

К ВОПРОСУ ОБРАЗОВАНИЯ НИТРОЗОПИГМЕНТОВ
В ПРОЦЕССЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВАРЕННЫХ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

С 6

Н.Н. Крылова, И.Н. Луконина

Настоящая работа является продолжением исследований, доложенных на XII Европейском конгрессе работников НИИ мясной промышленности. Изучен механизм образования нитрозопигментов и влияние факторов на окраску в процессе изготовления вареных колбас.

Материал и методы исследования

Опыты проводили на трех препаратах метмиоглобина, выделенного из мышечной ткани крупного рогатого скота, а также на длиннейшей мышце спины (*m. long. dorsi*), полученной от 9 туш крупного рогатого скота со специально подобранным значением рН.

Для восстановления метмиоглобина применяли дитионит натрия. Количество миоглобина во всех модельных опытах составляло около 10 мг, объем раствора — 10 мл. В фосфатных буферных растворах с рН 5,2; 5,6 и 6,4 наблюдали изменения миоглобина под влиянием поваренной соли и различной концентрации нитрита. Дозы соли и нитрита соответствовали количеству этих веществ, применяемых при изготовлении вареных колбас.

Образцы мяса отбирали от длиннейшей спинной мышцы после 48-часового охлаждения туши при 2°–4°С, освобождали от жировой и соединительной ткани и измельчали на волчке. Проводили посол рассолом с выдержкой в течение 6 и 24 час. при 4°С. Содержание поваренной соли в мясе составляло 2,5%. После выдержки мяса в посоле добавляли 3,0; 5,0; 7,5 и 10,0 мг% нитрита, а также 3,0 мг% нитрита в сочетании с 0,05% изоаскорбината натрия. Затем переме-

набивали с нитритом, набивали в подготовленную кишечную оболочку и оставляли на 1,5 часа при 15°C. После выдержки с нитритом проводили термическую обработку: обжарку при 100°C в течение 30-40 мин. (в зависимости от диаметра батона); варку - воде при 85°C в течение 40 мин. и охлаждали проточной водой.

Изменения пигментов наблюдали, используя спектральные методы анализов. Запись спектров поглощения и отражения проводили на регистрирующем спектрофотометре СФ-10.

Содержание общего пигмента и нитрозопигмента определяли по методу Хорнси в модификации П.Бартон; количество нитрита - методом диазотирования с осаждением белков по Грау и Мирна; величину pH - на pH-метре ЛПУ-01.

Результаты и обсуждения

На основании ранее проведенных исследований было показано, что миоглобин в результате воздействия в аэробных условиях таких физико-химических факторов, как pH, температура, поваренная соль, превращается в свои производные - оксимиоглобин и метмиоглобин. Следовательно, при дальнейшем проведении процесса посола, т.е. добавлении основного компонента посолочной смеси - нитрита, пигмент находится в виде окси- и метмиоглобина. Нитрит, в свою очередь, вызывает окисление оксимиоглобина и образование значительных количеств метмиоглобина. Известно, что нитрозомиоглобин, пигмент соленых мясopодуKтов, образуется при взаимодействии оксимиоглобина с миоглобином, однако в момент добавления нитрита миоглобин отсутствует. Поэтому для выяснения, какую роль играют производные миоглобина - оксимиоглобин и метмиоглобин в реакциях образования нитрозопигментов были проведены модельные опыты на растворах миоглобина, оксимиоглобина и метмиоглобина в аэробных и анаэробных условиях.

На основании полученных спектральных кривых было показано, что образование нитрозомиоглобина происходит в растворах миоглобина при добавлении нитрита в анаэробных и аэробных условиях или при пропускании через него окиси азота в анаэробных условиях.

В растворах оксимиоглобина при добавлении нитрита или пропускании окиси азота в таких же условиях происходило окисление оксимиоглобина до метмиоглобина.

Как показали модельные опыты, добавление нитрита к растворам метмиоглобина также не привело к образованию нитрозомиоглобина. Однако при пропускании окиси азота через раствор метмиоглобина в анаэробных условиях был получен нитрозометмиоглобин, пигмент красного цвета (рис. I).

Спектр этого соединения сложный, основные максимумы находятся при длинах волн 536 и 576 нм и небольшой максимум — при длине волны 562 нм. Было показано, что нитрозометмиоглобин в аэробных условиях постепенно распадается с образованием метмиоглобина.

Спектр полученного нами нитрозометмиоглобина несколько отличается от приведенного в литературе спектра нитрозометмиоглобина, полученного из мышц сердца лошади и свиньи /1,2/.

