

УДК 663.674.02

СУШКА ОВЕЧЬЕГО МОЛОКА

¹Мыркалыков Б.С., ²Шингисов А.У., ²Нурсейтова З.Т.

¹Казахский национальный аграрный университет, Алматы;

²Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Шымкент,
e-mail: azret_utebai@mail.ru

Приведены результаты исследования процесса сушки овечьего молока. Исследованиями установлены, что овечье молоко, как и многие молочные продукты, имеют два периода сушки. Продолжительность первого периода составляет 9,35 часов, а второго 8,45 часов.

Анализ процесса интенсивности испарения влаги с поверхности продукта показал, что в первом периоде сушки интенсивности испарения влаги составляет, в среднем $j = 7,0 \cdot 10^{-3}$ кг/(м²·ч), а во втором периоде интенсивность испарения влаги монотонно снижается от $u_p = 1,0$ кг/кг до $j = 3,12 \times 10^{-3}$ кг/(м²·ч). Следуя условному делению влаги в овечьем молоке на слабо и прочно связанную, установлены, что границей является удельная влажность $u_p = 0,61$ кг/кг.

Ключевые слова: овечье молоко, сушка, кривая скорости сушки интенсивность испарения влаги

DRYING SHEEP MILK

¹Myrchalykov B.S., ²Shingissov A.U., ²Nurseitova Z.T.

¹Kazakh National Agro University, Almaty;

²M. Auezov South- Kazakhstan State University, Shymkent, e-mail: azret_utebai@mail.ru

Results of research of drying sheep milk are given. Studies show, that sheet milk, as other dairy products, has two periods. Duration of the first period is 9,35 hours, and second – 8,45 hours. Analyze of process of water evaporation from the surface of product show, that in the first period of drying water evaporation intensity composes at average $j = 7,0 \cdot 10^{-3}$ kg/(m²·h), and in the second period water evaporation intensity lowers from $u_p = 1,0$ kg/kg to $j = 3,12 \cdot 10^{-3}$ kg/(m²·h). According to division of moisture of sheet milk into a weak and strong connected ones it was established, that its boarder was specific moisture $u_p = 0,61$ kg/kg.

Keywords: sheet milk, drying, velocity line of drying, water evaporation intensity

В последние годы в результате поддержки правительства Республики Казахстан малого и среднего крестьянского и фермерского хозяйства ежегодно увеличиваются поголовья сельскохозяйственных животных: коров, кобылиц, верблюдиц, овец, коз и др. В результате этого крестьянскими и фермерскими хозяйствами круглогодично обеспечиваются потребности населения в молоке и молочных продуктах.

Однако, как показывает анализ рынка Казахстана по молочному продукту, что они в основном представлены из коровьего и частично кобыльего и верблюжьего молока.

В настоящее время во многих крестьянских и фермерских хозяйства наряду с КРС, поголовьем лошадей и верблюдов, в достаточном количестве имеются поголовья овец, из молока которых можно организовать и наладить производство молочных продуктов.

В овечье молоко, по сравнению с коровьим, более чем в 1,8 раза больше жира и белка. Сухих веществ в овечьем молоке 1,4 раза больше, чем в коровьем молоке. Благодаря высокому содержанию белка и солей оно характеризуется высокой кислотностью. В жире овечьего молока содержится больше капроновой кислоты и жировые шарики более крупные, чем в коровьем

молоке. Овечье молоко обладает множеством полезных свойств и особенностей. Так, белок овечьего молока переваривается в организме человека на 99,1%. Энергетическая ценность овечьего молока составляет 428,34 кДж, что намного выше калорийности коровьего и козьего молока [1, 2].

Из овечьего молока в Северном Кавказе, Средней Азии, Закавказье, Крыму и странах Ближнего Востока, Греции и Италии традиционно изготавливают масло, простоквашу, йогурты, кефир, а также сыры.

Наиболее известными видами сыра из овечьего молока являются: Рокфор Прованские, Брусс-дю-Ров, Пикодон, Фета и Брынза – один из видов рассольного сыра.

В Казахстане, в настоящее время, имеются в достаточном количестве поголовья овец для организации производства из их молока и молочных продуктов.

Однако, овечье молоко как, и другие виды молока в основном вырабатываются весенне-летний период года, и имеет непродолжительные сроки хранения.

В связи с этим, с целью круглогодичного обеспечения потребности населения и малых и средних крестьянских и фермерских хозяйств, вырабатывающие из него молочные продукты необходимо его подвергать сушке.

Анализ методов сушки показывает, что с точки зрения максимального сохранения исходных качеств молочных продуктов перспективным является метод вакуум-сублимационная сушка [3, 4, 5]. Однако, этот метод является продолжительным и требует больших энергетических затрат [6]. В связи с этим нами для сушки овечьего молока использован конвективный метод сушки, как самый распространенный и часто использующие в пищевой промышленности.

Цель исследования

Изучения закономерности сушки овечьего молока.

