

*Sunderford 1966 D* 275  
**XII Европейский конгресс работников НИИ  
мясной промышленности**

---

Всесоюзный научно-исследовательский институт  
мясной промышленности. СССР

**СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОКРАСКИ  
СВИНЫХ НАТУРАЛЬНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ В ПРОЦЕССЕ  
ЗАМОРАЖИВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ**

Т.Д. Цинцадзе, А.П. Шеффер, Ю.Н. Лясковская

**А Н Н О Т А Ц И Я**

Исследовано влияние процесса быстрого замораживания, различных упаковочных материалов, температурных режимов и продолжительности хранения на цветность свиных натуральных полуфабрикатов (шницелей).

Для снятия спектров отражения свиной мышечной ткани в пределах длин волн 400–750 мкм использовали регистрирующий спектрофотометр СФ-10.

Исследованию подвергали образцы, взятые из поверхностных и внутренних слоев полуфабрикатов после их предварительной дефростации.

В результате исследований установлено:

а) быстрое замораживание на скороморозильном аппарате плиточного типа при минус 34° в незначительной степени влияет на превращение миоглобина в метмиоглобин;

б) в процессе хранения наблюдалось появление полосы поглощения метмиоглобина с максимумом при длине волны 635 мкм, которая увеличивалась по мере удлинения продолжительности хранения продукта (максимальное время хранения 10 мес.);

в) время появления полосы поглощения метмиоглобина и ее интенсивность были обусловлены применением различных упаковочных материалов и температурных режимов хранения; вакуумная упаковка (дублированный целлофан-полиэтилен) способствовала меньшему образованию метмиоглобина в процессе хранения, чем упаковка под атмосферным давлением (полиэтиленовая пленка); окраска полуфабрикатов, хранившихся при минус 28°, подвергалась меньшим изменениям, чем у образцов при минус 18°; доминирующее влияние на превращение миоглобина в метмиоглобин оказывают способы упаковки полуфабрикатов и свойства упаковочных материалов;

г) во всех случаях поверхностные слои полуфабрикатов подвергались более глубоким изменениям, чем внутренние слои, где не наблюдалось каких-либо существенных превращений пигментов мяса.

A SPECTROPHOTOMETRIC STUDY INTO THE COLOUR  
OF NATURAL PORK READY-TO-COOK PRODUCTS  
DURING FREEZING AND STORING

Tsintsadzeh T.D., Sheffer A.P.,  
Lyaskovskaya Yu.N.

S U M M A R Y

The effect of quick freezing, various packing materials, temperature conditions and storage time on the colour of natural pork ready-to-cook products (schnitzels) has been studied.

To read reflection spectra of pork muscle tissue within the range of 400 to 750 m $\mu$  wavelengths, we used the recording spectrophotometer CO-10.

The samples taken from the surface and inner layers of the ready-to-cook items and predefrosted were investigated.

The studies resulted in the following conclusions:

a/ quick freezing in a plate quick-freezer at -34°C effects insignificantly myoglobin conversion into metmyoglobin;

b/ during storage metmyoglobin absorption band was observed having the maximum at 635 m $\mu$ , and it was increasing with storage time of the product (the maximum storage time being 10 months);

c/ the time of the appearance of metmyoglobin absorption band and its intensity were determined by differences in packing materials and storage temperature conditions; vacuum-packing into doubled cellophane-polyethylene contributed to a smaller metmyoglobin production during storage as compared to packing under atmospheric pressure into polyethylene; the colour of the products stored at -28°C changed less than that of the samples stored at -18°C; methods of packing semi-finished products and the properties of packing materials were of the predominating effect on myoglobin conversion into metmyoglobin;

d/ in all cases the surface layers of the products were subject to deeper changes than the inner ones where no considerable changes of meat pigments were observed.

DIE SPEKTROPHOTOMETRISCHE UNTERSUCHUNG DER FARBE DER KUCHENFERTIGEN  
ERZEUGNISSE AUS SCHWEINEFLEISCH (WIE GEWACHSEN) IM LAUFE  
DER GEFRIERUNG UND LAGERUNG

T.D.Zinzadse, A.P.Scheffer,  
J.N.Laskowskaja.

Z U S A M M E N F A S S U N G

Der Einfluß von Schnellgefrierung, Verpackungstoffen, Temperaturverhältnissen und Lagerungsdauer auf die Färbung der küchenfertigen Schweinefleischerzeugnisse (Schnitzel) wurde untersucht.

Zur Aufnahme von Reflexionsspektren des Schweinemuskelgewebes im Bereich der Wellenlängen von 400 bis 750 m $\mu$  wurde das selbstschreibende Spektralphotometer "C $\phi$ -10" angewandt.