На основании проведенных исследований на растворах миоглобина, оксимиоглобина и метмиоглобина показано, что образование нитрозомиоглобина в соленом продукте возможно только при взаимодействии нитрита и миоглобина. При изготовлении колбасных изделий в измельченном мясе имеются такие условия, при которых образование нитрозометмиоглобина, очевидно, невозможно.

Экспериментальные данные, полученные нами, несколько отличаются от литературных /3, 4, 5/, согласно которым пигменты соленого мяса могут образоваться при взаимодействии окиси азота с миоглобином и метмиоглобином.

В связи с тем, что при добавлении нитрита к соленому мясу оксимиоглобин окисляется и превращается в метмиоглобин, важная роль в процессе цветообразования принадлежит метмиоглобину. Создание условий, при которых возможно более полное восстановление метмиоглобина до миоглобина, приведет к образованию интенсивной окраски готового продукта.

Изучение превращений пигментов в модельных опытах позволило выявить взаимосвязь между количеством образовавшегося нитрозомиоглобина и превращением его в нитрозомиохром. Добавление различных количеств нитрита от 3,0 до 10,0 мг% к растворам миоглобина с рН 5,6 привело к образованию одинакового количества нитрозомиоглобина (рис. 2).

После тепловой обработки было определено различное содержание нитрозомиохрома. Полученные данные указывают на то, что существует оптимальное количество нитрита, при котором происходит максимальное образование нитрозопигментов.

Дальнейшее изучение образования нитрозопигментов проводили на растворах миоглобина и на мясе при добавлении различных количеств нитрита, а также нитрита в сочетании с изоаскорбинатом натрия.

Наибольшее количество нитрозомиохрома было определено в растворах миоглобина с рН 5,2 и 5,6 при добавлении 5,0 мг% нитрита. В растворах с рН 5,2 количество нитрозомиохрома составило в среднем 86%, в растворах с рН 5,6 количество этого пигмента было выше и составило 94%. При рН 6,4 более высокое содержание нитрозомиохрома определено при добавлении 7,5 мг% нитрита и соответствовало 84%. Увеличение дозы нитрита до 15,0 мг% не привело к большему образованию нитрозопигментов при всех изучаемых значениях рН.

При добавлении 3,0 мг% нитрита в сочетании с изоаскорбинатом натрия к растворам миоглобина с pH 5,6 были получены самые высокие количества нитрозомиохрома порядка 94-100%. Очевидно, в присутствии изоаскорбината реакция между миоглобином и нитритом происходит полностью.

Такая же закономерность в образовании нитрозопигментов была установлена и на мясе, используемом для приготовления вареных колбас. Ниже приводятся полученные средние данные.

pH	Количество добавленного нитрита, мг%				3,0+0,05% изоаскорбината
	3,0	5,0	7,5	10,0	
	Нитрозомиохром, %				
5,6-6,0	73,3	79,7	78,8	77,7	81,3
6,4-6,5	63,8	66,4	69,4	66,0	63,9

При изучении влияния количества добавленного нитрита на образование нитрозомиохрома в мясе с pH 5,6-6,0 было определено максимальное содержание его в двух вариантах - при добавлении 5,0 мг% нитрита и 3,0 мг% нитрита в сочетании с 0,05% изоаскорбината натрия. В первом случае было обнаружено значительно меньшее содержание нитрозомиохрома.

В образцах мяса с pH 6,4-6,5 наблюдалась другая закономерность в образовании нитрозомиохрома. Максимальное количество этого пигмента было обнаружено только в одном варианте - при добавлении 7,5 мг% нитрита. Следует отметить, что в вариантах с 3,0 мг% нитрита в сочетании с изоаскорбинатом натрия и без добавления его наблюдали одинаковое содержание нитрозомиохрома.

Таким образом, при переработке мяса для изготовления вареных колбас с pH 5,6-6,0 (т.е. более низким значение pH) образуется

на II-17% больше нитрозомиохрома, чем при переработке мяса с рН 6,4-6,5.

Для установления зависимости между количеством прореагировавшего нитрита и образовавшегося нитрозомиохрома были сопоставлены средние данные, полученные на мясе с различным рН (табл. I)

Таблица I

рН	Длительность выдержи- вания мяса с поваренной солью, часы	Показатели	Количество нитрита, добавляемого к мясу, мг%				
			3,0	5,0	7,5	10,0	3,0+0,05% изоаскорби- ната
5,6-6,0	6	Прореагировавший нитрит, мг%	1,9	3,1	4,4	5,3	2,1
		Образовавшийся нитрозопигмент, %	73,8	80,7	79,4	79,2	83,4
6,4-6,5	6	Прореагировавший нитрит, мг%	1,8	2,4	3,2	4,0	1,9
		Образовавшийся нитрозопигмент, %	65,8	69,8	72,1	68,8	66,1
5,6-6,0	24	Прореагировавший нитрит, мг%	1,7	2,7	3,9	5,2	1,9
		Образовавшийся нитрозопигмент, %	72,7	78,4	77,9	75,7	78,5
6,4-6,5	24	Прореагировавший нитрит, мг%	1,5	2,3	2,8	4,2	1,6
		Образовавшийся нитрозопигмент, %	61,6	63,1	66,6	63,3	61,7

