы с массовой долей соли (м.д.с.) 1, 2 и 3 % соответственно. После соления сырные головки просушивали в течение 60–120 мин. В сырах Рокфор и Печерский прокалывали отверстия диаметром 3 мм для развития плесени *Penicillium roqueforti*. Сырные головки направляли на созревание в камеры с температурой воздуха (8±0,5) °С – Рокфор, (10±0,5) °С – Печерский, (12±0,5) °С – Камамбер и относительной влажностью воздуха 94–96 %. Плесень *Penicillium roqueforti* (препарат фирмы Danisco) вносили в сырную массу при формовании. Плесень *Penicillium camemberti* (препарат фирмы Danisco) наносили на поверхность сырной головки распылением. Для оценки изменения показателей протеолиза и липолиза образцов сыра Печерский в процессе созревания их сравнивали с соответствующими показателями образцов сыров Камамбер и Рокфор, изготовленных в аналогичных условиях.

Для оценки протеолиза в опытных образцах сыров в течение созревания определяли отношение растворимого азота к общему (рис. 1).

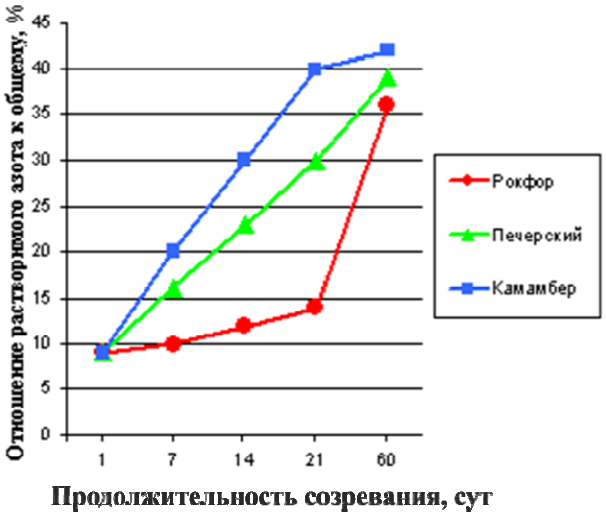

Рис. 1. Изменение отношения растворимого азота к общему в опытных образцах сыров в течение созревания

Графическая обработка результатов исследований позволила определить этот показатель на 21-е сут созревания в образцах сыра Камамбер – 39 %, в сыре Печерский – 30 %, что, более чем в два раза превышает аналогичный показатель сыра Рокфор – 14 %. Интенсивность протеолиза в опытных образцах сыров оценивали также по содержанию и составу свободных аминокислот. Содержание свободных аминокислот в опытных образцах сыра на 21-е сут созревания предоставлено на рис. 2. Анализ результатов исследования показал, что в образцах сыра Печерский общее содержание свободных аминокислот было на 23 % меньше, чем в образцах сыра Камамбер, особенно аспарагиновой кислоты, серина, глутаминовой кислоты, пролина, аланина, фенилаланина, лизина, и на 19 % больше, чем в сыре Рокфор, особенно аспарагиновой кислоты, валина, метионина, изолейцина, лейцина.

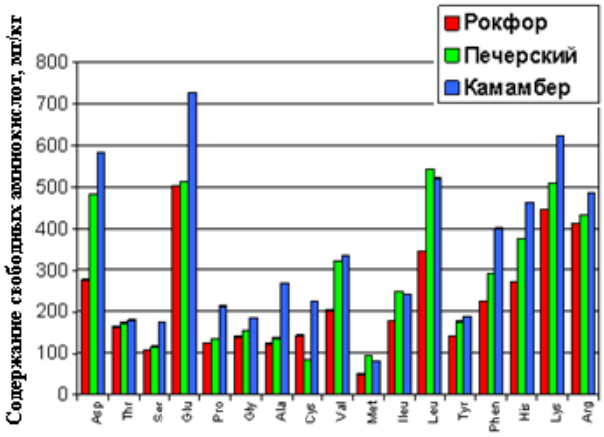

Рис. 2. Аминокислотный состав опытных образцов сыра на 21-е сут созревания

Результаты исследований фракционного состава белков опытных образцов сыров в течение созревания приведены в табл. 1.

