

10.3

Effect of parameters of heat treatment on nitrite compound changes in meat raw when food-meal produced

A. A. SOKOLOV

Technological Institute of Meat and Dairy Industry, Moscow, USSR

M. G. TULCHEVSKY

Technological Institute of Food Industry, Kiev, USSR

Meat raw was heated in experimental boiler at 100, 110, 120, 130, 135°C during 30, 60 and 120 min. Boiled raw was dried in vacuum at 80°C. Changes of total nitrogen, albumen, albumen-free, polypeptide and residual nitrogen in heated and dried raw were investigated. The results of investigations show wet heating of raw is accompanied by changes of all the nitrogen forms. On heating during 30 min. at 100 and 110°C there are minimum losses. On heating during 120 min. at temperatures varying from 130 to 135°C considerable losses of nitrite compounds (up to 20%) take place, with albumen nitrogen losses exceeding considerably total nitrogen losses under similar heating conditions. Drying process followed is accompanied by changes of nitrite compound in raw, the higher is the heating temperature and heating period before drying, the greater is the value of the changes. Analysing the data of quantitative changes of nitrite compounds when heated at temperatures varying from 100 to 135°C kinetics of these changes has been defined.

Der einfluß von parametern der wärmebearbeitung auf die veränderung der stickstoffverbindungen in fleischrohstoffen bei der herstellung von futtermehl

A. A. SOKOLOW

Technologisches Institut der Fleisch-Milch-Industrie, Moskau, UdSSR

M. G. TULTSCHEWSKY

Institut für Technologie der Nahrungsmittelindustrie, Kiev, UdSSR

Der nicht nährende Fleischrohstoffe ist im Experimentalkessel bei Temperaturen von 100, 110, 120, 130 und 135°C und einer Dauer der Wärmebearbeitung von 30, 60 und 120 min erhitzt worden. Der zerkochte Rohstoff ist unter Vakuum bei einer Temperatur von 80°C ausgetrocknet worden. Im erhitzten und getrockneten Rohstoff sind Veränderungen des allgemeinen, eiweißartigen, nichteiweißartigen, polypeptiden und restlichen Stickstoffs untersucht worden. Die Forschungsresultate zeigen, daß die feuchte Erhitzung des Rohstoffs von der Veränderung aller Formen des Stickstoffs begleitet sind. Minimale Verluste beobachtet man beim Erhitzen im Verlaufe von 30 Minuten und einer Temperatur von 100°C und 110°C. Bedeutende Verluste der Stickstoffartigen Stoffe (bis 20%) geschehen beim Erhitzen im Verlaufe von 120 Minuten und einer Temperatur von 130°-135°C. Dabei übersteigen die Verluste des eiweißartigen Stickstoffs bedeutend die Verluste des allgemeinen Stickstoffs bei gleichen Bedingungen des Erhitzens. Der folgende Prozeß der Trocknung wird gleichfalls von einer Veränderung der Stickstoffrohstoffe begleitet, dessen Größe um so größer wird, je höher die Temperatur der Erhitzung und der Dauer ihrer Einwirkung bis zur Trocknung wird. Die erhaltenen Angaben der mengenmäßigen Veränderungen stickstoffartiger Rohstoffartiger Rohstoffe während seiner Erhitzung bei einer Temperatur in den Grenzen von 100-135°C analysierend, wurde die Kinetik der Veränderung dieser Verbindungen bestimmt.

10.3

L'influence des paramètres du traitement thermique sur les combinaisons azotées contenues dans la matière première carnée pendant la farine fourragère

A. A. SOKOLOV

L'institut technologique de l'industrie de lait et de viande de Moscou, l'U.R.S.S

M.G. TUIЛЬЧЕВСКИ

L'institut technologique de l'industrie alimentaire de Kiev, l'U.R.S.S

On chauffait la matière première carnée non-alimentaire à la température de 100, 110, 120, 130 et 135°C, la durée du traitement thermique - 30, 60 et 120 minutes. On séchait ensuite la matière première cuite sous vacuum à la température de 80°C. Dans la matière première cuite d'une telle manière, on étudiait les changements de l'azote total, de l'azote protéique et non-protéique de l'azote polypeptide et de l'azote restant. Les résultats des recherches montrent que le chauffage humide de la matière première est suivi d'une transformation de toutes les formes de l'azote. On observe des pertes insignifiantes en chauffant pendant 30 minutes à la température 100°C. Les pertes considérables de l'azote protéique ont lieu pendant le chauffage dont la durée est 120 minutes et la température 130-135°C. Dans les mêmes conditions du chauffage, les pertes de l'azote protéique dépassent considérablement celles de l'azote total. Le suivant processus de chauffage s'accompagne aussi des changements des matières azotées dont la valeur augmente avec l'augmentation de la température du chauffage et de la durée, de son action avant le séchage. En analysant les données reçues concernant les changements des matières azotées dans la matière première pendant son chauffage à la température de 100-135°C, on a défini la cinétique des changements de ces combinaisons.