Как следует из таблицы, максимальное количество нитрозомиохрома было определено в мясе с рН 5,6-6,0 и 6,4-6,5, выдержанно в посоле в течение шести часов и с нитритом в течение 1,5 часа. В обоих случаях количество прореагировавшего нитрита составило 3,1-3,2 мг%.

Аналогичная закономерность наблюдается и для мяса, выдержанного в посоле в течение 24 часов, но количество прореагировавшего нитрита несколько ниже и составляет 2,7-2,8 мг%.

Добавление изоаскорбината натрия к мясу с рН 5,6-6,0 привело к увеличению количества прореагировавшего нитрита и образованию высокого количества нитрозомиохрома.

Следует отметить, что при всех дозах введенного нитрита, остается 30-40% свободного.

Показано, что в мясе, выдержанном в течение 6 час. с поваренной солью, а затем в течение 1,5 часа с нитритом, больше образуется нитрозомиохрома, чем при 24-часовом выдерживании с солью.

ВЫВОДЫ

Установлены оптимальные количества нитрита, которые способствуют максимальному развитию окраски вареных колбас при использовании мяса с различным рН.

Для мяса с рН 5,6-6,0 оптимальными концентрациями являются 5,0 мг% нитрита или 3,0 мг% нитрита в сочетании с 0,05% изоаскорбината натрия. Для мяса с рН 6,4-6,5 оптимальной концентрацией является 7,5 мг% нитрита.

На основании проведенных исследований, считаем целесообразным проводить измерение рН колбасного фарша, используемого для приготовления вареных колбас, так как это позволит определить дозу нитрита, которую следует добавлять, чтобы получить хорошую окраску готового продукта. - 590 -

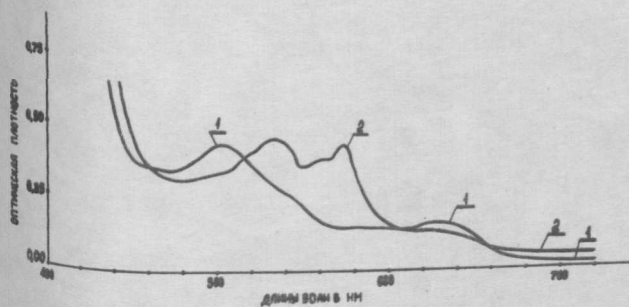


Рис. 1. Спектрофотометрические кривые:
1 - метмиоглобина; 2 - нитрозометмиоглобина.

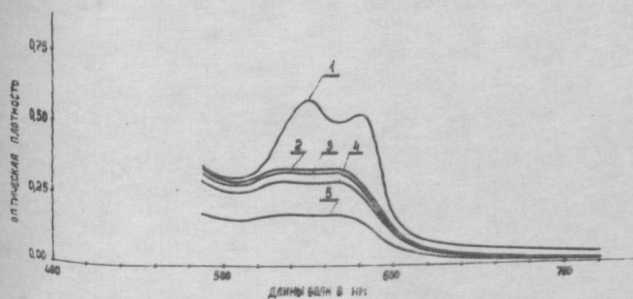


Рис. 2. Спектральные кривые:
1 - нитрозомиоглобин; 2 - нитрозомиоглобм после добавления 5,0 мг% нитрита; 3 - после добавления 7,5 мг% нитрита; 4 - 10,0 мг%; 5 - после добавления 3,0 мг% нитрита.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. E h r e n d e r g A., S z o z e p k o w s k i T.
Properties and structure of the compounds formed between
cytochrome C and Nitric oxide. Acta Chem. Scand., 14, 1960,
1684.
2. W a l t e r s C.L., T a y l o r A. McM. Pig-heart myo-
globin and its derivatives with nitric oxide. Biochim. et
biophys. 82, 1964, 420.
3. S o l b e r g M. Color stability in sausage production.
Meat, 32, 1966, 34.
4. F o x J.B. The chemistry of meat pigments. J. Agr. Food
Chem., 14, 3, 1966, 207.
5. F o x J.B., A c k e r m a n n S.A. Formation of Nitric
Oxide Myoglobin. J. Food Sci., 33, 4, 1968, 364. Farkeä