Материалы и методы исследований

Овечьего молока сушили в сушильном шкафу СШ – 80 при температуре 70 °С с толщиной продукта 3,5–4 мм.

Для исследования закономерности кинетики сушки молока через каждые 2 часа отключив сушильный шкаф, замерили его массу.

Изменение влажности молока в текущий момент времени рассчитывали по выражению:

$$W_{np} = \frac{G_n - (G_n - G_p)}{G_n} \cdot 100\%,$$

где W_{np} – влажность продукта в момент замера, %;

G_n – начальный вес образца, г;

G_p – вес образца в момент замера, г.

Результаты исследования и их обсуждения

Экспериментальные данные кривой скорости сушки овечьего молока представлены на рис. 1.

Анализ рис. 1 показывает, что кривой сушки овечьего молока как и многие другие виды молочных продуктов имеют два периода сушки: период постоянной (I) и падающей скорости сушки (II).

В первом периоде сушки (I) с поверхности продукта за равные промежутки времени испаряется одинаковое количество влаги. Температура высушиваемого продукта в этот период равна температуре мокрого термометра, т. е. испарение влаги, происходит только с поверхности материала, а влага из внутренних слоев его диффундирует на поверхность в жидком виде. Первый период сушки продолжается до тех пор, пока влажность материала не сравняется с гигроскопической влажностью (K – критическая точка). Продолжительность этого периода составляет 9,35 часов. В этом периоде сушки на продолжительность и интенсивность сушки влияет не температура воздуха в сушильном шкафу, а его объем и количество тепла, подводимого с ним. Интенсивность

процесса сушки в этом периоде не зависит от физико-химических свойств молока и влагосодержания, а является только функцией параметров воздуха в сушильной камере.

После достижения гигроскопической влажности продукта характер испарения влаги продукта меняется. Зона испарения влаги все время перемещается в глубь продукта, и испарение уже происходит не с поверхности продукта, а на некоторой глубине. Так как в данном случае зона испарения углубляется, скорость сушки все время снижается, т.е. наступает второй период сушки (II). Во втором периоде сушки характер кривой скорости сушки зависит от структуры, размеров высушиваемого образца, форм связи влаги с сухим каркасом и механизма перемещения влаги, а также и теплофизических параметров овечьего молока. Температура продукта в этом периоде постепенно повышается, и в конце процесса сушки приближается к температуре воздуха в сушильной камере. Продолжительность периода падающей сушки составляет 8,45 часов.

Обработка экспериментальных данных кривой скорости сушки овечьего молока, удовлетворительно описывается уравнением Тренда полиномиального вида:

$$Y_1 = -0,0023x^4 + 0,0979x^3 - 1,145x^2 - 1,8846x + 85,297.$$

Используя опытные данные кривой скорости сушки овечьего молока, был установлен зависимость интенсивности испарения влаги от удельной влажности продукта. Результаты представлены на рис. 2.

Как видно из рис. 2, что интенсивность испарения влаги с поверхности образцов овечьего молока в первом периоде (I) составляет, в среднем $j = 7,0 \cdot 10^{-3}$ кг/(м²·ч). При достижении на поверхности продукта гигроскопической влажности, и во втором периоде (II) сушки характер интенсивность испарения влаги меняется. Например, если в интервале удельной влажности от $u_p = 1,0$ кг/кг до $u_p = 0,55$ кг/кг, интенсивность испарения влаги монотонно снижается от $j = 7,0 \times 10^{-3}$ кг/(м²·ч) до $j = 5,56 \cdot 10^{-3}$ кг/(м²·ч), то в интервале удельной влажности от $u_p = 5,56$ кг/кг до $u_p = 0,43$ кг/кг, интенсивность испарения влаги резко уменьшается от $j = 5,56 \cdot 10^{-3}$ кг/(м²·ч) до $j = 3,12 \times 10^{-3}$ кг/(м²·ч).

Анализ рис. 2 показывает, что на кривой интенсивности испарения влаги можно выделить явно выраженные три участка с граничными точками A и B .

В первом участке I происходит удаление слабо связанной воды, расположенных

на поверхности продукта. Удельная влажность продукта в конце этого участка т.е. в точке *A*, составляет $u_p = 0,94$ кг/кг. Во втором участке *II* из-за разности температур между поверхностью и нижележащих слоев фронта высушивания удаляется связанная вода, и в конце *II*-го участка удельная влажность продукта составляет $u_p = 0,56$ кг/кг и температура продукта повышается. На третьем участке *III*, когда температура сушки приближается к температуре сушильного агента (воздуха), удаляется часть фракция воды, ассоциированная прочными связями с каркасом продукта. В конце третьего участка, удельная влаж-

ность высушиваемого овечьего молока составляет $u_p = 0,43 \div 0,44$ кг/кг.

Следуя условному делению влаги в продукте на слабо и прочносвязанную, можно однозначно считать, что границей может быть принята точка *C* с параметром $u_p = 0,61$ кг/кг.

