УДК 637.3

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ СЫЧУЖНОЙ КОАГУЛЯЦИИ НА ПРОТЕКАНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СЫРАХ, СОЗРЕВАЮЩИХ ПРИ УЧАСТИИ ПРОПИОНОВОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ И КУЛЬТУР РОДА LACTOBACILLUS

Заболоцкая Т.А.[1], аспирант, **Давыдова Е.А.**[2] к.т.н.
РУП [1]«Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию»
[2]Белорусский государственный институт повышения квалификации и переподготовки кадров по стандартизации, метрологии и управлению качеством

Сыры, вырабатываемые при участии пропионовокислых бактерий, производятся в значительных количествах во всем мире. Общим признаком этих сыров является пропионовокислое брожение, протекающее в результате действия пропионовокислых бактерий, вносимых с заквасочными культурами [1]. Главным образом эти микроорганизмы считаются ответственными за формирование в сырах специфического вкуса и аромата, описываемого в литературе как «сладкий» и «ореховый» и рисунка в виде крупных глазков [2,3].

Отличительной особенностью сыров, вырабатываемых при участии пропионовокислых бактерий, производимых в РБ, является применение низких температур второго нагревания. Такой продукт часто обладает невыраженными вкусо-ароматическими характеристиками, крошливой консистенцией, пороками рисунка.

Для формирования характерного рисунка сыров, вырабатываемых при участии пропионовокислых бактерий, определяющим фактором является эластичная структура сырного теста. Его механические свойства определяются взаимодействием между минеральными веществами, водой и белками молока при определенном уровне pH. Исследованиями установлено [2], что при производстве сыров с участием пропионовокислых бактерий при высоких температурах второго нагревания, оптимальным pH для формирования требуемого рисунка является предел от 5,15 до 5,45. Выработка углекислого газа увеличивается с повышением pH, однако при высоких значениях pH консистенция часто бывает излишне мягкой, что приводит к получению «слепого» сыра, а при низких – к образованию таких дефектов рисунка, как трещины и разломы.

Таким образом, технология производства сыров, вырабатываемых при участии пропионовокислых бактерий, должна обеспечивать такие параметры сычужной коагуляции, которые способствуют оптимальному уровню pH сыра, поскольку этот фактор определяет как накопление определенных вкусоароматических соединений, так и формирование консистенции и структуры сырного теста, требуемой для образования рисунка в виде крупных глазков. Следует отметить, что большинство исследователей рассматривают процессы, протекающие в сырах, вырабатываемых при участии пропионовокислых бактерий, при их производстве с использованием высоких температур второго нагревания. Процессы, протекающие при производстве сыров такого типа с низкой температурой второго нагревания, недостаточно хорошо изучены.

Целью данной работы явилось изучение влияния параметров сычужной коагуляции белков молока и обработки сгустка при низких температурах второго нагревания на протекание микробиологических процессов при производстве сыров, созревающих при участии пропионовокислых бактерий и добавочных заквасочных культур рода Lactobacillus.

Добавочные заквасочные культуры рода Lactobacillus применяются в мировой практике для улучшения сенсорных характеристик сыров, они способствуют получению пластичной консистенции и формированию специфических вкуса и запаха: сладковатого, пряного, орехового, лимонно-кислого и др.

В работе при производстве сыров использовались два типа заквасок глубокой заморозки: основная закваска прямого внесения CHN-19 (в составе мезофильные молочнокислые бактерии) и дополнительная закваска PS-4 прямого внесения (в составе: Propionibacterium freudenreichii subsp. shermanii). Состав и характеристика добавочных заквасочных культур (согласно информации изготовителя) приведены в таблице 1, варианты выработок – в таблице 2.

Таблица 1 – Состав и характеристика добавочных заквасочных культур

Код	Состав	Характеристика
LA-5	Lactobacillus acidophilus	Придает сыру сладкий вкус, предупреждает появление горечи в процессе хранения
L.casei-431	Lactobacillus casei	Придает сыру ореховый вкус, предупреждает появление горечи в процессе хранения
LHB-02	Lactobacillus helveticus	Придает сыру сладковато-пряный вкус, предупреждает появление горечи в процессе хранения

Таблица 2 –Варианты выработки сыров

Номер варианта сыра	Виды используемых заквасочных культур
Вариант 1	CHN-19, PS-4, LA-5
Вариант 2	CHN-19, PS-4, L.casei-431
Вариант 3	CHN-19, PS-4, LHB-02
Вариант 4 (контроль)	CHN-19, PS-4

Для изучения процесса и проведения исследований было проведено планирование эксперимента. В работе было использовано ротатабельное центрально-композиционное планирование второго порядка. «Звездное плечо» было установлено в соответствии с теорией планирования эксперимента.

Для всех вариантов сыров факторами варьирования явились: доза внесения молокосвертывающего фермента (А), температура свертывания (В), температура второго нагревания (С). Матрица плана эксперимента указана в таблице 3.