Влияние параметров тепловой обработки на изменение азотистых соединений в мясном сырье при выработке кормовой муки

А.А. СОКОЛОВ

Технологический институт мясной и молочной промышленности, г.Москва, СССР

М.Г. ТУЛЬЧЕВСКИЙ

Технологический институт пищевой промышленности, г.Киев, СССР

Непищевое мясное сырье нагревали в экспериментальном кotle при температуре 100, 110, 120, 130 и 135° и длительности тепловой обработки - 30, 60 и 120 мин. Разваренное сырье высушивали под вакуумом при температуре 80°C. В нагретом и высушенном сырье изучались изменения общего, белкового, небелкового, полипептидного и остаточного азота. Результаты исследований показывают, что влажный нагрев сырья сопровождается изменением всех форм азота. Минимальные потери наблюдаются при нагревании в течение 30 минут при температуре 100° и 110°. Значительные потери азотистых веществ (до 20%) происходят при нагревании в течение 120 минут при температуре 130-135°. При этом потери белкового азота значительно превышают потери общего азота при одинаковых условиях нагревания. Последующий процесс сушки сопровождается также изменением азотистых веществ сырья, величина которых тем больше, чем выше температура нагревания и продолжительность ее воздействия до сушки. Анализируя полученные данные количественных изменений азотсодержащих веществ сырья во время его нагревания при температуре в пределах 100-135°, определена кинетика изменения этих соединений.

Влияние параметров тепловой обработки на изменение азотистых соединений в мясном сырье при выработке кормовой муки

А.А.СОКОЛОВ

Технологический институт мясной и молочной промышленности, г.Москва, СССР

М.Г.ТУЛЬЧЕВСКИЙ

Технологический институт пищевой промышленности, г.Киев, СССР

Для предотвращения потерь азотсодержащих веществ и получения кормовой муки с высоким содержанием белка необходим научно обоснованный режим тепловой обработки непищевого сырья.

В этих целях измельченное непищевое сырье (книшка крупного рогатого скота, печень конфискованная, свиная кудрявка) перемешивали в соотношении, приближающемся к промышленной практике и в количестве около 50 г помещали в герметически закрывающиеся патроны. Нагревание сырья производили в экспериментальном горизонтальном кotle при температурах 100, 110, 120, 130 и 135°C и длительности нагрева 30, 60 и 120 мин. Разваренное сырье высушивали в вакууме - сушильном шкафу при температуре 80°C в течение 180 мин. В исследуемых образцах непищевого мясного сырья до и после нагревания, а также после его сушки определяли общий, небелковый, остаточный, белковый, полипептидный азот по методу Кильдаля и аминокислотный состав на аминоанализаторе фирмы Бекман.

При нагревании отходов мясного производства белковые вещества подвергаются различным количественным и качественным изменениям, которые оказывают влияние на питательные свойства кормовой муки (табл.I). С повышением температуры и увеличением продолжительности нагревания отмечается уменьшение содержания общего и белкового азота в сырье. Минимальные потери наблюдаются при нагревании в течение 30 минут и температуре 100, 110 и 120°C. Значительные потери азотистых веществ (до 20%) происходят при тепловой обработке в течение 120 мин. и температуре 130-135°C. При этом потери белкового азота значительно превышают потери общего азота при одинаковых условиях нагревания.

Анализируя полученные данные количественных изменений азотсодержащих веществ сырья во время его нагревания при температурах в пределах 100-135°C, можно определить кинетику изменения этих соединений.

Гидротермический распад белков при нагреве выше 100°C происходит по типу реакции первого порядка. Скорость этого процесса описывается уравнением

$$\ln \frac{C_H}{C} = K \cdot \tau, \quad (1)$$

Где C_H - начальная концентрация вещества, C - тоже в момент τ , τ - время воздействия тепла, K - коэффициент скорости.