Уравнение регрессии для кривой изменения интенсивности испарения влаги от удельной влажности овечьего молока описывается следующим уравнением:

$$Y_2 = -349,27x^6 + 1947,9x^5 - 4450,9x^4 + 5329,3x^3 - 3527,4x^2 + 1227,9x - 170,65.$$

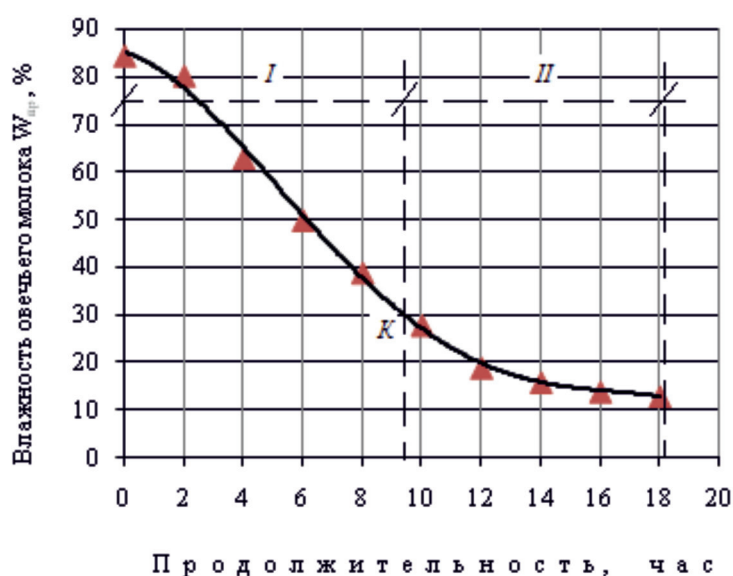


Рис. 1. Кривой скорости сушки овечьего молока

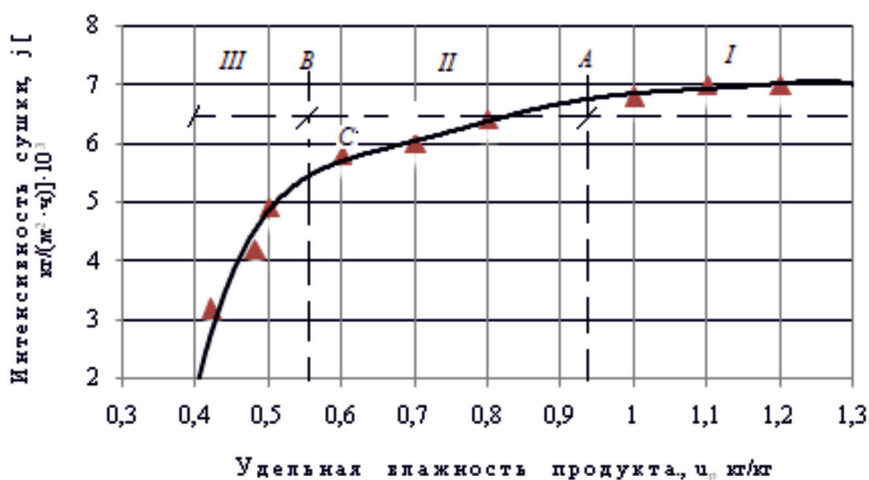


Рис. 2. Зависимость интенсивности испарения влаги от удельной влажности овечьего молока

Выводы

Таким образом, на основе проведенных исследований можно сделать вывод о том, что исследованный молочный продукт, как и многие молочные продукты, имеют два периода сушки. Продолжительность первого периода составляет 9,35 часов, а второго 8,45 часов.

Исследованиями установлены, что интенсивность испарения влаги с поверхности продукта в первом периоде сушки составляет, в среднем $j = 7,0 \cdot 10^{-3}$ кг/(м²·ч), а во втором периоде интенсивность испарения влаги монотонно снижается от $u_p = 1,0$ кг/кг от $j = 7,0 \cdot 10^{-3}$ кг/(м²·ч) до $j_p = 3,12 \cdot 10^{-3}$ кг/(м²·ч). Следуя условному делению влаги в овечьем молоке на слабо и прочно связанную, можно однозначно

считать, что границей может быть удельной влажности $u_p = 0,61$ кг/кг.

Список литературы

1. Крусъ Г.Н., Шалыгина А.М., Волокитна З.В. Методы исследования молока и молочных продуктов. – М.: Колос, 200. – 368 с.
2. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов. – СПбю: ГИОРД, 2001. – 320 с.
3. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 528 с.
4. Кришер О. Научные основы техники сушки. – М.: Ил., 1961. – 540 с.
5. Гуйго Э.И., Журавская Н.К., Каухчешвили Э.И. Сублимационная сушка в пищевой промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 433 с.
6. Камовников Б.П., Мальков Л.С., Воскобойников В.А. Вакуум-сублимационная сушка пищевых продуктов. – М.: Агропромиздат, 1985.–285 с.