

*С.А. Большаков, Г.В. Фриденберг, Т.А. Лукашова*

*Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова,*

*Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности*

*Российской академии сельскохозяйственных наук, Москва, Российская Федерация*

## **ИННОВАЦИИ В ТЕХНОЛОГИИ РАЗМОРАЖИВАНИЯ ТВОРОГА**

*В статье рассматривается значение процесса размораживания творога, анализируются результаты исследования энергетических затрат при СВЧ-размораживании, экономическая эффективность и перспективы его осуществления.*

**Введение.** Творог является одним из наиболее распространенных молочно-белковых продуктов молочной промышленности, вырабатываемых практически на каждом молочном предприятии. Проблемы сезонности при производстве творога, а, следовательно, и сохранения его качественных характеристик достаточно долгий период особенно характерны для этого молочного продукта. Их решение зависит от рационального проведения холодильной технологии резервирования творога на его основных этапах: замораживании и, особенно, размораживании.

Размораживание – заключительный, наиболее важный этап холодильной технологии резервирования творога, цель которого – получение продукта, после низкотемпературного хранения, с качественными показателями, возможно наиболее близкими к исходному.

Известно, что основные трудности возникают именно на стадии размораживания творога. Зачастую снижается качество размороженного продукта, появляются пороки консистенции, ухудшаются показатели безопасности (развитие посторонней микрофлоры), наблюдается нежелательное выделение сыворотки и потери сырья (массы продукта). В связи с этим решение проблем низкотемпературного резервирования творога является актуальным, а инновации в холодильной технологии связаны, в первую очередь, с совершенствованием способов его размораживания.

В соответствии с существующей нормативной документацией размораживание творога рекомендуется осуществлять с интенсификацией процесса с помощью механического дробления в потоке теплого воздуха или воздушным способом в специально

оборудованных камерах с принудительным нагревом воздуха. Продолжительность размораживания творога такими способами, включая подготовительный период, не должна превышать 15 часов. Допускается размораживание в помещениях при температуре воздуха (20-35) °С и относительной влажности от 90 до 95 % [1].

Однако, в промышленной практике предприятия молочной промышленности не оснащены специальной техникой для размораживания творога или камерами с регулируемыми параметрами и организованным движением охлажденного и отопленного воздуха. Чаще всего процесс осуществляется непосредственно в производственных помещениях. Следствием этого, как правило, является сверхнормативный по времени процесс размораживания. Объясняется это тем, что при свободном движении воздуха, даже в помещении, оборудованном калориферами, размораживание длится очень долгое время (до нескольких суток), требует значительных производственных площадей, снижается производительность труда.

Специалистами ГНУ ВНИМИ совместно с ГНУ ВНИХИ была предложена усовершенствованная технология холодильного резервирования творога, имеющего традиционную структуру и консистенцию. Она включает два основных варианта, определяемых видом упаковки творога: в виде блоков по 6 кг, герметично упакованных в полиэтиленовую пленку, и в жесткую потребительскую тару. Для реализации этого предложения разработано несколько технологических инструкций [2] и технологических требований к соответствующему оборудованию. Последнее предложение при его осуществлении обеспечит механизацию процесса и повышение производительности труда, позволит вдвое сократить длительность процесса размораживания творога.

По характеру внешнего и внутреннего теплопереноса рассмотренные технологии могут быть отнесены к первой из двух основных групп способов размораживания. Градиентное размораживание (первая группа) включает все способы с подводом теплоты через поверхность продукта, когда осуществляется его конвективный нагрев и имеется температурный градиент. Продолжительность размораживания в этом случае зависит от разности температур, величины термического сопротивления на границе перехода, толщины блока продукта и его теплофизических характеристик. Это накладывает определенные ограничения на интенсивность и качественные результаты процесса. Например, при размораживании

творога разность температур теплоносителя и продукта и длительность процесса ограничиваются опасностью периферийного перегрева и ухудшения из-за этого качества продукта, а также потерей его массы с выделившейся сывороткой.

Большие перспективы совершенствования процесса связаны со второй группой способов размораживания, когда нагрев осуществляется при преобразовании подводимой энергии в тепловую непосредственно в размораживаемом продукте.