Proben wurden am Rand und im Kern genommen und nach vorhergehendem Auffauen untersucht.

Die Untersuchungen ergaben:

a) die Schnellgefrierung im Plattengefrierapparat bei  $-34^{\circ}\text{C}$  übt nur einen geringen Einfluß auf die Umwandlung des Myoglobins in Metmyoglobin aus;

b) im Laufe der Lagerung erschien das Absorptionsband des Metmyoglobins mit dem Maximum bei der Wellenlänge von 635 m $\mu$ , das mit der Lagerung zunahm, wobei die maximale Lagerungsdauer 10 Monate ausmachte;

c) die Zeit des Auftretens des genannten Absorptionsbandes, wie auch seine Intensität, wurden durch Anwendung unterschiedlicher Verpackungstoffe und Temperaturverhältnisse bedingt; in den unter Vakuum in dubliertes Zellglas-Polyäthylen verpackten halbfertigen Gerichten wird weniger Metmyoglobin während der Lagerung gebildet, als in denen unter Luftdruck in Polyäthylen-Folie verpackten; die Färbung der bei einer Temperatur von  $-28^{\circ}\text{C}$  gelagerten Erzeugnisse veränderte sich weniger, als das bei  $-18^{\circ}\text{C}$  der Fall war;

die Art der Verpackung ebenso wie die Beschaffenheit des Verpackungsmaterials sind in bezug auf die Umwandlung des Myoglobins in Metmyoglobin ausschlaggebend;

d) in allen Fällen traten am Rand des Erzeugnisses tiefere Veränderungen, als im Kern ein, wo keine beträchtlichen Umwandlungen der Fleischpigmente beobachtet wurden.

L'ÉTUDE SPECTROPHOTOMÉTRIQUE DE LA COULEUR DES DEMI-PRODUITS  
DE PORC NATURELS PENDANT LA CONGÉLATION ET LA  
CONSERVATION

T.D.Zsintsadze, A.P.Sheffer,  
J.N.Ljaskovskaja

S O M M A I R E

On a étudié l'influence de la congélation rapide, des matériaux d'emballage différents, des régimes thermiques et de la durée de conservation sur la couleur des demi-produits de porc naturels (des escalopes).

Les mesures des spectres de réflexion du tissu musculaire de porc étaient faites dans la longueur d'onde 400-750 m $\mu$ . à l'aide du spectrophotomètre - enregistreur SF-10.

Les échantillons pour les essais étaient pris des couches superficielles et internes des demi-produits après leur décongélation préliminaire.

D'après nos essais on peut faire les conclusions suivantes:

a) la congélation rapide sur l'appareil de congélation rapide à plaque à la température de -34° influence très peu la conversion de la myoglobine en métmyoglobine;

b) pendant la conservation on remarquait l'apparition de la bande d'absorption de la métmyoglobine à la longueur d'onde maximum 635 m $\mu$ . La bande agrandissait avec la prolongation de la conservation du produit (la durée maximum de conservation 10 mois);

c) le temps d'apparition de la bande d'absorption de la métmyoglobine et sa intensité étaient déterminés par l'emploi des matériaux d'emballage différents et des régimes thermiques de la conservation. L'emballage sous vide (la cellophane-polyéthylène double) diminuait la formation de la métmyoglobine pendant la conservation par comparaison avec l'emballage sous pression atmosphérique (le film de polyéthylène). La couleur des demi-produits conservés à -28°C subissait les moindres changements que celle des échantillons conservés à -18°C. Les méthodes d'emballage des demi-produits et les propriétés des matériaux d'emballage ont l'influence dominant sur la conversion de la myoglobine en métmyoglobine;

d) dans tous les cas les couches superficielles des demi-produits subissaient des changements plus profonds que les couches internes, où on n'observait pas des changements considérables dans les pigments des viandes.

## СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОКРАСКИ СВИНЫХ НАТУРАЛЬНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ В ПРОЦЕССЕ ЗАМОРАЖИВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ

Т.Д. Цинцадзе, А.П. Шеффер, Ю.Н. Лясковская

В связи с тем, что в настоящее время широкое распространение получают предварительно обработанные, замороженные и упакованные в прозрачные полимерные материалы мясные полуфабрикаты, большое значение приобретает сохранение их первоначальной окраски. Цвет мяса и мясопродуктов является важнейшим показателем, характеризующим товарный вид продукта и те химические изменения пигментов, которые происходят вследствие окислительных реакций. Розовый цвет натуральных полуфабрикатов считается весьма приемлемым, тогда как коричневатый или серый оттенки являются показателем их плохого товарного вида.

