

## НОВЫЙ СПОСОБ СУШКИ

Канд. техн. наук А. И. ЮДИЦКАЯ, мл. научный сотрудник В. И. ТРЕЩЕВА,  
проф. В. В. КОЛЧЕВ

В последнее время начал приобретать известность способ сушки пищевых продуктов в жире под вакуумом. Этот способ может применяться для обезвоживания китового мяса с целью использования его в качестве пищевого продукта.

Мясо загружают в специальную установку со стабилизированным жиром и нагревают [2]. Процесс длится 3—4 часа при температуре 50—60° и остаточном давлении 0,2 ата. Избыток жира из высушенного мяса удаляют центрифугированием. Из обезвоженного таким способом китового мяса после замачивания могут быть приготовлены различные блюда.

Содержание влаги и жира в образцах обезвоженных продуктов, приготовленных в Федеративной Республике Германии, выражается данными, представленными в табл. 1.

Таблица 1

Образцы продуктов	Содержание в %	
	влаги	жира
Китовое мясо . . . . .	10—20	4—20
Рыбный фарш (с костями и кожей)	8,5	10,7
Говядина . . . . .	6—8	44—50
Обезвоженное китовое мясо, тушенное по-венгерски . . . . .	7,7	42,8

В 1955 г. нами в лабораторных условиях, в вакуум-аппарате с масляной рубашкой, был проведен ряд опытов по сушке китового мяса указанным способом.

В качестве сырья мы использовали кусочки соленого и мороженого мяса размером 60×25×5 мм, которые помещали в растительный или рыбий жир, налитый в стеклянные или металлические сосуды. Соотношение мяса и жира во всех опытах было 1:2.

При проведении опытов меняли величину вакуума и температуру, а также продолжительность процесса сушки, которую определяли временем, необходимым для достижения влажности мяса 10—12%. Вакуум поддерживали в пределах 7—20 и 100—150 мм рт. ст.

Кусочки соленого мяса погружали в тресковый жир, нагретый до 90°, затем высушивали в вакуум-аппарате при остаточном давлении 17 мм рт. ст. и температуре в аппарате около 100°. Благодаря низкой исходной влажности (54,3%) мясо обезвоживалось сравнительно быст-

ро. За 40 мин. сушки влажность образцов понизилась до 3,9%; мясо стало очень темным и жестким.

При снижении температуры в аппарате на  $10^{\circ}$  та же степень обезвоживания была достигнута только за 1,5 часа. Дальнейшее снижение температуры в аппарате до  $70^{\circ}$  еще более замедлило сушку: остаточная влажность мяса, равная 12,4%, была достигнута только за 3 часа сушки. Повышение температуры, увеличивающее скорость сушки, может вызвать однако денатурацию белков мяса.

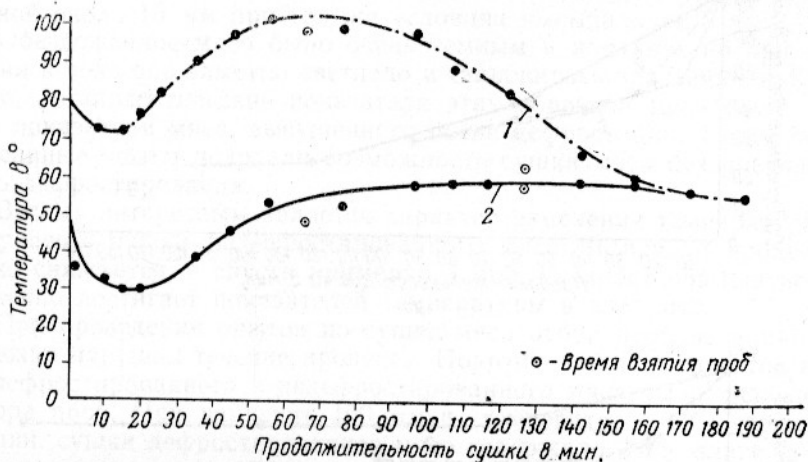


Рис. 1. Изменение температуры в процессе сушки мяса:  
1 — в аппарате; 2 — в жире.

Величина остаточного давления в аппарате также оказывает существенное влияние на продолжительность сушки.

Сушка дефростированного мяса при температуре в аппарате  $55-60^{\circ}$  при остаточном давлении 7—15 мм рт. ст. протекала очень медленно: после 5 час. сушки влажность все еще составляла 34,1%.

