

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СВОБОДНЫХ АМИНОКИСЛОТ В СОЗРЕВАЮЩЕМ ЭММЕНТАЛЬСКОМ СЫРЕ

Изменение содержания свободных аминокислот характеризуется скоростью и глубиной гидролиза казеина на различных этапах созревания сыра. При приготовлении эмментальского сыра в среднем 90% казеина молока переходит в состав сыра (Antila и др., 1979). Во время созревания сыра протеаза постепенно гидролизует комплекс казеина. Важнейшими источниками протеаз являются молоко, сычужина, закваска и чужеродные бактерии. Консистенция сыра тесно связана с гидролизом α -казеина, который образует белковый каркас сыра. Пептиды и свободные аминокислоты, образующиеся при гидролизе казеина, дают сыру характерный вкус. Эмментальский сыр является твердым сычужным сыром с длительным периодом созревания. Степень гидролиза данного вида сыра выше, чем других сыров голландского типа. Целью настоящей работы было изучение процесса гидролиза казеина в созревающем эмментальском сыре в производственных условиях и поиск легко измеряемых параметров. Полученные и обработанные нами на ЭВМ данные свидетельствуют о том, что скорость роста глутаминовой кислоты можно использовать для оценки протекания гидролиза казеина.

Методика

Образцы для анализов брали из созревающего эмментальского сыра два раза в месяц в течение 1984 г. на Пайдеском комбинате молочных продуктов (КМП) (ЭССР). Пробы отбирали на следующих этапах выработки: из сырного зерна до нагревания, из готового сырного зерна, из сыра после прессования, из сыра после посолки, из сыра после выдержки в первой холодной камере, из сыра после выдержки в бродильной камере, из сыра после выдержки во второй холодной камере (готовый сыр).

Анализ свободных аминокислот в образцах сыра проводили на анализаторе «Biotronic LC-2000» (ФРГ). Буферные растворы готовили согласно инструкции фирмы. Образцы сыра обрабатывали следующим образом: 1,5 г сыра разрезали на мелкие кусочки и гомогенизировали в 25 мл дистиллированной воды в течение 3 мин при 5000 об/мин, используя модифицированный нами гомогенизатор МР304 (ПНР). Полученный гомогенизат выдерживали 10 мин на водяной бане при 75 °С, после чего центрифугировали 20 мин при 10 000 об/мин. Жир отделяли и супернатант фильтровали через бумажный фильтр (синяя лента), после чего к фильтрату (1 мл) добавляли 0,25 мл 10%-ной сульфосалициловой кислоты и центрифугирование повторяли. Полученный супернатант разбавляли цитратным буфером и фильтровали через стеклянноволокнистый фильтр GF/F 0,45 мк. В анализатор вводили 100 мкл пробы. Площади пиков на хроматограмме вычисляли с помощью интегратора «Spectra-Physics-9400». Полученные данные вводили в микро-ЭВМ «Epson-QX-10» и вычисляли содержание отдельных аминокислот образца. Результаты представлены в виде диаграмм (рис. 1).