Широкое освещение в литературе нашли вопросы изучения изменений цвета главным образом говяжьего мяса, тогда как исследования окраски замороженных свиных натуральных полуфабрикатов весьма ограничены.

Для исследования изменений окраски мяса довольно большое распространение получили спектрофотометрические методы, основанные на измерении абсорбции /1, 2/ или отражения света /3-7/.

В первом случае предусматривается предварительная экстракция пигментов из мяса с последующим измерением светопоглощения, во втором — непосредственное определение пигментов на поверхности образцов путем измерения отражения. Последний способ является более совершенным, так как дает возможность непосредственного определения пигментов на поверхности образцов. Первый метод связан с возможными ошибками вследствие того, что при экстракции происходит смещение поверхностных и внутренних слоев мышечной ткани и, по-видимому, изменение относительных пропорций — миоглобина, оксимиоглобина и метмиоглобина.

Потемнение поверхности мясопродуктов является следствием увеличения концентрации пигментов в результате усушки покоричневение поверхностных слоев мяса является следствием образования метмиоглобина под действием кислорода воздуха.

Испарения влаги из поверхностных слоев замороженных полуфабрикатов при хранении можно избежать применением вакуум-упаковки или термопластических пленок, способных к усадке, когда влагонепроницаемая пленка плотно прилегает к про-



дукту, не оставляя "воздушных карманов" между продуктом и упаковочным материалом.

Для предотвращения образования метмиоглобина многие исследователи изучали применение различных способов и химических добавок, а также их влияние на сохранение окраски мяса. **Ayres** /8/ для удлинения сроков сохранения первоначальной окраски свежей говядины применял упаковочную пленку, пропитанную хлортетрациклином. Для стабилизации светло-красного цвета **El-Badayi** и др. /9/ при упаковке говядины использовали смесь, состоящую из 2% СО и 98% воздуха; **Furdal** и др. /10/. Перед упаковкой под вакуумом обрабатывали полуфабрикаты солями железа **Reiter** для придания и стабилизации ярко-красного окрашивания обрабатывал говяжьи полуфабрикаты чистым кислородом в оксигенаторе, а затем замораживал их при  $-38^{\circ}$ .

Ряд исследователей /11-13/ отмечает, что быстрое замораживание лучше сохраняет цвет мяса, чем медленное. Другие авторы /14-17/ указывают, что повышение температуры хранения вследствие более или менее активного процесса испарения влаги повышает концентрацию красящих веществ в поверхностном слое и, наряду с интенсивно протекающим окислительным процессом, способствует ухудшению цвета мясopодуKтов.

**Towsned** и **Bratzler** /12/, отмечая роль постоянной температуры хранения, указывают, что образцы замороженной говядины, хранившейся при люминесцентном освещении при  $-18^{\circ}$ , менее подвержены потере цвета и образованию метмиоглобина, чем образцы, хранившиеся в темноте и при значительном колебании температуры.

Целью данной работы являлось исследование влияния быстрого замораживания, способов упаковки, температуры и продолжительности хранения на изменение окраски свиных натуральных полуфабрикатов.

#### Методика постановки опытов

Для опытов брали полуфабрикаты весом 125 г и толщиной 20 мм, приготовленные из длиннейшей мышцы спины (**longissimus dorsi**) свиней крупной белой породы в возрасте 8-10 мес. мышцы были взяты спустя двое суток после конца охлаждения свиных полутуш. Одна часть полуфабрикатов была упакована под атмосферным давлением в полиэтиленовую пленку, а другая часть - под вакуумом в дублированную целлофан-полиэтиленовую пленку. Затем полуфабрикаты замораживали на плиточном скороморозильном аппарате при  $-34^{\circ}$ , укладывали в контейнеры из гофрированного картона и помещали на хранение в холодильные камеры с температурой воздуха  $-18$  и  $-28^{\circ}$ .

Исследование окраски свиных полуфабрикатов производили в охлажденном виде, после замораживания и спустя один, два, четыре, шесть и десять месяцев хранения. Определение цвета производили как непосредственно на поверхности, так и во внутренних слоях продукта.

В качестве метода исследования применяли отражательную спектрофотометрию, которая дает возможность с достаточно высокой степенью чувствительности определять изменения пигментов мяса.

На продукте делали поперечные срезы круглой формы толщиной 4–5 мм и диаметром 40 мм, которые после 30-минутного выдерживания на воздухе помещали в металлические кюветы и использовали для снятия спектров отражения.

На регистрирующем спектрофотометре СФ-10 снимали спектральные кривые отражения образцов в видимой области спектра в диапазоне волн от 400 до 750 нм, используя шкалу оптической плотности.