В описанных опытах мы измеряли температуру внутри аппарата и в масляной рубашке; в дальнейшем, кроме того, измеряли температуру жира, в котором сушилось мясо. Эта температура дает более точную характеристику процесса высушивания.

После погружения образцов мяса в предварительно нагретый жир температура жира резко снижалась и некоторое время вследствие интенсивного испарения оставалась низкой (на  $40-50^{\circ}$  ниже, чем в аппарате). Чем больше было разрежение в аппарате, тем интенсивнее происходило испарение и тем ниже опускалась температура жира, а следовательно, и температура высушиваемого материала. Через 20—30 мин. температура жира начинала постепенно повышаться и в конце процесса приближалась к температуре в аппарате (рис. 1). Учитывая эту закономерность, можно увеличивать интенсивность сушки, повышая температуру в аппарате на первой стадии процесса.

Опыты с дефростированным мясом показали, что в большей степени скорость сушки в жире под вакуумом зависит от температуры сушки, а не от величины вакуума. При температуре жира  $75^{\circ}$  и остаточном давлении 75 мм рт. ст. (рис. 2,а) через 1,5 часа после начала сушки остаточная влажность мяса снизилась до 30%. За это же время при остаточном давлении 8—12 мм рт. ст. и температуре жира  $60^{\circ}$  влаги удалено несколько меньше. Увеличение давления в аппарате до 100 мм при той же температуре почти не отразилось на течении процесса.

Решающее значение температуры в процессе сушки хорошо видно на рис. 2,б. При давлении в аппарате 150 мм рт. ст. и температуре жи-

ра 55° сушка протекала очень медленно и через 3 часа в мясе еще оставалось 60% влаги. При повышении температуры жира до 68° скорость сушки увеличилась, и уже через полтора часа в мясе осталось 52,8% влаги. Дальнейшее увеличение температуры до 75° позволило за 65 мин. снизить влажность мяса до 47,9%.

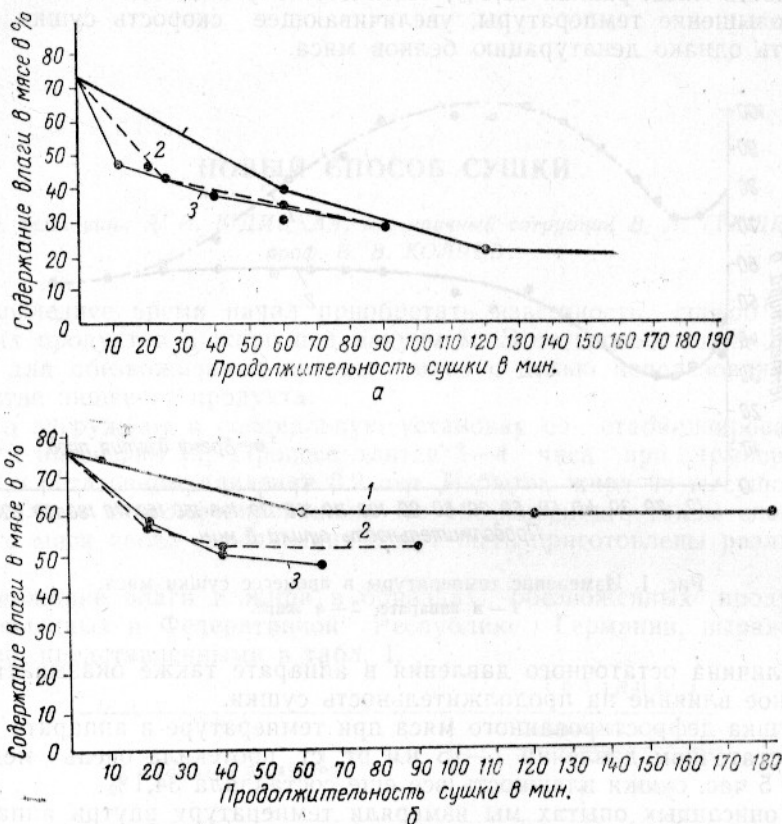


Рис. 2. Изменение содержания влаги в дефростированном китовом мясе в процессе сушки:

а—при разном давлении и разной температуре жира: 1—остаточное давление 8—12 мм рт. ст., температура 60°; 2—остаточное давление 75 мм рт. ст., температура 75°; 3—остаточное давление 100 мм рт. ст., температура 73°; б—при давлении 150 мм рт. ст. и разной температуре: 1—55°; 2—68°; 3—75°.