Основываясь на этом уравнении и зависимости коэффициента скорости от температуры, выражаемой уравнением Аррениуса, было предложено для практических целей уравнение в виде:

$$\lg \frac{C_H}{C} = A \cdot \tau \cdot 10^{B(t-100)}, \quad (2)$$

в котором A и B постоянные.

Таблица I

Изменение азотистых веществ при нагревании непищевого мясного сырья (% к общему азоту сырья)

Nitrite compound changes during heating fodder meat raw
(% to total nitrogen in raw)

Температура, °C	Продолжительность, мин	Общий азот	Содержание азотистых веществ				
			в том числе		из общего количества белкового азота	белковом и по-	Сумма белкового и по-
			белковый	небелковый			
До нагревания		100	87,21	12,79	0,80	II,99	88,01
100	30	98,85	84,02	14,83	4,04	10,79	88,06
	60	98,49	81,88	16,61	6,17	10,44	88,05
	120	97,52	79,98	17,54	7,95	9,59	87,93
110	30	98,71	82,46	16,25	4,26	II,99	86,72
	60	97,65	80,07	17,58	5,28	12,30	85,35
	120	95,92	76,51	19,41	6,39	13,02	82,90
120	30	97,91	78,86	19,05	6,22	12,83	85,08
	60	95,03	73,72	21,31	8,34	12,97	82,06
	120	90,37	65,33	25,04	10,92	14,12	76,25
130	30	95,56	71,54	24,02	II,10	12,92	82,64
	60	90,05	64,21	25,84	12,07	13,77	76,28
	120	84,15	55,33	28,82	13,10	15,72	68,43
135	30	93,96	66,87	27,09	12,88	14,21	79,75
	60	87,70	58,93	28,77	13,18	15,59	73,11
	120	80,73	51,11	29,62	13,50	16,12	64,61

В таком виде уравнение было применено нами для описания кинетики гидротермического распада белковых и других азотистых веществ непищевого мясного сырья.

Оценивая значение результатов исследований, приведенных в табл. I, следует полагать, что такие формы азота, как белковый и полипептидный с известным основанием можно считать в основном сохранившими питательную ценность. Это нельзя сказать о веществах, характеризуемых остаточным азотом. Поэтому для оценки влияния условий нагрева на питательную ценность кормовой муки было бы, по-видимому, правильным ориентироваться на изменении суммы белкового и полипептидного азота. Математическая обработка данных таблицы позволила определить параметры уравнения (2) применительно к этому условию:

$$\lg \frac{C_n}{C} = 0,00013 \cdot 2 \cdot 10^{0,029 (t - 100)} \quad (3)$$

Сравнение расчетных данных с экспериментальными показало, что они очень близки. Максимальное отклонение около 6% имеет место лишь в одном случае: нагрев 120 минут при 135°C.

Последующий процесс сушки сопровождается также изменением азотистых веществ, величина которых тем больше, чем выше температура нагревания и продолжительнее ее воздействие до сушки. При нагревании и последующей сушке непищевого сырья обнаружено также уменьшение количества аминокислот (табл. 2). Математическая обработка данных показала, что кинетика процесса вполне удовлетворительно описывается уравнением (2) с параметрами: A = 0,000122, B = 0,0625. Сходимость расчетных данных с экспериментальными высокая. Таким образом, оптимальный режим тепловой обработки можно определять, руководствуясь и данными о кинетике

изменения аминокислот, содержащихся в сырье. Анализ полученных данных об изменении различных аминокислот показал, что при наиболее высоких параметрах нагревания сырья (120 мин. при 135°C) уменьшение содержания большинства из них примерно одинаковое и находится в пределах 20-23%. Лишь для некоторых аминокислот оно больше: для цистина - 31,4%, аспарагиновой кислоты - 27,3%, метионина - 26,6%, триптофана - 30,5%. Две последние относятся к незаменимым, к тому же метионин принят относить к числу так называемых лимитирующих применительно к кормлению животных.

В этой связи была произведена математическая обработка экспериментальных данных, характеризующих изменения метионина при нагреве, с целью описать кинетику этого процесса. Было установлено, что для ее описания также вполне пригодно уравнение (2) при значениях параметров: A = 0,00158, B = 0,0260.

Итак, все наиболее важные количественные изменения азотистых веществ, вызываемые нагревом применительно к изготовлению кормовой муки, могут быть выражены одним уравнением (2), но параметры уравнения не одинаковы.