Об образовании метмиоглобина в полуфабрикатах судили по появлению и интенсивности полосы поглощения с максимумом при длине волны 635 нм. Для получения сравнительной характеристики влияния быстрого замораживания, времени и условий хранения на образование метмиоглобина использовали метод отношения значений оптической плотности при длине волны 635 нм (максимум поглощения метмиоглобина в красном участке спектра) к оптической плотности при 690 нм (максимум отражения света поверхностью мяса).

### Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 1 представлены спектрофотометрические кривые, снятые с охлажденных полуфабрикатов (а), а также после их быстрого замораживания на плиточном скороморозильном аппарате при  $-34^{\circ}$  и интенсивной дефростации (б). Сравнение этих двух кривых показывает, что по своему характеру они весьма однотипны, однако в области длин волн 620–650 нм кривая (б) имеет тенденцию к образованию полосы поглощения, что указывает на появление метмиоглобина.

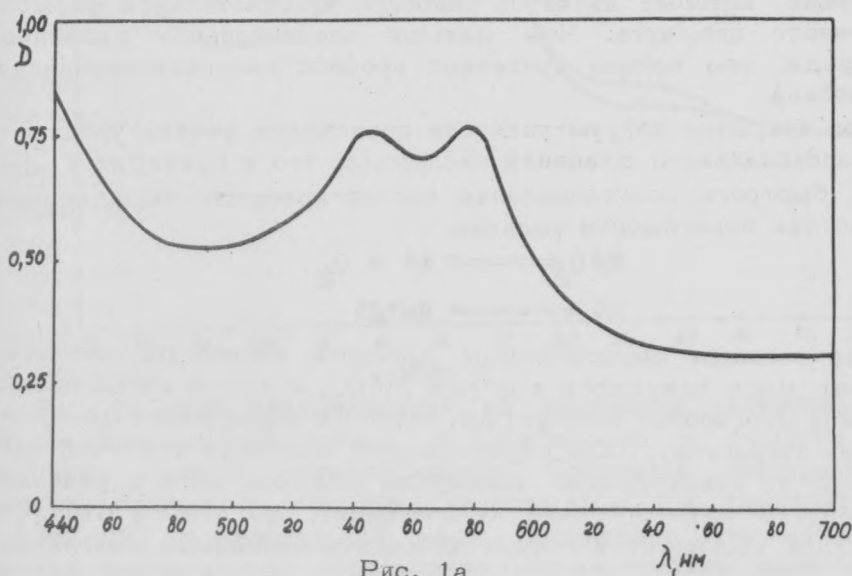


Рис. 1а

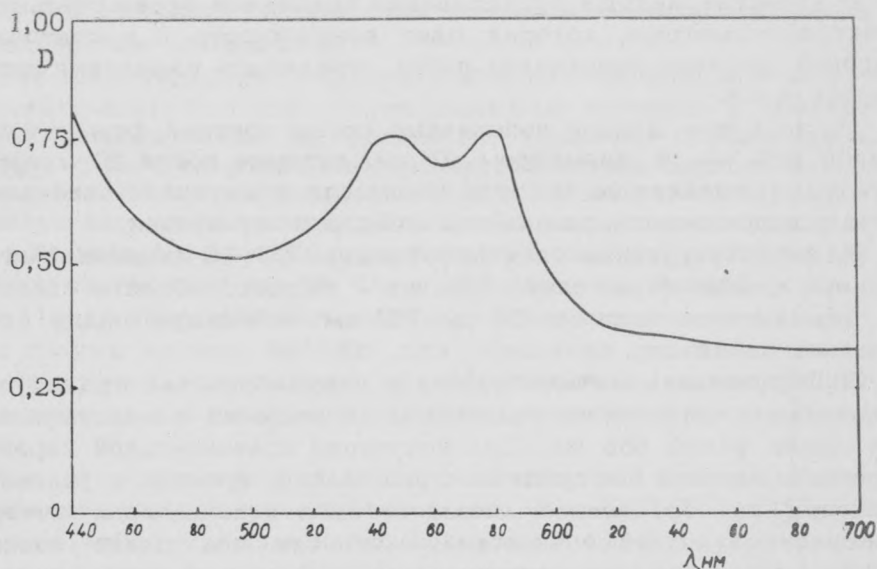
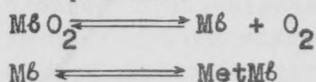


Рис. 16

В течение первых месяцев хранения быстрозамороженные полуфабрикаты, упакованные под вакуумом (дублированная целлофан-полиэтиленовая пленка), приобрели более темное окрашивание с сероватым оттенком.

