лия резания мяса страуса в зависимости от концентрации раствора (смесь сыворотки и фруктовых кислот) и продолжительности обработки.

Полученные графики свидетельствуют, что увеличение концентрации фруктовых кислот и продолжительности обработки приводит к увеличению ВСС мяса страуса и уменьшению усилия резания, что положительно сказывается на нежности изготавливаемых продуктов. Однако следует учитывать возможность нежелательных изменений органолептических показателей мяса страуса после длительной обработки. Продолжительное ведение процесса обработки может негативно сказаться на консистенции и цвете мяса. При увеличении концентрации фруктовых кислот высокое накопление протонов водорода (H^+) может спровоцировать быстрое течение кислотного гидролиза и денатурацию белков. Исходя из изложенного, рекомендованы следующие параметры процесса обработки мяса страуса: концентрация растворов кислот 5%, продолжительность обработки 25 мин при температуре 18–20°С.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Кузьмичев В.Ю., Колодязная В.С.** Мясо страусов в производстве мясных продуктов // Мясные технологии. – 2008. – № 5. – С. 64–68.

2. **Антипова Л.В., Глотова И.А.** Основы рационального использования вторичного коллагенсодержащего сырья мясной промышленности. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 1997. – 248 с.

3. Ферментативный гидролиз коллагенового сырья животного происхождения / Г.И. Касьянов, Н.Ю. Герасимова, В.А. Бирбасов и др. // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2008. – № 4. – С. 17–20.

Поступила 11.02.09 г.

AN APPLICATION OF MILK WHEY FOR OSTRICH MEAT TREATMENT

N.YU. GERASIMOVA, N.V. MAGZUMOVA

Kuban State Technologycal University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, 350072; e-mail: gera41.82@mail.ru

Researches on processing of meat of an ostrich by a mix of dairy whey and fruit acids for improvement of its technological properties, in particular tenderness and water binding capacity, for the purpose of possibility of use for manufacture of foodstuff of a functional purpose are conducted.

Key words: ostrich meat, milk whey, fruit acids, hydrolysis, collagen fibers.

664.8.035.2

КИНЕТИКА ПОСОЛА РЫБЫ

В.Е. КУЦАКОВА, С.В. ФРОЛОВ, С.А. ТОЛКАЧ

Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий,

Предложена физико-математическая модель кинетики посола рыбы. Проведен сравнительный анализ расчетных и экспериментальных данных. Рассмотрен вопрос влияния кинетики посола на технологию шприцевания рыбы рыбными гидролизатами.

Ключевые слова: кинетика посола, посол, рыба, тузлук.

191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9; тел./факс: (812) 571-80-16, frolencia@nm.ru

При производстве деликатесных рыб горячего копчения предварительной операцией является посол рыбы. Посол бывает двух видов – тузлучный посол и посол шприцеванием.

Исследование кинетики посола продиктовано развитием технологии шприцевания рыбными гидролизатами, в основном частиковых рыб, имеющих достаточно малое количество свободной влаги (органолептически сухие).

Экспериментально доказано, что наилучшее качество после шприцевания с использованием рыбных гидролизатов наблюдалось у рыб, предварительно просоленных тузлучным способом, по сравнению с рыбами, шприцевание которых рыбными гидролизатами проводилось совместно со шприцеванием посолочной смесью. В первом случае градиент концентрации соли, как движущая сила процесса, значительно выше, чем в процессе посола шприцеванием.

При подготовке к шприцеванию для выбора наилучшего времени посола и концентрации посолочной смеси необходимо исследование кинетики посола образцов рыб.

При посоле рыбы наблюдается эффект, отсутствующий при посоле мяса [1]: если концентрация тузлука не очень велика, то наблюдается диффузия влаги из рассола в рыбу и масса рыбы увеличивается; при высокой концентрации тузлука наблюдается обратный процесс, и масса рыбы уменьшается. Более того, при некоторых значениях концентрации масса рыбы вначале увеличивается, а затем начинает уменьшаться.

Для объяснения этого явления допустим, что существуют два противоположно направленных осмотических потока влаги. С одной стороны, из-за высокой

Таблица 1

Вид рыбы	Концентрация соли, %	Площадь поверхности, см^2	Объем, см^3	Масса рыбы (через N дней после начала процесса посола), г						
				0	1	2	3	4	5	6
Треска	0	846/704	1040/875	1300/1120	1358/1190	1376/1228	1390/1246	1394/1254	1408/1260	–/–
	14	536/473	750/574	838/718	851/748	864/768	876/782	886/788	894/790	900/792
	20	522/403	720/450	820/514	829/526	837/534	843/544	846/546	849/542	849/538
	36	638/388	820/428	996/486	998/478	1000/472	1002/466	1004/460	1004/453	1004/446
Скумбрия	14	547/499	549/500	602/546	618/554	631/560	639/564	647/566	654/568	656/570
	20	483/435	473/369	532/478	543/484	554/487	564/485	568/481	570/479	571/479
	36	438/326	375/280	480/395	476/390	473/387	470/384	468/380	466/377	464/376

Примечание: числитель – рыба с кожным покровом, знаменатель – без кожного покрова.

