

## 6.3

### A penetrometer to evaluate sausage meat quality

V.M.GORBATOV

The All-Union Meat Research Institute, Moscow, USSR

A.V.GORBATOV, V.D.KOSOY and O.V.ZVONOV

The Moscow Technological Institute of Meat & Dairy Industries, Moscow, USSR

It has been found that the critical shear stress characterizes mostly the qualitative indices of sausage meat and finished products prepared therefrom and can be used to technologically evaluate the sausage meat under production conditions at different stages of preparation.

A penetrometer was designed and made which makes it possible to automatically register the moment the cone contacts the sausage meat, to raise labour productivity due to reducing the time required for the preparation operations; it is portable, simple in operation and accurate. The instrument has been tested under laboratory and commercial conditions. Analytical relations have been derived to calculate the critical shear stress as related to sausage meat water and fat contents with the optimum degree of mincing. Nomograms have been plotted to determine the quality of sausage meat under commercial conditions.

### Ein Penetrometer zur Bewertung der Qualität des Wurstbrätes

W.M.GORBATOW

Das Allunions-Forschungsinstitut für Fleischwirtschaft, Moskau, UdSSR

A.V.GORBATOW, W.D.KOSSOJ und O.W.ZWONOW

Das Moskauer technologische Institut für Fleisch- und Milchindustrie, Moskau, UdSSR

Es wurde nachgewiesen, dass die Grenzschubspannung die Qualitätsmerkmale des Wurstbrätes und der daraus hergestellten fertigen Produkte in hohem Masse charakterisiert und für die technologische Bewertung des Wurstbrätes auf dessen verschiedenen Herstellungsstufen ausgenutzt werden kann.

Es wurde ein Penetrometer ausgearbeitet und ausgeführt, das es ermöglicht, den Zeitpunkt des Kontaktes des Kegels mit dem Wurstbrät automatisch zu fixieren und die Arbeitsproduktivität dank der Verkürzung von Vorbereitungsoperationen zu erhöhen. Das Penetrometer ist tragbar, einfach in der Bedienung und zeichnet sich durch eine erhöhte Messgenauigkeit aus. Das Gerät wurde unter Labor- und Produktionsbedingungen geprüft. Es wurden die analytischen Gesetzmäßigkeiten für die Berechnung der Grenzschubspannung in Abhängigkeit vom Wasser- und Fettgehalt des Wurstbrätes bei einem optimalen Zerkleinerungsgrad ermittelt. Zur Bestimmung der Qualität der Wurstmasse unter Produktionsbedingungen wurden Nomogramme aufgebaut.

## 6.3

Un pénétromètre à estimer la qualité de la pâte pour saucisson

V.M.GORBATOV

Institut de recherches pour l'industrie de viande de l'URSS, Moscou, URSS

A.V.GORBATOV, V.D.KOSOJ et O.V.ZVONOV

Institut technologique de Moscou pour l'industrie de viande et de lait, Moscou, URSS

On a établi que la contrainte limite du déplacement caractérise, dans une grande mesure, les indices qualitatifs de la pâte et des produits finis dérivés et peut être utilisée pour une estimation technologique de la pâte dans des conditions industrielles aux différentes étapes de sa fabrication. On a élaboré et a construit un pénétromètre qui permet de fixer automatiquement le moment du contact du cône avec la pâte et d'augmenter le rendement du travail pour le compte de la diminution de temps pour des opérations préliminaires; il est portatif, commode en utilisation et se caractérise par une extrême exactitude des mesures. L'appareil est éprouvé au laboratoire et dans des conditions industrielles. On a obtenu les dépendances analytiques pour calculer la contrainte limite du déplacement en fonction de la teneur en eau et en graisse de la pâte à l'hachage d'ordre optimal. On a dessiné des nomogrammes pour déterminer la qualité des pâtes pour saucisson dans des conditions industrielles.

Пенетрометр для оценки качества колбасного фарша

В.М.ГОРБАТОВ

Всесоюзный научно-исследовательский институт мясной промышленности, Москва, СССР

А.В.ГОРБАТОВ, В.Д.КОСОЙ и О.В.ЗВОНОВ

Московский технологический институт мясной и молочной промышленности, Москва, СССР

Выявлено, что предельное напряжение сдвига в наибольшей мере характеризует качественные показатели фарша и готовых изделий из него и может быть использовано для технологической оценки фарша в производственных условиях на различных стадиях его изготовления. Разработан и изготовлен пенетрометр, который позволяет автоматически фиксировать момент контакта конуса с фаршем, увеличить производительность труда за счет сокращения времени на подготовительные операции, является переносным и удобным в обслуживании и обладает повышенной точностью измерения. Прибор опробован в лабораторных и производственных условиях. Получены аналитические зависимости для расчетов предельного напряжения сдвига в зависимости от влагосодержания и жирности фарша при оптимальной степени измельчения. Построены nomogramмы для определения в производственных условиях качества колбасных фаршей.