Однако, это явление носит обратимый характер, так как после вскрытия упаковки цвет полуфабрикатов быстро восстанавливался до первоначального светло-красного окрашивания и исчезал сероватый оттенок. В то же время цвет быстрозамороженных полуфабрикатов, упакованных под атмосферным давлением (полиэтиленовая пленка), не претерпевал указанных изменений, наблюдаемых визуально. Это явление обусловлено тем, что в условиях вакуума образуется дезоксигенированный миоглобин, который является наиболее чувствительной формой мышечного пигмента. Чем меньше парциальное давление кислорода, тем полнее протекает процесс дезоксигенирования миоглобина.

При вскрытии вакуум-упаковки происходит резкое увеличение парциального давления кислорода, что и приводит к эффекту быстрого восстановления светло-красного окрашивания вследствие обратимости реакции.



При высоком парциальном давлении кислорода основной пигмент мяса находится в форме  $\text{MbO}_2$ , а когда насыщается половина миоглобина кислородом, скорость образования метмиоглобина возрастает. Если парциальное давление ниже 1,5 мм рт. ст., то концентрация кислорода слишком мала и реакции образования метмиоглобина не протекает, при этом в мышечной ткани содержится только дезоксигенированный миоглобин /18/.



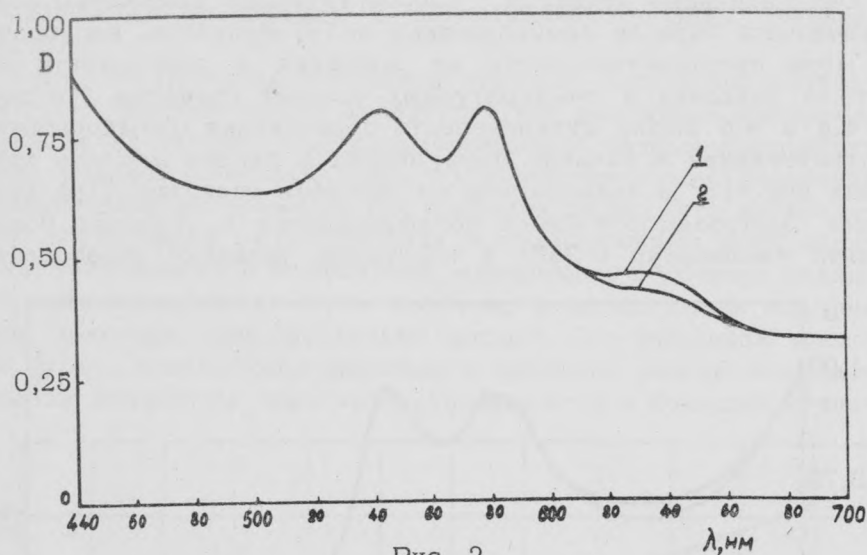


Рис. 2

Это представление подтверждается нашими опытами при хранении быстрозамороженных свиных полуфабрикатов в вакуумной упаковке. На рис. 2 видно, что после 6 мес. хранения при  $-18^{\circ}$  интенсивность полосы поглощения с максимумом при длине волны 635 нм в образцах, упакованных под вакуумом, значительно меньше, чем у образцов, упакованных под атмосферным давлением.

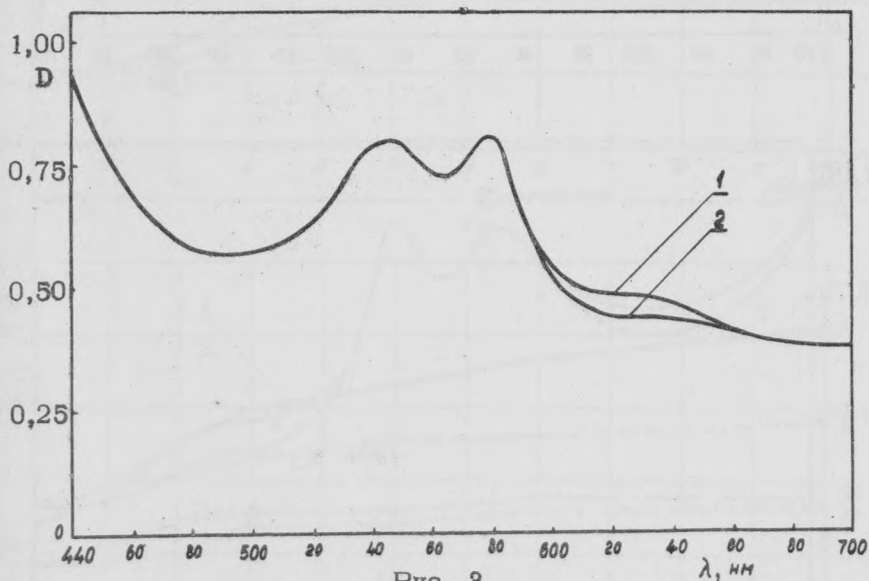


Рис. 3

Рис. 3 дает представление об изменении интенсивности образования метмиоглобина в зависимости от температуры хранения свиных полуфабрикатов. Сравнение спектральных кривых, снятых с образцов, хранившихся при температурах  $-18$  и  $-28^{\circ}$  в течение 10 мес., показывает, что при более низких температурах образование метмиоглобина происходит в меньшей степени.