Таблица 1

Содержание белковых фракций в сырах на протяжении созревания

Сыр	Фракционный состав белков, %					
	пептиды 120–70 кДа	α-казеин	β-казеин	пептиды 28–26 кДа	пептиды 20–18 кДа	пептиды 16–12 кДа
Рокфор						
после самопрессования	3,26	41,48	37,52	5,39	5,28	1,07
21-е сут созревания	6,86	34,01	29,84	9,62	10,31	3,78
Камамбер						
после самопрессования	3,41	40,85	36,21	5,64	6,37	1,74
21-е сут созревания	12,24	19,20	27,19	16,85	15,57	4,35
Печерский						
после самопрессования	3,88	41,02	36,73	5,24	5,93	1,52
21-е сут созревания	12,21	25,02	28,57	12,72	12,37	3,56

Анализ результатов исследований позволил выявить тенденцию по уменьшению количества казеиновых фракций в опытных образцах сыров при созревании. На 21-е сут созревания доля α-казеина в сыре Рокфор уменьшилась на 18 %, в сыре Камамбер – на 53 %, а в сыре Печерский – на 39 %. Доля β-казеина в сыре Рокфор уменьшилась с 37,52 до 29,84 %, сыре Камамбер – с 36,21 до 27,19 %, сыре Печерский – с 36,73 до 28,57 %.

Для оценки липолиза при созревании опытных образцов определяли содержание свободных жирных кислот (СЖК) в мг на кг сыра. Графическая обработка результатов исследований позволила определить их содержание на 21-е сут созревания в сыре Камамбер – 400 мг/кг, в сыре Печерский – 4500 мг/кг, в сыре Рокфор – 3000 мг/кг (рис. 3). Низкое содержание СЖК в сыре Камамбер объясняется невысокой липолитической активностью ферментов плесени *P. camemberti* по сравнению с ферментами плесени *P. Roqueforti*.

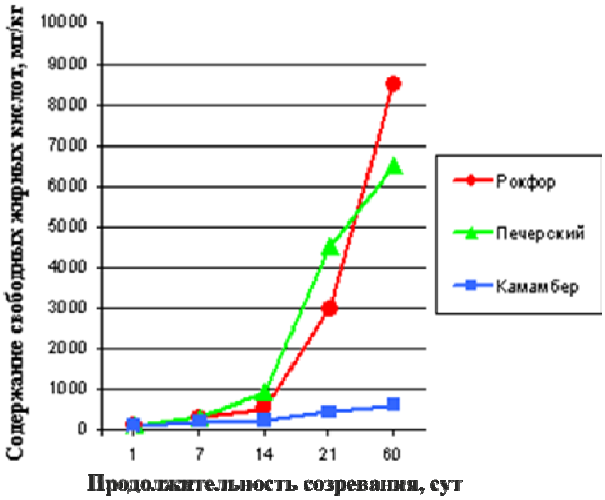

Рис. 3. Изменение уровня липолиза в сырах Рокфор, Печерский и Камамбер при созревании

Для более полной оценки липолиза в опытных образцах сыра определяли их жирнокислотный состав на 21-е сут созревания (рис. 4).

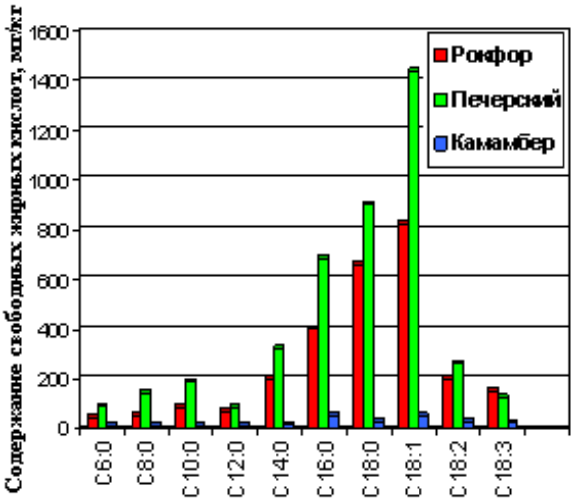

Рис. 4. Жирнокислотный состав сыров Рокфор, Печерский и Камамбер на 21-е сут созревания

Анализ результатов исследований показал, что сыры Рокфор и Печерский отличались высоким содержанием пальмитиновой, стеариновой, олеиновой, линоленовой и линолевой жирных кислот. Последние три кислоты являются незаменимыми, их содержание в сырах Рокфор и Печерский достигало 30 % от общего количества СЖК.