Таблица 3 – План эксперимента

Уровни варьирования факторов	Исследуемый показатель		
	А, IMCU/г	В, °С	С, °С
Нижний	21300	28	32
Основной	23300	30	36
Верхний	25300	32	40
Интервал варьирования	2000	2	4

Факторами отклика при изучении процессов явились: pH после прессования (X1), pH сыра после обсушки (X2), pH сыра на 14 сутки созревания (X3), pH сыра после бродильной камеры (X4).

В соответствии с матрицей плана эксперимента были проведены исследования в трех повторностях.

Сыры изготавливали в производственных условиях с массовой долей жира в сухом веществе 45 % и массовой долей влаги не более 42 %.

В результате проведенных исследований установлено, что в эксперименте все факторы являются значимыми и оказывают влияние на pH сыра. Наиболее значимым оказался фактор (С) – температура второго нагревания. Также исследования показали, что добавочные заквасочные культуры не оказывают влияния на протекание микробиологических процессов при производстве сыров.

Установлены математические зависимости, описывающие влияние параметров сычужной коагуляции молока и обработки сгустка при низких температурах второго нагревания на протекание микробиологических процессов сыров, вырабатываемых при участии пропионовокислых бактерий, добавочных заквасочных культур рода Lactobacillus, что позволяет оптимизировать параметры процесса сычужной коагуляции и вырабатывать сыры с заданными характеристиками.

Литература

1 Fox, P.F. Cheese: chemistry, physics and microbiology / P.F. Fox, P.L.H. McSweeney, T.M. Cogan, T.P. Guine. – 3-rd edn. – Amsterdam: Elsevier, 2004. – Vol. 2. – P. 142-156.

2 Noël, Y. Eye formation and Swiss-type cheeses / Y. Noël, P. Boyaval, A. Thierry, V. Gagnaire, R.

Grappin // Technology of cheesemaking / B.A. Law (Ed.). – Sheffield: Sheffield Academic press. – 2010. – P. 360-384.
3 Lawlor, J.B. Swiss-type and Swiss-Cheddar hybrid-type cheeses: effects of manufacture on sensory character and relationships between the sensory attributes and volatile compounds and gross compositional constituents / J.B. Lawlor, C.M. Delahunty, M.G. Wilkinson, J. Sheehan // Int. J. Dairy Technol. – 2003. – V.53. – P.39-51.

УДК 664.692.5

СОСТАВНЫЕ МАТРИЦЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Станкевич П.В., аспирант
Белорусский государственный аграрный технический университет

На пищевых предприятиях Республики Беларусь современный пресс для изготовления макаронных изделий состоит из смесителя с системами дозирования муки и воды, прессующего устройства (шнека), матрицы и режущего механизма для резки выпрессованного полуфабриката [1].

Конструкция матрицы является одним из определяющих фактором, влияющим на технико-экономические показатели работы пресса. Матрица включает в себя цилиндрический корпус с колодцами, установленные внутри колодцев вкладыши, со сквозными формующими отверстиями, сгруппированными в гнезда.

Однако в данной конструкции матрицы не решены вопросы, связанные с компенсацией температурных деформаций ее рабочей поверхности, так как в процессе работы корпус матрицы нагревается. Вследствие чего, матрица расширяется и деформируется, что приводит к короблению рабочей поверхности матрицы, при этом зазор между корпусом матрицы и вращающимся ножом становится неодинаковым по всей площади рабочей поверхности матрицы. Это обусловливает неравномерное обрезание вращающимся ножом отформованных макаронных изделий (продукция имеет различную длину, превышающую нормы по СТБ 1963-2009), выходящих из формующих отверстий и ухудшение качества готовой продукции, а, следовательно, и снижение производительности пресса за счет отходов, причем увеличиваются удельные затраты энергии.

Матрицы составные с температурными зазорами. На рисунке 1 представлена принципиально-конструктивная схема матрицы с улучшенными теплотехническими и технологическими характеристиками [2, 3].

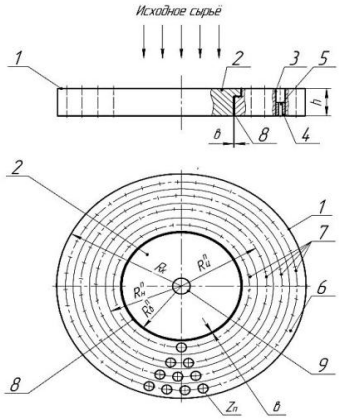

Рисунок 1 - Принципиально-конструктивная схема составной матрицы для производства макаронных изделий
1 – корпус матрицы; 2 – основание; 3 – колодцы; 4 – вкладыши; 5 – формующие отверстия; 6 – кольца условные; 7 – окружности цилиндрические; 8 – зазор; 9 – отверстие центральное; R_k – радиус корпуса матрицы; $R_ц^n$ – центральный радиус n-го условного кольца; $R_н^n$ – наружный радиус n-го условного кольца; $R_в^n$ – внутренний радиус n-го условного кольца; в – ширина зазора; Z_n – количество колодцев; h – высота