Безградиентное (вторая группа) размораживание может быть осуществлено несколькими способами, среди которых наиболее применяемым можно считать микроволновый (СВЧ). Используемые частоты волн составляют 433, 915, 2450 и 22 125 МГц. В общем случае оптимальные параметры процесса СВЧ-размораживания зависят от размеров (толщины) единицы продукта и регулярности его структуры в блоке, массовой доли влаги, наличия упаковки. Применительно к размораживанию творога важно, что допускается использование таких упаковочных материалов, как полиэтилен и полистирол. Определенный опыт применения такого способа имеется при размораживании блоков мяса, рыбы.

В ГНУ ВНИМИ с целью совершенствования процесса размораживания творога проводятся работы на основе использования безградиентного способа. В ряде проведенных в этом направлении работ [3, 4] изучено влияние отдельных факторов в процессе СВЧ-размораживания. В настоящей работе представлены результаты исследования затрат СВЧ-энергии при размораживании на модельных образцах упакованного творога. Рассмотрена также эффективность инновационного безградиентного способа размораживания творога, основанного на использовании СВЧ-воздействия.

Потенциальную эффективность безградиентного способа размораживания творога можно оценить при сопоставлении с показателями осуществления размораживания традиционными, градиентными способами.

По длительности процесса. Длительность процесса размораживания творога «воздушным» способом или с дополнительным использованием дробления для его интенсификации нормируется и не должна превышать 15 ч [1]. На практике, при размораживании творога в помещении цеха без применения технических средств для интенсификации теплообменных процессов, его длительность зачастую составляет 48 ч и более. Приведенное выше аппаратно-техническое

решение по интенсификации размораживания творога позволит сократить процесс до 6-8 ч [2].

В то же время длительность СВЧ-размораживания пищевых продуктов (безградиентный способ), сформированных в виде блоков, в камерных аппаратах циклического действия составит, по литературным и нашим предварительным данным, в среднем всего 5-6 мин [3, 4, 5].

Таким образом, сопоставление приведенных данных позволяет сделать вывод, что безградиентный способ размораживания творога по длительности процесса эффективнее, принципиально, на 1-2 порядка известных способов градиентного размораживания. Соответственно, должна повыситься и производительность труда.

По потребности в производственной площади. Аппараты для размораживания (дефростеры) в зависимости от особенностей использования могут быть выполнены как периодического, так и непрерывного действия. В первом случае – при градиентном размораживании это туннельные аппараты или – при безградиентном – дефростеры. Во втором случае – это конвейерные СВЧ-дефростеры непрерывного действия.

Рациональное распределение СВЧ-дефростеров по производительности может быть следующим: камерные, периодического действия - от 500 до 2000 кг/час, конвейерные, непрерывного действия – от 2500 – до 10000 кг/час и более.

Расчетная производственная площадь, необходимая для размещения аппарата – дефростера периодического действия туннельного типа с организованным движением воздуха и производительностью 1000 кг/час составляет порядка 20,0 м<sup>2</sup>; удельная величина требуемой производственной площади – 0,02 м<sup>2</sup>/кг.

Те же характеристики для СВЧ – дефростера камерного типа производительностью 400 кг/час – составляют, соответственно, 5-6 м<sup>2</sup>; и, также, 0,02 м<sup>2</sup>/кг, а при производительности 2000 кг/час удельная величина уже – 0,01 м<sup>2</sup>/кг.

Отсюда следует, что потребность в производственной площади при использовании аппаратов для СВЧ-размораживания снижается в 2-2,5 раза. Соответственно снижаются и потенциальные капитальные затраты. То же соотношение характерно и для СВЧ-дефростеров конвейерного типа производительностью 2500-3000 кг/час.

Очевидно, что по сравнению с размораживанием в открытом помещении, при неорганизованном движении воздуха подобное преимущество возрастет в несколько раз.

По энергосбережению. По некоторым данным, при СВЧ-размораживании блоков пищевых продуктов (без упаковки) потребляемая мощность может сокращаться, по сравнению с традиционным воздушным способом, на 40 % при производительности аппарата 1000-1200 кг/ч [5], что обеспечит экономию энергоресурсов.