Снижение количества аминокислот сырья при высокотемпературном нагреве большинство исследователей связывают с явлениями их дезаминирования и декарбоксилирования. Это объяснение имеет известное основание. Однако безоговорочно относить это ко всем белкам, входящим в состав животных тканей, нет достаточных оснований. Хорошо известно, что уже при 65-70°C практически все альбумины, глобулины и нуклеопротеиды денатурируют и коагулируют, то есть агрегируют с возникновением связей различной прочности, утрачивая растворимость в воде. Их реакции

Таблица 2

Изменение содержания общего количества аминокислот в процессе нагревания и последующей сушки сырья^{X/}

Changes of total amount of amino acids during heating and following raw drying

Режим нагревания		: Содержание аминокислот, г на 100 г сухого вещества		: % к исходному содержанию в сырье	
Температура, °C	Продолжительность, мин	После нагревания	После сушки	После нагревания	После сушки
100	30	65,54	65,21	98,6	98,1
	60	65,28	64,77	98,2	97,4
	120	64,45	63,50	96,9	95,5
110	30	65,47	64,72	98,5	97,3
	60	64,59	63,39	97,2	95,3
	120	62,76	61,09	94,3	91,9
120	30	64,85	63,71	97,5	95,8
	60	62,55	60,41	94,1	90,9
	120	58,94	56,04	88,7	84,3
135	30	61,60	59,14	92,7	89,0
	60	56,86	54,46	85,5	81,9
	120	51,49	48,10	77,4	72,3

^{X/}

общее количество аминокислот в исходном сырье равно 66,48 г на 100 г сухого вещества

онноспособные группы в значительной степени утрачивают контакт с водой. Лишь глютин и полипептиды, растворимые в горячей воде, сохраняют в полной мере способность к гидролитическому расщеплению. Поэтому предполагать вероятность заметного разрушения аминокислот, входящих в состав коагулирующих белков, можно только при очень жестком нагреве в контакте с водой.

Тем не менее уже не столь высоких температурах (120°C и ниже) потери аминокислот, типичных для коагулирующих белков (триптофан, метионин, цистин) весьма заметны и более значительны, чем многих других. Еще более существен тот факт, что уменьшение количества определяемых аминокислот происходит и в период сушки, когда условия, способствующие гидролизу, смягчаются: температура лишь 80°C , а количество воды в системе последовательно уменьшается. Для большинства аминокислот потери при сушке такого материала после нагрева при 130°C в течение 120 минут оказались большими, чем при нагревании. Этот факт нельзя объяснить исходя только из представлений о роли дезаминирования и декарбоксилирования или разрушения бензольного и фенольного кольца триптофана, фенилаланина и других аминокислот.

Наиболее вероятно предположение о возникновении надмолекулярных структур в результате взаимодействия частиц коагулируемых белков друг с другом и с другими веществами. Такого рода надмолекулярные структуры, естественно, проявляют иные свойства, чем собственно белковые вещества.

Не исключены и другие механизмы. Например, реакция взаимодействия белков и полипептидов с карбонильными соединениями, образующимися из компонентов животных тканей при интенсивном нагреве, в частности тех, которые образуются при окислении жиров. Это, кстати, объясняет тот факт, что при сушке кормовой массы особенно велики потери аминокислот в материале, подвергающемся наиболее жесткому нагреву (когда окислительные изменения липидов особенно велики). Наконец, вполне возможно агрегирование белковых веществ с образованием связей между активными функциональными группами, в том числе пептидных, солевых и сульфидных.

Так или иначе, высказанные выше соображения не только помогают уяснить причины нежелательных изменений, но, и это главное, предполагать вероятность неблагоприятного влияния этих процессов на питательную ценность продукта, так как образование надмолекулярных соединений не может не сказаться на устойчивости продукта к действию ферментов. Это подтверждено в дальнейшей постановке специальных экспериментов.

Выводы

- Определена кинетика изменения азотсодержащих веществ при нагреве непищевого мясного сырья. Наиболее важные количественные изменения азотистых веществ, вызываемые нагревом, применительно к изготовлению кормовой муки, могут быть выражены одним уравнением, но параметры уравнения не одинаковы.

Сравнительная оценка этих параметров дает основание для заключения, что для определения оптимального режима тепловой обработки наиболее оправданы те, которые характеризуют количественных изменений белкового и полипептидного азота, а также метионина в условиях, характерных для технологии животных кормов.