Пенетрометр для оценки качества колбасного фарша

В.М. ГОРБАТОВ

Всесоюзный научно-исследовательский институт мясной промышленности

А.В. ГОРБАТОВ, В.Д. КОСОЙ, О.В. ЗВОНОВ

Московский технологический институт мясной и молочной промышленности, Москва, СССР

Одним из важнейших показателей качества колбасных изделий является их консистенция. Существующий органолептический метод контроля консистенции колбасных изделий имеет ряд существенных недостатков, которые можно устранить путем одновременного применения инструментального метода контроля консистенции, основанного на определении объективных показателей, например, предельного напряжения сдвига /1/. Существующие приборы для установления предельного напряжения сдвига конические пластометры (КП-3), выпускаемые в СССР, автоматические пенетрометры АР4/1 (ГДР) и другие просты в обслуживании, позволяют быстро проводить измерения с незначительным объемом продукта, но в то же время громоздки, имеют большую массу 13-15 кг, требуют дополнительной затраты времени для установки и фиксации положения соприкосновения индентора с исследуемым продуктом. Отсутствие автоматического устройства фиксации соприкосновения индентора с продуктом снижает точность измеряемых показателей. В Московском технологическом институте мясной и молочной промышленности разработано и изготовлено несколько модификаций приборов (КЗТ-1, КЗТ-2, КЗТ-3 и т.д.), которые лишены названных недостатков (рис. 1) /2/.

Габаритные размеры приборов 0,21 x 0,10 x 0,27 м, масса около 3 кг. Приборы питаются от сети переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 220 В.

Автоматическая фиксация контакта конуса с фаршем позволила увеличить производительность труда за счет сокращения времени на подготовительные операции и уменьшения повторяемости эксперимента, т.е. увеличения часовой производительности устройства при том же времени и числе операторов.

Рабочим органом пенетрометра является конус (сфера, диск, игла и т.д.), который за счет действия силы тяжести внедряется в исследуемый продукт. По глубине его погружения можно определить условную величину – пенетрацию, а также физические свойства – предельное напряжение сдвига, предельное давление, модули упругости и д.р. Эти показатели характеризуют консистенцию и нежность продуктов.

Предельное напряжение сдвига неразрушенной структуры ( $\sigma_c^*$ , Па), определяемое на рассмотренных приборах, рассчитывают по формуле П.А. Ребиндера для вязко-пластичных тел:

$$\sigma_c^* = K \frac{m_{\text{кон}}}{h^2}, \text{ Па}, \quad (I)$$

где  $m_{\text{кон}}$  – масса конуса со штангой и дополнительными грузами за вычетом величины трения, кг;

$K$  – константа конуса, зависящая от угла его раствора (н/кг) и равная при 30, 45, 60° соответственно 9,4; 4,1; 2,1.

$h$  – глубина погружения конуса, м.

Для измерения  $\sigma_c^*$  колбасных фаршей различной консистенции выбран конус с углом раствора 60°. Результаты измерений этим конусом соответствуют данным, полученным на других приборах (ротационные вискозиметры: РВ-8, "Реотест"). Для расширения диапазона измерения  $\sigma_c^*$  масса подвижной части прибора (штанги и конуса) сведена до минимума, для чего конус выполнен полым. Для упрощения расчета величина  $m_{\text{кон}}$  подобрана так, что произведение  $K \cdot m_{\text{кон}}$  равно 0,1 (2,1 x 0,04762 = 0,1 н). Для увеличения точности измерения желательно, чтобы величина погружения конуса  $h$  была в пределах 0,04–0,02 м, что соответствует  $\sigma_c^*$  от 62,5 до 250 Па. При величине  $\sigma_c^*$  больше данного значения на конус надеваются пластины массой по 0,04762 кг. Каждая пластина увеличивает диапазон измерения в два раза, следовательно значение  $K \cdot m_{\text{кон}}$  будет равно – 0,2; 0,3; 0,4 и т.д., пределы  $\sigma_c^*$  соответственно – 125–500; 200–750; 250–1000 и т.д. При этом максимальная погрешность от неточности замера величины не превы-

## 6.3

450

шает  $\pm 2\%$ . Данный прибор легко протарировать непосредственно в Па, при этом в зависимости от количества дополнительных грузов цена деления шкалы будет увеличиваться в прямой пропорциональности.