Окислительные процессы, способствующие изменению первоначальной окраски замороженных полуфабрикатов, нарастают по мере продолжительности их хранения в зависимости от метода упаковки и температурных условий хранения. На рис. 2, 4, а и 4, б видна интенсивность образования метмиоглобина соответственно в течение двух, шести и десяти месяцев хранения при  $-18^{\circ}$  в зависимости от способов упаковки. При хранении быстрозамороженных полуфабрикатов в условиях более низких температур ( $-28^{\circ}$ ) в вакуумной упаковке образование

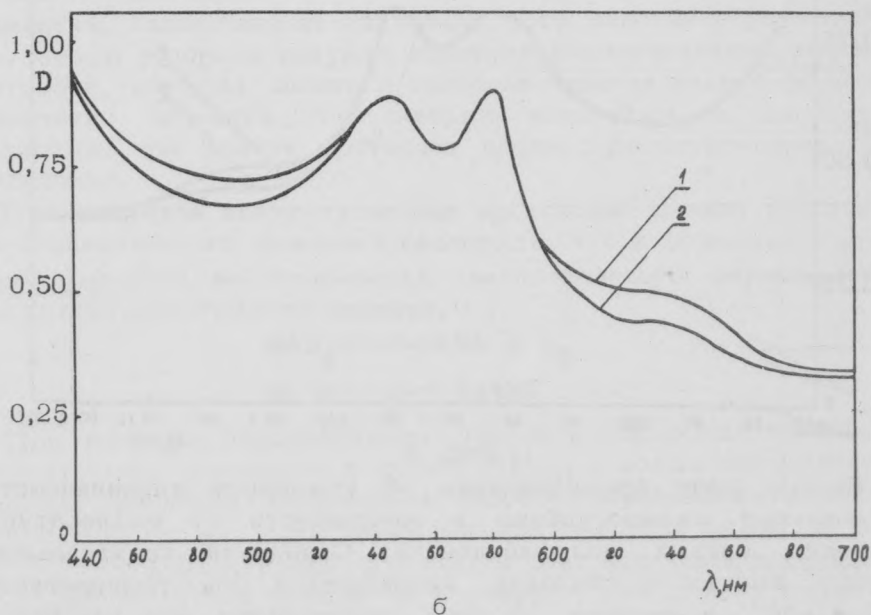
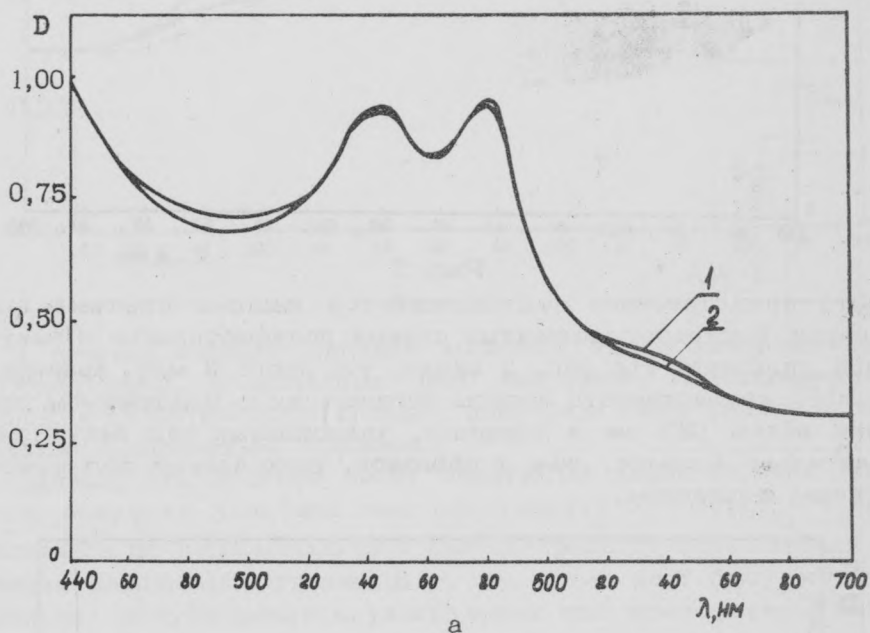


Рис. 4(а,б)

метмиоглобина происходит в значительно меньшей степени (рис. 3).