По исключению потерь продукта. При использовании СВЧ-размораживания упакованного творога потери массы продукта могут быть сведены, практически, к нулю. При традиционной технологии потери творога, обусловленные выделением сыворотки, могут достигать: при размораживании в потоке теплого воздуха (в зависимости от вида продукта) от 1,0 % до 2,5-3,0 %; при размораживании дроблением в потоке теплого воздуха – до 1,0 %.

Сохранение качественных показателей. Длительный процесс размораживания с неизбежным и значительным градиентом температур на границе раздела приводит к снижению качества размороженного творога (нежелательное выделение сыворотки, пороки консистенции), ухудшению показателей безопасности продукта (развитие посторонней микрофлоры). Быстрое размораживание (в течение нескольких минут) исключает эти опасности и сохраняет качественные показатели размораживаемого творога.

Так же предпринята попытка оценить непосредственно энергозатраты, необходимые для размораживания модельных образцов упакованного творога с помощью СВЧ-воздействия. Для этого выполнен анализ данных, полученных при исследовании параметров процесса СВЧ-воздействия при размораживании образцов упакованного творога. Определены затраты СВЧ-энергии в зависимости от массы образцов, начальной температуры (температура замораживания) и конечной среднеобъемной температуры размороженного продукта.

Интенсивность СВЧ-воздействия определяли по задаваемой мощности, количеству циклов воздействия и их суммарной продолжительности, необходимых для достижения требуемой оптимальной температуры размораживания. Из практических соображений величина оптимальной температуры может находиться в пределах от минус 2 °С до 0 °С, [2, 3] принципиально соответствующая криоскопической температуре творога.

Анализировали результаты размораживания образцов творога массой (m) от 240 г до 1000 г, упакованных в полиэтиленовую пленку и замороженных в шкафом морозильном аппарате до температур в пределах от минус 16 °С до минус 25 °С.

Размораживание проводили в СВЧ-печи при номинальном значении установленной мощности до 800 Вт (в опытах от 200 Вт до 630 Вт). Модельные образцы творога имели или круглую (до 300 г), или форму блока (от 400 до 1000 г). Размораживание осуществляли до среднеобъемной температуры от минус 3 °С до (0 + 1) °С. Как правило, образцы творога при этих температурах сохраняли свою форму, но разрушались от незначительного механического воздействия. Изменение параметров СВЧ-воздействия выше оптимального приводило к лавинному увеличению температуры в поверхностном слое и неоднородности поля температур по объему образца.

Энергетические затраты, необходимые для размораживания модельных образцов творога массой до 1,0 кг от начальной температуры  $t_{нач}$  (номинально минус 18 °С или минус 25 °С) до оптимальной, представлены на рисунке 1 в виде зависимости тепловой энергии, полученной опытным образцом размороженного продукта, от величины затраченной.