концентрации поваренной соли в растворе при значительно меньшей концентрации в соке рыбы вода из него переходит в тузлук. С другой стороны, в соке рыбы содержатся другие соли, отсутствующие в посолочном растворе. Суммарное содержание солей в рыбе в 1,5 раза выше, чем в мясе. В мясе в основном содержатся соли натрия, а солей фосфора и калия в 2 раза меньше, чем в рыбе. Это создает поток влаги, направленный из раствора в рыбу. Конкуренция двух этих потоков и приводит к описанному выше явлению.

Пусть концентрация растворенных веществ (кроме поваренной соли) в соке рыбы равна $D_F(t)$, а в посолочном растворе $D_S(t)$. Мы полагаем, что $D_F(0) = D_0$, а в посолочном растворе $D_S(0) = 0$. Концентрация же поваренной соли в соке рыбы равна $C_F(t)$, а в посолочном растворе $C_S(t)$. Мы полагаем, что $C_F(0) = 0$ (по сравнению с посолочным раствором концентрация поваренной соли в соке рыбы мала), а в посолочном растворе $C_S(t) = C_0$. Вследствие диффузии поваренная соль проникает в сок рыбы, а иные растворенные вещества – в посолочный раствор. Поскольку масса воды, проникающая в рыбу (или из рыбы) невелика – не более 10% от массы рыбы, а от массы посолочного раствора еще меньше, то изменением объема жидкости как в рыбе V_F, так и в посолочном растворе V_S, можно пренебречь. Поскольку скорость диффузии пропорциональна разности концентраций, то

$$V_F \frac{dD_F}{dt} = -V_S \frac{dD_S}{dt} = Q_D (D_S - D_F)\, dt;$$

$$V_F \frac{dC_F}{dt} = -V_S \frac{dC_S}{dt} = Q_C (C_S - C_F)\, dt, \qquad (1)$$

где Q_D и Q_C – некоторые константы, зависящие от вида рыбы.

Решая уравнения (1), получим

$$D_F - D_S = D_0 \exp(-k_1 t);\ k_1 = Q_D \left(\frac{1}{V_F} + \frac{1}{V_S}\right);$$

$$C_S - C_F = C_0 \exp(-k_2 t);\ k_2 = Q_C \left(\frac{1}{V_F} + \frac{1}{V_S}\right). \qquad (2)$$

Теперь рассмотрим вопрос о количестве влаги, проникающей в рыбу. Поскольку скорость диффузии влаги в рыбу dM/dt (на единицу площади поверхности) пропорциональна осмотическому давлению (если влага диффундирует из рыбы, то эта величина отрицательна), которое, в свою очередь, пропорционально разности концентраций (2), получим

$$\frac{dM}{dt} = N_1 D_0 \exp(-k_1 t) + N_2 C_0 \exp(-k_2 t), \qquad (3)$$

где N_1, N_2 – некоторые константы, свои для каждого вида рыбы.

Интегрируя (3) с учетом начального условия $M(0) = 0$, получим

$$\Delta m = L_1 \left(1 - e^{-k_1 t}\right) - C L_2 \left(1 - e^{-k_2 t}\right), \qquad (4)$$

где Δm – изменение массы рыбы на единицу площади поверхности, г/100 см^2; C – концентрация соли в посолочном растворе, %; t – время, дни; $L_1 = N_1 D_0$, $L_2 = N_2$; k_1 и k_2 – некоторые константы, свои для каждого вида рыбы.

Первое слагаемое – приток воды в рыбу за счет имеющихся в соке рыбы растворенных веществ, второе – поток воды из рыбы за счет поваренной соли в растворе.

Нами были проведены 4 серии экспериментов по посолу трески и скумбрии при температуре +12°С с кожей и без кожи для 4 значений концентрации соли: 0, 14, 20 и 36% для трески и 3 значений концентрации соли: 14, 20 и 36% для скумбрии (при вымачивании скумбрии в чистой воде нежная ткань этой рыбы начинает разрушаться). Результаты приведены в табл. 1.

Корреляция расчетных и экспериментальных данных позволила определить константы L_1, L_2, k_1 и k_2 (табл. 2).

Таблица 2

Вид рыбы	L_1	L_2	k_1	k_2
Треска	19/30	0,44/0,36	0,30/1,1	0,40/0,31
Скумбрия	22/15	0,75/0,85	0,27/0,28	0,22/0,17

Примечание: числитель – рыба с кожным покровом, знаменатель – без кожного покрова.

Расчетные графики зависимостей изменения массы рыбы от времени процесса (1) вкупе с точечными экспериментальными данными (табл. 1) представлены на рис. 1 и 2 – скумбрия без кожи и с кожей соответственно, рис. 3 и 4 – треска без кожи и с кожей. Экспериментальные точки достаточно хорошо ложатся на теоретические кривые, что свидетельствует о применимости предложенной модели для описания процесса посола рыбы.