Пользуясь методом отношения значений оптических плотностей для сравнительной характеристики различных факторов, влияющих на окраску быстрозамороженных свиных полуфабрикатов, удалось показать (рис. 5) интенсивность образования метмиоглобина во времени. Из графиков видно, что интенсивность образования метмиоглобина в замороженных полуфабрикатах, упакованных в полимерные материалы, в течение первых двух месяцев хранения более высокая, а затем, более поздние сроки хранения, она несколько падает. Из графиков также ясно видно, что методы упаковки и свойства упаковочных материалов влияют на окраску полуфабрикатов в большей степе-

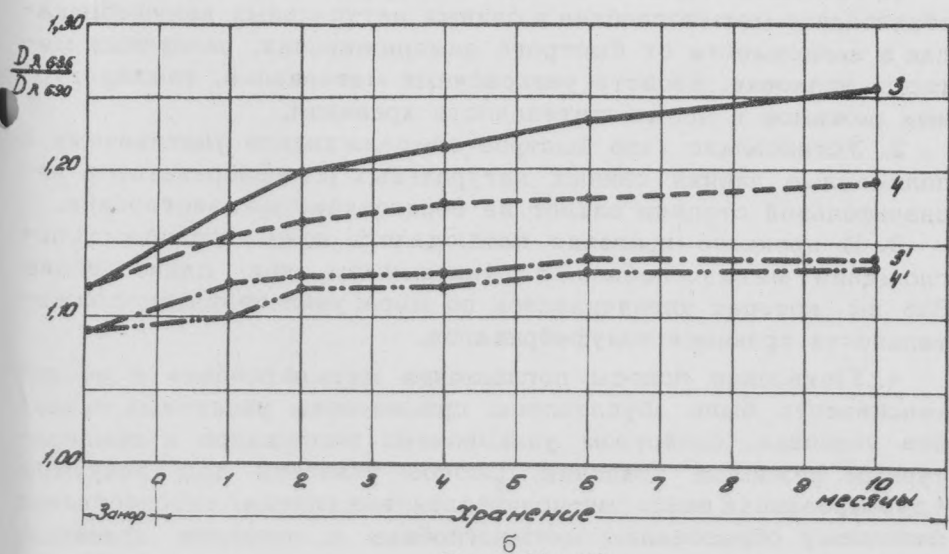
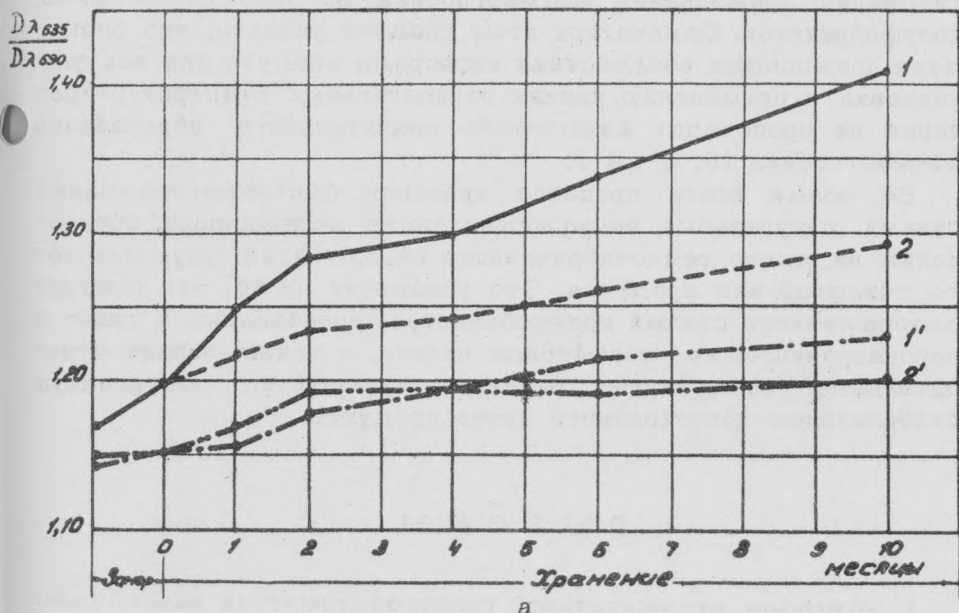


Рис. 5(а,б)

ни, чем исследованные температуры хранения. Так, например, в конце опытного хранения при температуре  $-18^{\circ}$  у полуфабрикатов, упакованных под атмосферным давлением (а,1), отношение оптических плотностей составляет 1,41, в то время как у образцов, упакованных под вакуумом (а, 2), - 1,29.