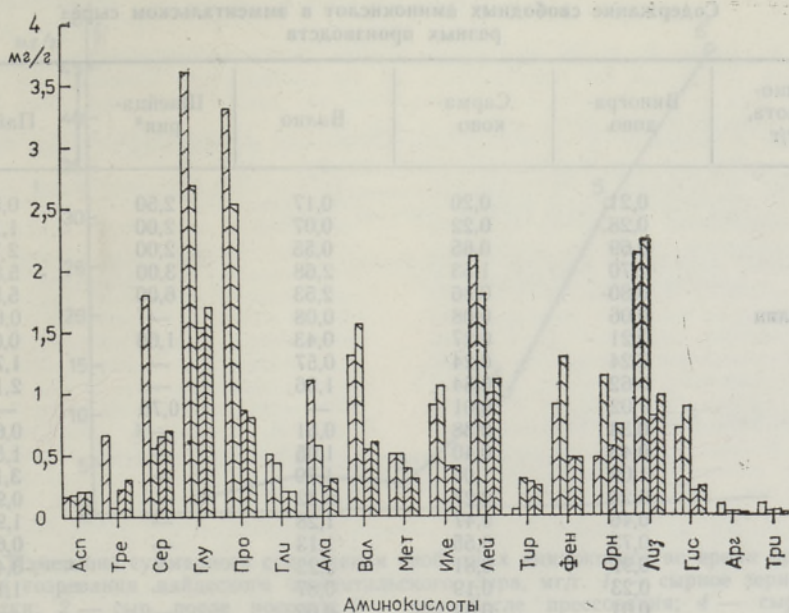


Рис. 1. Содержание свободных аминокислот в эментальных сырах разного производства, мг/г. Столбики (слева направо): эментальский сыр пайдеского, финского, сармаковского и виноградовского производств соответственно.

Результаты и обсуждение

Общее содержание свободных аминокислот в готовом эментальском сыре Пайдеского КМП колебалось в пределах 24,6—53,2 мг/г. В эментальском сыре завода Сармаково (Каб.-Балк. АССР) соответственный показатель был 12,3 мг/г, в сыре завода Виноградово (УССР) — 11,6 мг/г. Следует отметить, что содержание отдельных свободных аминокислот существенно различается в готовых эментальских сырах разных производств (таблица). Так содержание пролина и глутаминовой кислоты в пайдеском эментальском сыре выше, чем в финском, но примерно в два раза ниже, чем в швейцарском эментальском сыре (Antila и др., 1979; Gallmann, 1982).

Вкус сыра зависит от соотношения в них горьких и сладких аминокислот (Langsrud, Reinbold, 1973, 1974). Названное соотношение в низкокачественном швейцарском сыре составляет 2,33, а в высококачественном 1,93—2,03. В эментальском сыре Пайдеского КМП соотношение горьких и сладких аминокислот колеблется от 1,86 (сыр высокого качества) до 2,84 (сыр среднего качества), в сыре сармаковского производства составляет 3,0, в сыре виноградовского производства 3,18. Соотношение содержания глутаминовой кислоты к содержанию пролина в эментальском сыре Пайдеского КМП 0,8—1,92, в сармаковском 2,23 и в виноградовском 1,78. Существенные различия по содержанию отдельных аминокислот в эментальских сырах разных производств могут быть обусловлены использованием неодинаковых заквасок, качеством молока и различиями в технологическом режиме приготовления сыра.

По классической схеме выработки эментальский сыр изготавливают из сырого молока и в состав закваски входят только термофильные виды молочнокислых бактерий *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus helveticus*. На Пайдеском КМП сыр вырабатывают из пастеризованного молока. По этой причине в закваску добавляют мезофильные

Содержание свободных аминокислот в эментальском сыре
разных производств

Аминокислота, мг/г	Виногра- дово	Сарма- ково	Валио	Швейца- рия*	Пайде
Асп	0,21	0,20	0,17	2,50	0,57
Тре	0,28	0,22	0,07	2,00	1,10
Сер	0,69	0,65	0,55	2,00	2,70
Глу	1,70	1,53	2,68	3,00	5,80
Про	0,80	0,86	2,53	6,00	5,50
Цитруллин	0,06	0,08	0,08	—	0,60
Гли	0,21	0,27	0,43	1,60	0,65
Ала	0,24	0,24	0,57	—	1,73
Вал	0,62	0,54	1,56	—	2,18
Цис	0,02	0,01	—	0,76	—
Мет	0,33	0,38	0,51	—	0,64
Иле	0,43	0,40	1,05	—	1,50
Лей	1,08	1,00	1,79	—	3,10
Тир	0,24	0,27	0,32	—	0,92
Фен	0,46	0,47	1,28	—	1,98
Орн	0,73	0,55	1,13	—	0,61
Лиз	0,97	0,81	2,22	—	3,44
Гис	0,23	0,19	0,87	—	1,18
Арг	0,01	0,02	0,02	—	—
Три	0,02	0,03	0,03	—	0,26

* Данные взяты из литературы (Gallmann, 1973).

виды молочнокислых бактерий. Следует отметить, что высокое содержание соматических клеток и чужеродных бактерий ускоряет гидролиз казеина.