Из анализа полученных результатов (рис. 1–4) следует, что наилучший режим посола – при концентра-

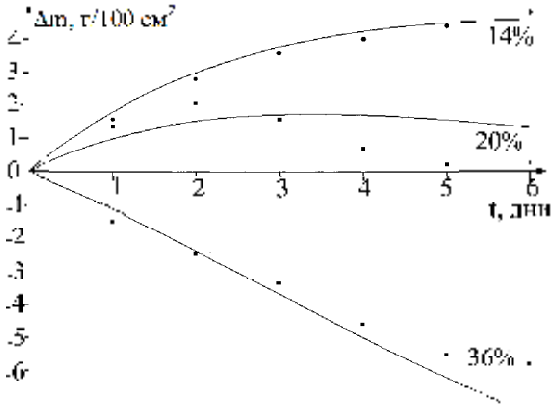

Рис. 1

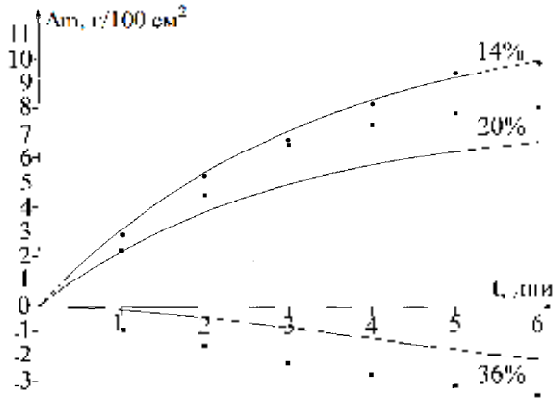

Рис. 2

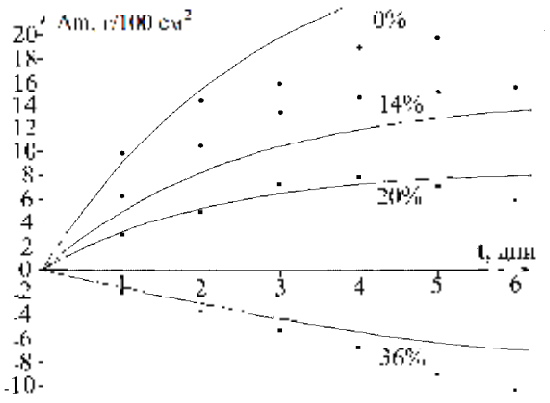

Рис. 3

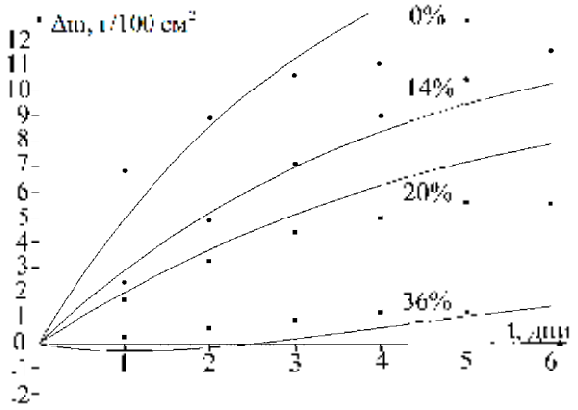

Рис. 4

ции посолочной смеси 20%, так как наблюдается увеличение массы рыбы, т. е. появление свободной влаги в мясе рыбы, которая органолептически делает продукт более сочным, при относительно коротком времени посола. При концентрации 36% наблюдается уменьшение массы рыбы во времени, а значит уплотнение мяса рыбы и как следствие ухудшение органолептических показателей, а при концентрации 14% наряду с увеличением массы рыбы наблюдается существенное увеличение времени посола до достижения заданной концентрации соли в мясе рыбы.

Дальнейшие исследования с внесением в треску белковых рыбных гидролизатов [2] шприцеванием показали, что треска с кожным покровом, посоленная при концентрации соли в тузлуке 20 и 36%, имеет наибольшее увеличение массы за счет шприцевания рыбным гидролизатом. Однако органолептические показатели оказались наилучшими у рыб, посол которых осуществлялся при концентрации посолочной смеси 20%.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Куцакова В.Е., Тынкасов А.С.** Кинетика процесса посола мяса в растворах соли и белковых гидролизатов // Вестн. МАХ. – 2008. – № 2.

2. **Куцакова В.Е., Леваков В.В., Белова А.В.** Кинетика гидролиза белоксодержащих продуктов животного происхождения // Мясная индустрия. – 2002. – № 12.

Поступила 04.03.09 г.

KINETICS OF FISH PICKLING

V.E. KUTSAKOVA, S.V. FROLOV, S.A. TOLKACH

Saint-Petersburg State University of Low-Temperature and Food Technologies,
9, Lomonosova st., Saint-Petersburg, 191002; ph./fax: (812) 571-80-16, frolencia@nm.ru

Physical and mathematical model was suggested for the kinetics of fish pickling. Comparative analysis of calculation and experimental data was carried out. The problem of influence of pickling kinetics upon technology of fish extrusion by hydrolyzates was studied.

Key words: pickling kinetics, pickling, fish, pickle solution.