В то же время у полуфабрикатов, упакованных под вакуумом после десяти месяцев хранения при температуре  $-28^{\circ}$  (б,4) отношение оптических плотностей было 1,19, а при температуре  $-18^{\circ}$  в той же упаковке (б,3) - 1,26.

Благодаря диффузии кислород воздуха может воздействовать не только на поверхностные слои свиных полуфабрикатов, но также вызывать изменение внутренних слоев. Судя по нашим данным, почти во всех вариантах опытов наблюдалась тенденция образования метмиоглобина во внутренних слоях полуфабрикатов. Однако при этом следует указать, что благодаря локализации воздействия кислорода воздуха при вакуумупаковке и применению низких отрицательных температур хранения не происходит какого-либо значительного образования метмиоглобина (б, 3 , 4 ).

Во время всего процесса хранения быстрозамороженных свиных натуральных полуфабрикатов не наблюдалось образования видимого темно-коричневого окрашивания, ухудшающего товарный вид продукта. Это указывает на то, что быстрое замораживание свиных полуфабрикатов, упакованных в газо- и паронепроницаемые полимерные пленки, а также низкие отрицательные температуры хранения обеспечивают достаточную стабилизацию ярко-красного цвета продукта.

## ВЫВОДЫ

1. Методом отражательной спектрофотометрии исследовано образование метмиоглобина в свиных натуральных полуфабрикатах в зависимости от быстрого замораживания, различных методов упаковки, свойств упаковочных материалов, температурных режимов и продолжительности хранения.

2. Установлено, что быстрое замораживание упакованных в полимерные пленки свиных натуральных полуфабрикатов в незначительной степени влияет на образование метмиоглобина.

3. В процессе хранения наблюдалось появление полосы поглощения метмиоглобина с максимумом при длине волны 635 нм, которая увеличивалась по мере увеличения продолжительности хранения полуфабрикатов.

4. Появление полосы поглощения метмиоглобина и ее интенсивность были обусловлены применением различных способов упаковки, свойством упаковочных материалов и температурным режимом хранения. Способ упаковки под вакуумом (дублированная целлофан-полиэтиленовая пленка) способствовал меньшему образованию метмиоглобина в процессе хранения,

чем упаковка под атмосферным давлением (полиэтиленовая пленка).

5. Понижение температуры хранения способствовало лучше-  
му сохранению первоначальной окраски быстрозамороженных  
свинных полуфабрикатов. Доминирующее влияние на образование  
метмиоглобина в условиях наших опытов оказали способы упа-  
ковки полуфабрикатов.

## Литература

1. Austin J.H., Drankin D.L. "J. biol. chem.", 112, 1935, 67.
2. Broumand H., Ball C., Stier E. "Food technol.", 12, 3, 1958, 159.
3. Pirko P.S., Ayres J.C. "Food technol.", 11, 9, 1957.
4. Naughton I.J., Frodyma M.M., Zeitlin H. "Science", 125, 121, 1957.
5. Dean R.W., Ball C.O. "Food technol.", 14, 6, 1960, 271.
6. Stewert M.R., Zipser M.W., Wats B.M. "J. food sci.", 30, 3, 1965, 464.
- ✓ 7. Snyder H.E. "J. food sci.", 30, 3, 1965, 457. *hyra*
8. Ayres J.C. "Food technol.", 13, 9, 1959, 512.
- ✓ 9. El-Badavi A.A., Cain R.F., Smuels C.E., Anglemeier A.F. "Food technol.", 5, 18, 1964, 159. *hyra*
10. Furgal H.P., Kapschmidt R.F., Ariallis P. Pat. DBR 1164219.
- ✓ 11. Cuenther I.S., Henrickson R.L. "Quick frozen foods", 25, 4, 1962.
12. Townsne W.E., Bratzler L.I. "Food technol.", 12, 12, 1958, 663.
13. Kondrup M., Boldt H. "Internat. inst. refrig", (Commis. 3, 4, 5), 1960, 309.
14. Rickert J.A., Bressler L., Ball C.O., Stier E.F. "Food technol.", 11, 11, 1957, 567.
15. Tressler D.K., Evers C.F. The freezing preservation of foods. 2nd. ed 1947, Avi Publishing Company Inc. Westport, Conn.
16. Ramsbottom I.M. "Refrigerat. engin", 54, 19, 1947.
17. Vassogne G. "Rev. prat. froid", 12, 39, 1956.
18. George P., Stratmann C.J. "Biochem. j.", 51, 1, 1952, 103.