Естественно, что глубина гидролиза казеина не единственный фактор, определяющий качество сыра. Гораздо более важным обстоятельством следует считать оптимальную интенсивность протекания гидролиза казеина во время разных этапов приготовления и созревания сыра. В пайдеском эментальском сыре гидролиз казеина (определенный по спектру белковых фрагментов казеина с помощью электрофореза в ПААГ) начинается уже во время прессования и протекает быстрее и глубже, чем в сырах импортного производства (Langsgud, Reinbold, 1973; Gallmann, 1982). Если суммарное содержание свободных аминокислот в пайдеском эментальском сыре после прессования довольно низкое (1—4 мг/г), то после первой холодной камеры оно достигает уже 20—30% от соответствующего содержания в готовом сыре (рис. 2). Обращает на себя внимание факт, что содержание свободных аминокислот в 10-дневном пайдеском сыре примерно такое же, как в готовых эментальских сырах сармаковского, виноградского и финского производств.

Анализ полученных экспериментальных данных свидетельствует о том, что если быстрый гидролиз казеина проходит параллельно с пропионовокислым брожением в бродильной камере, то созданы хорошие условия для образования правильного рисунка теста сыра (рис. 3). Если же заметные количества свободных аминокислот образуются уже на ранних этапах приготовления (во время посолки, в первой холодной камере), это может содействовать росту чужеродных бактерий и привести к образованию трещин в сырной массе.

В заключение следует отметить, что содержание большинства отдельных свободных аминокислот во время созревания сыра колеблется в проанализованных образцах в течение календарного года без видимых связей с качеством конечного продукта. Изменение содержания γ -аминомасляной кислоты, цитруллина и орнитина отражается на

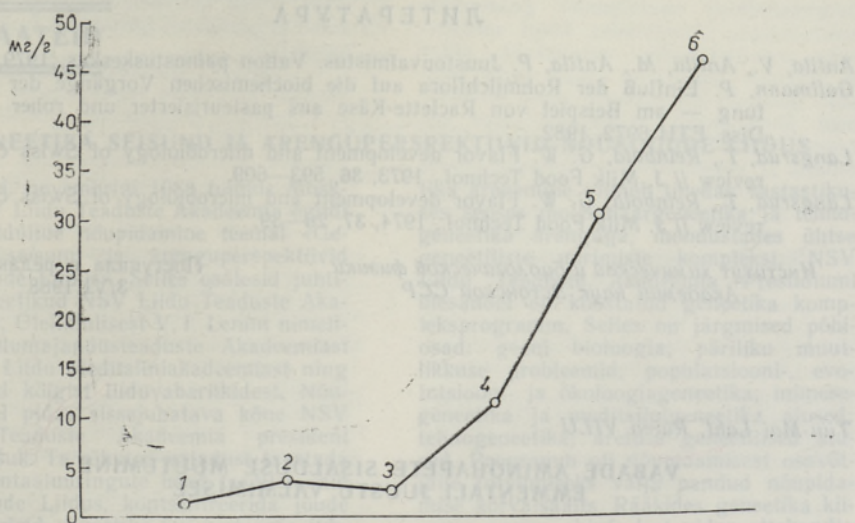


Рис. 2. Изменение суммарного содержания свободных аминокислот во время приготовления и созревания пайдеского эментальского сыра, мг/г. 1 — сырное зерно после обработки; 2 — сыр после посолки; 3 — сыр после прессования; 4 — сыр после выдержки в первой холодной камере; 5 — сыр после выдержки в бродительной камере; 6 — готовый сыр.