Таким образом, проведенные опыты показывают, что сушка в жире под вакуумом в основном протекает по тем же законам, что и обычная вакуумная сушка [1]: основная масса влаги удаляется на первой стадии процесса (в течение первых 20—30 мин.). Температура жира (а значит, и температура высушиваемого материала) в небольшой степени зависит от температуры в аппарате; скорость сушки определяется глубиной вакуума и температурой жира, причем последний фактор имеет большее значение.

Роль жира, очевидно, заключается в том, что он интенсивно передает тепло высушиваемому материалу, благодаря чему сушка в жире протекает намного быстрее, чем в воздухе. Помимо ускорения процесса, сушка в жире дает еще одно существенное преимущество: замечая в материале влагу, жир предотвращает сжимание высушиваемой ткани.

Недостатком описываемого способа сушки в растительном или рыбьем жире под вакуумом является то, что жир, остающийся в высушенном мясе, может окисляться и при длительном хранении необходимо принимать специальные меры для предупреждения этого процесса.

Внешний вид образцов обезвоженного мяса зависит от режима суш-



ки и от содержания в мясе влаги. Хорошо высушенные образцы (влажность 10—15%) окрашены в темно-коричневый цвет и жесткие на ощупь. При замачивании в воде они набухают примерно на 140—150% по весу и приобретают розовую окраску.

Недефростированное замороженное мясо (толщина кусков около 3 мм, температура минус 5—6°) погружали в жир, нагретый до 82—84°. При температуре жира 65° и давлении 11—15 мм рт. ст. мясо за 20 мин. высыхало до остаточной влажности 18,2%. Кусочки мяса толщиной около 10 мм при тех же условиях высыхали за 3 часа.

Обезвоженное мясо было очень темным и жестким, но при замачивании в воде оно заметно светлело и становилось эластичным. Как правило, органолептические показатели этих образцов мяса были лучше, чем показатели мяса, высушенного после дефростации. Таким образом, описанные опыты показали возможность сушки мяса без предварительного дефростирования.

Весьма интересным является характер изменения температуры жира в процессе сушки недефростированного мяса. В начале процесса она резко снижается, а спустя примерно 5 мин. начинает повышаться и постепенно достигает показателей температуры в аппарате.

При проведении опытов по сушке мяса отбор проб из аппарата неизбежно нарушал течение процесса. Поэтому несколько опытов по сушке дефростированного и недефростированного мяса было проведено без отбора проб. При давлении 100 мм и температуре 62° через 4 часа 20 мин. сушки дефростированное мясо содержало 3,3% влаги, а недефростированное — до 10,0% влаги. Это свидетельствует о том, что дефростация мяса оказывает известное влияние на скорость высушивания.

#### ВЫВОДЫ

1. Основным преимуществом сушки китового мяса в жире под вакуумом по сравнению с обычной вакуумной сушкой является значительное (в 3—5 раз) увеличение скорости сушки. Жир играет роль агента, обеспечивающего интенсивную и равномерную передачу тепла от нагретых стенок аппарата к высушиваемому материалу.

2. При сушке жир замещает в мясе часть испаряющейся влаги, что предотвращает сильное сжатие мышечной ткани.

3. Характер процесса сушки в жире под вакуумом в основном совпадает с течением процесса при обычной вакуумной сушке. Скорость удаления влаги наибольшая в начале процесса, когда теряется основное количество влаги. Понижение температуры жира, а следовательно, и температуры высушиваемого материала в начале сушки зависит от скорости испарения и в течение определенного периода не зависит от температуры в аппарате. Скорость сушки определяется глубиной вакуума и температурой. Последний фактор имеет большее значение.

4. Ориентировочно оптимальным режимом сушки дефростированного свежемороженого китового мяса в жире под вакуумом в лабораторном аппарате следует считать: а) остаточное давление 10—15 мм рт. ст., начальная температура жира 70—75°, конечная — 65—70°, продолжительность сушки 1,5—2 часа; б) остаточное давление 100—150 мм, начальная температура жира 70—75°, конечная — 65—70°, продолжительность сушки 4—4,5 часа.

5. Возможна сушка мороженого китового мяса без предварительного дефростирования. В этом случае начальная температура масла должна быть 80—85°. Остальные параметры те же, что и при сушке дефростированного мяса.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Лыков А. В., Теория сушки, Госэнергоиздат, 1950.
2. Патент (Д.В.Р. 891351 к 1. 53 с vom. 12/11 1943, ausg. 28/9, 1953).
3. Chemisches Zentralblatt, 125, 33, 7538 (1954).