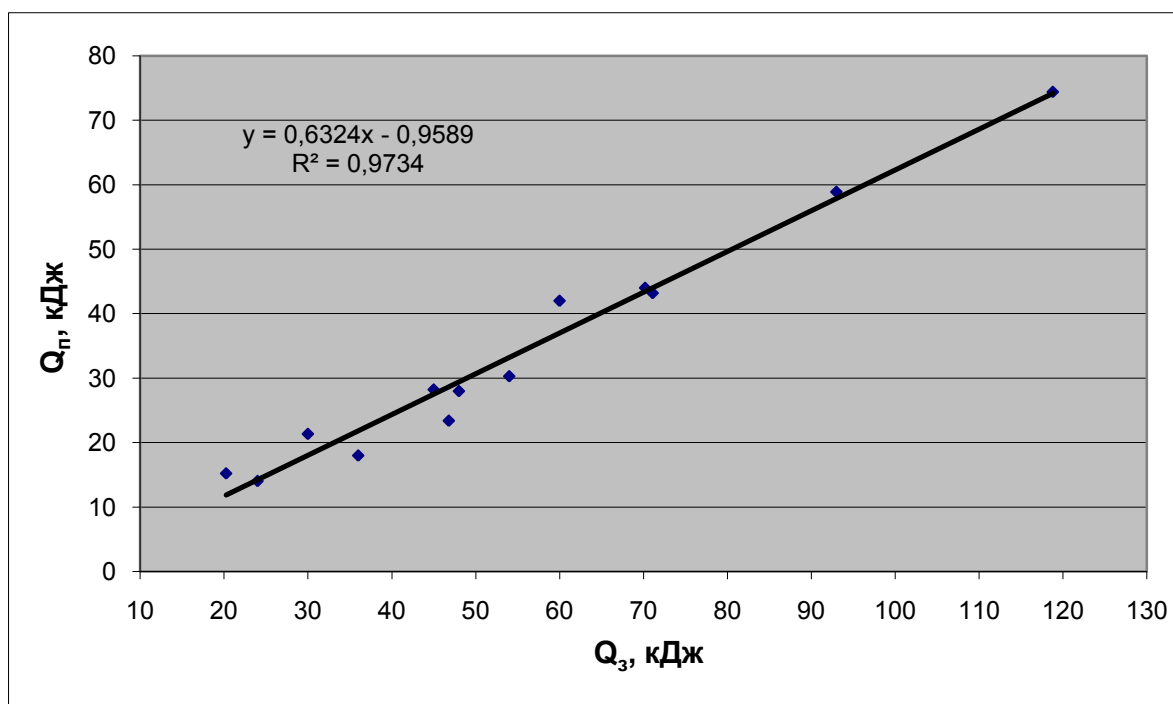


Рисунок 1 – Зависимость тепловой энергии, полученной размороженным творогом, от затрат СВЧ-энергии

$$Q_n = m (t_{нач} - t_{кон}) * c_p$$

где  $c_p$  – теплоемкость творога, кДж/(кг\*град);

$t_{кон}$  – конечная температура размораживания образца продукта, °С.

Анализ полученных данных показывает, что количество тепла, необходимое для размораживания модельных образцов упакованного творога (в пределах до 1,0 кг) до оптимальной температуры, пропорционально установленной мощности и суммарной продолжительности циклического СВЧ-воздействия.

Использование зависимости на рисунке 1 позволит определять как затраты СВЧ-энергии, необходимые для размораживания единичных образцов творога промышленной расфасовки до требуемой, оптимальной температуры, так и параметры СВЧ-процесса.

Полученные зависимости необходимо проверить в опытных условиях на установках производственной мощности, позволяющих осуществлять процесс размораживания упакованного творога массой, отвечающей требованиям промышленной расфасовки. Это должно указать на возможность их применимости для выбора параметров процесса СВЧ-размораживания образцов упакованного творога промышленной расфасовки или уточнения значимых коэффициентов зависимости  $Q_3=f(m)$  при  $t_{нач}$  и  $t_{кон}=const$ .

## Литература

1. ТУ 9222-180-00419785-04 «Творог. Технические условия».
2. «Технологическая инструкция по холодильной технологии резервирования творога в блоках и в жесткой потребительской таре». – 2008.
3. Фриденберг, Г.В. Совершенствование процесса размораживания творога / Г.В. Фриденберг, Т.А. Лукашова, С.А. Большаков // Молочная промышленность. – 2012. – № 7.
4. Фриденберг, Г.В., Лукашова Т.А. Интенсификация процесса СВЧ-размораживания упакованного творога / Г.В. Фриденберг, Т.А. Лукашова // Переработка молока. – 2013. – № 3.
5. Петров, С.В. Микроволновая дефростация – альтернативы нет // Мясные технологии – 2009. – № 10. – С. 40-41.

## **INNOVATION IN THE TECHNOLOGY OF QUARK DEFROSTING**

### **Summary**

The article deals with the significance of quark defrosting. The investigation results of energy costs with microwaves defrosting, economic efficiency and the perspective of its implementation are analyzed. Defrosting – the final, most important stage refrigeration technology backup curd, which aims – to obtain the product, after low-temperature storage, with quality indicators, perhaps the most close to the original. It is known that the main difficulties that arise at a stage defrost curd. Often reduces the quality of the thawed product defects appear consistency deteriorating safety performance (development of extraneous microflora), there is an undesirable loss of serum and selection of raw materials (product weight ). In this regard the decision of problems of low-temperature backup curd is relevant, and innovations in refrigeration technology related, primarily, to the improvement of ways to defrost.