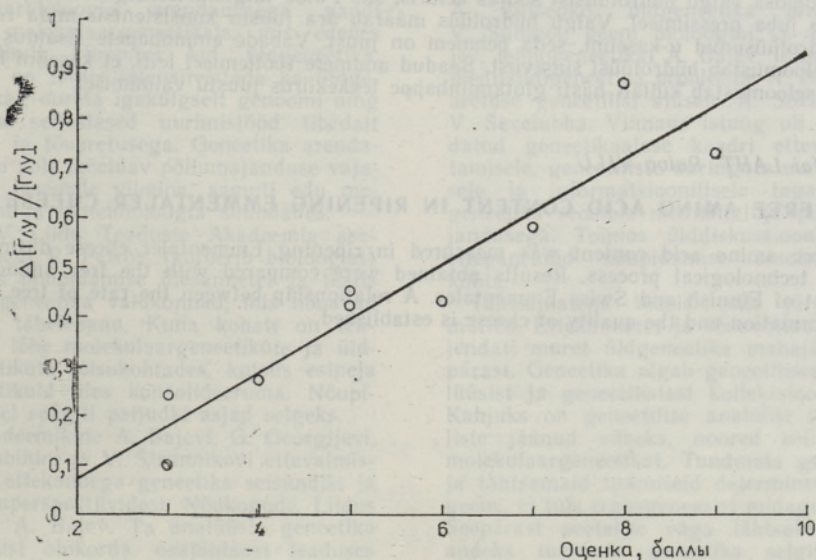


Рис. 3. Зависимость оценки рисунка пайдеского эментальского сыра от скорости гидролиза казеина, охарактеризованной по скорости образования глутаминовой кислоты в бродительной камере.

качестве получаемого продукта: чем больше указанных аминокислот в созревающем сыре, тем ниже его качество. Ни одна из названных аминокислот не входит в состав молекулы казеина: они являются продуктами жизнедеятельности различных бактерий. Из литературы известны данные (Gallmann, 1982), что содержание γ -аминоасляной кислоты в сыре резко повышается при добавлении в молоко культуры *Escherichia coli*. В Пайдеском КМП сыр производится с довольно высоким содержанием в сырной массе спорогенных аэробов рода *Bacillus*, которые, продуцируя экзогенные протеазы, оказывают ускоряющее действие на гидролиз белка в созревающем сыре.

ЛИТЕРАТУРА

- Antila, V., Antila, M., Antila, P. Juustonvalmistus. Valion painostuskeskus, 1979, 93—96.
- Gallmann, P. Einfluß der Rohmilchflora auf die biochemischen Vorgänge der Käsebereitung — am Beispiel von Raclette-Käse aus pasteurisierter und roher Milch // Diss. ETH 6972, 1982.
- Langsrud, T., Reinbold, G. W. Flavor development and microbiology of Swiss cheese. A review // J. Milk Food Technol., 1973, 36, 593—609.
- Langsrud, T., Reinbold, G. W. Flavor development and microbiology of Swiss cheese. A review // J. Milk Food Technol., 1974, 37, 26—39.

Институт химической и биологической физики
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
3/VI 1988

Tiiu-Mai Laht, Raivo VILU

VABADE AMINOHAPETE SISALDUSE MUUTUMINE EMMENTALI JUUSTU VALMIMISEL

Emmentali juust kuulub kõrge järelsoojendustemperatuuriga laabijuustude hulka. Klassikalised valmistatakse seda liiki juustu toorpiimast, juuretisse kuuluvad ainult termofiilsed piimhappebakterid liikidest *Streptococcus thermophilus* ja *Lactobacillus helveticus*. Paide Piimatoodete Kombinaadis valmistatakse emmentali juustu pastöriseeritud piimast ja seetõttu lisatakse juuretisse ka mesofiilseid piimhappebaktereid. Juuretise rohkenenud kogus ja suur võormikrofloora sisaldus lähtepiimas muudavad oluliselt valgu hüdroolüüsi käiku juustu valmimisel. Kui traditsiooniliselt valmivas emmentali juustus toimub põhiosa valgu hüdroolüüsist soojas keldris, siis Paide tingimustes algab kaseiini lagunemine juba pressimisel. Valgu hüdroolüüs määrab ära juustu konsistentsi: mida rohkem on hüdroolüüsunud α -kaseiini, seda pehmem on juust. Vabade aminohapete sisaldus juustus iseloomustab hüdroolüüsi sügavust. Saadud andmete töötlemisel leiti, et kaseiini hüdroolüüsi iseloomustab küllalt hästi glutamiinhappe tekkekiirus juustu valmimisel.

Tiiu-Mai LAHT, Raivo VILU

FREE AMINO ACID CONTENT IN RIPENING EMMENTALER CHEESE

Free amino acid content was measured in ripening Emmentaler cheese during the whole technological process. Results obtained were compared with the free amino acid content of Finnish and Swiss Emmentaler. A relationship between the rate of free amino acid formation and the quality of cheese is established.