Также было проведено исследование по определению содержания ЛЖК в опытных образцах сыров при созревании (рис. 5).

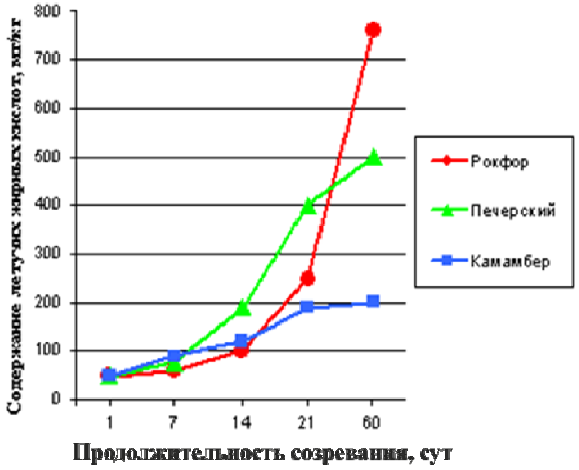

Рис. 5. Изменение содержания летучих жирных кислот в исследуемых сырах при созревании

Выводы

Анализ результатов исследований показал, что накопление ЛЖК при созревании наблюдается во всех опытных образцах. В сыре Рокфор значительное увеличение содержания ЛЖК наблюдалось между 21-ми и 60-ми сут созревания, (с 243 до 765 мг/кг), в сыре Камамбер – между 1-ми и 21-ми сут созревания, (с 44 до 178 мг/кг), а в сыре Печерский увеличение содержания ЛЖК происходило интенсивно на протяжении всего срока созревания – с 44 мг/кг в 1-е сут до 500 мг/кг на 60-е сут. Содержание ЛЖК в сырах Рокфор, Камамбер и Печерский на 21-е сут созревания по сравнению с 1-ми сут увеличилось в 6,1, 4,2 и 8,6 раза соответственно, это подтверждает более интенсивное ферментное действие двух видов плесени: *P. camemberti* и *P. roqueforti.*

Сыр Печерский занимает промежуточное положение между сырами с «голубой» плесенью типа Рокфор и «белой» плесенью типа Камамбер. Проведенные исследования позволили сделать выводы, что в течение 21 сут созревания сыр Печерский достигает уровня протеолиза зрелого сыра Камамбер (обычно созревает 14 сут), а по уровню липолиза – близок к показателям зрелого сыра Рокфор (созревает 60 сут). Одновременное развитие двух видов плесени при созревании сыра Печерский позволяет сократить продолжительность созревания и получить сыр с оригинальными органолептическими показателями.

Список литературы

1. Шергина, И.А. Мягкие сыры – расширение ассортимента, проблемы рентабельности производства / И.А. Шергина // Сыроделие и маслоделие. – 2006. – № 5. – С. 14–17.

2. Шергина, И.А. Классификация и особенности производства мягких сыров / И.А. Шергина // Сыроделие и маслоделие. – 2008. – № 4. – С. 8–9.

3. Gripon, J.C. Cheese – mould-ripened cheeses / J.C. Gripon // Roginski H., Fuquay J. and Fox P. Encyclopedia of Dairy Sciences. – N. Y.: Academic Press, 2002. – Vol. 1. – P. 401–406.

Институт продовольственных ресурсов НААН,
02660, Украина, г. Киев, ул. М. Расковой, 4А.
Тел/факс: (+38044) 517-08-92,
e-mail: dir@ipr.net.ua

SUMMARY

U.T. Orluk, M.I. Stepanischev

THE RESEARCH OF PROTEOLYSIS AND LIPOLYSIS IN CHEESES WITH MOLD

The process of ripening cheeses with mold characterized by intensity of proteolysis and lipolysis, which greatly affect the organoleptic properties of the finished product. The study of lipolysis and proteolysis during ripening of cheese Pecherskiy and the data obtained are compared with those of cheeses Camembert and Roquefort allowed to evaluate process of maturation.

Cheese with mold, proteolysis, lipolysis, ripening.

Institute of Food Resources NAAS,
02660, Ukraine, Kyiv, str. M. Raskovoyi, 4A.
Tel/fax: (+38044) 517-08-92.
e-mail: dir@ipr.net.ua

Дата поступления:12.07.2013