Таким образом, устройство обладает повышенной точностью измерений, отличается более высокой производительностью, удобством в обслуживании, является переносным. Приборы прошли испытания в лабораторных и производственных условиях. На них определено  $\Theta_0^k$  для различных бесшпиговых колбасных фаршей. Пробы фарша отбирали при оптимальной степени измельчения на куттере /3/ или куттер-мешалке /2/, перед шприцеванием для определения  $\Theta_0^k$  влагосодержания  $U$  (кг воды на 1 кг сухого остатка) и жирности  $\Psi$  (кг жира на 1 кг фарша). Эксперименты были проведены в производственных условиях на 16 видах колбасных изделий с различным влагосодержанием и жирностью. Это позволило выявить колебания  $U$  и  $\Psi$  для каждого вида колбасных изделий. Органолептическая оценка готовых изделий позволила установить "эталонные" показатели по  $\Theta_0^k$ ,  $U$  и  $\Psi$ , при которых качество - наилучшее, а выход - максимальный [4]. Интересно заметить, чем больше жирность сырья для любого вида фарша, тем меньше количество добавляемой влаги, т.е. меньше выход колбасных изделий.

При математической обработке методом наименьших квадратов на ЭВМ обнаружено, что фарши, содержащие сухое молоко, меланж или куриные яйца, имеют значения предельного напряжения сдвига при одинаковом влагосодержании и жирности, примерно на 20% выше, чем фарши, не содержащие их. Это, вероятно, объясняется тем, что меланж обволакивает частицы жира и мышечной ткани, увеличивая тем самым силу сцепления между ними. Сухое молоко, по нашему мнению, почти не оказывает влияния на величину  $\Theta_0^k$ , а лишь повышает содержание абсолютно сухого остатка, в том числе белка в фарше, что позволяет увеличить количество добавляемой воды в процессе тонкого измельчения, а следовательно и выход колбасных изделий. Для расчета  $\Theta_0^k$  предложены следующие зависимости:

$$\Theta_0^k = 2550 \exp [4\Psi - (0,31 + 2\Psi^2)U] \quad (2)$$

$$\Theta_0^k = 2120 \exp [4\Psi - (0,31 + 2\Psi^2)U] \quad (3)$$

Ошибка при расчете по зависимостям (2, 3) не превышает  $\pm 5\%$ . Проверка зависимостей (2, 3) по данным, полученным в работах [5, 7] для различных модельных и натуральных колбасных фаршей на ротационном вискозиметре РВ-8, показала, что расчетные величины  $\Theta_0^k$  имеют максимальную ошибку по сравнению с экспериментальными  $\pm 10\%$ , а по ранее полученным зависимостям  $\pm 20\%$ . Это подтверждает, что предельное напряжение сдвига является важной характеристикой для оценки качества колбасных изделий, с хорошей повторяемостью даже при замере на различных приборах.

В производственных условиях пользоваться зависимостями довольно сложно. Поэтому мы предлагаем nomogramмы (рис. 2), по которым можно судить о качестве каждого вида колбасного фарша. Кроме этого, зная предельное напряжение сдвига  $U$ , например влагосодержание ( $U$ ) или влажность ( $w$ ),  $w = \frac{U}{1+U}$  легко найти жирность ( $\Psi$ ) фарша или, зная любые две величины, найти третью. На nomogramмах указаны зоны колебаний  $U, \Psi, \Theta_0^k$  для различных колбасных фаршей. Значение величин, близких к "эталонным" показателям колбасного фарша, в каждой зоне выделены окружностями.

Таким образом, на конкретном примере показана возможность использования нового прибора-пенетрометра (КЗТ) для оценки и контроля качества колбасных фаршей по значениям  $\Theta_0^k$ , определяемого экспресс-методом. Помимо этого прибор может быть использован в научно-исследовательских, учебных и заводских лабораториях при исследовании пластично-вязких твердообразных структур (тесто, колбасные, мясные и рыбные фарши, мясо и шпик, творожные массы, сыры и плавленые сырки, фруктовые и овощные пюре, джемы и повидло, сливочные масла и маргарини, парфюмерные пасты и кремы и т.д.) Прибор может быть использован так же в фаршеприготовительных цехах колбасного производства.

### Л и т е р а т у р а

I. Горбатов В.М., Лимонов Г.Е., Горбатов А.В. Некоторые аспекты реологии и качества мясных продуктов, - "Мясная индустрия СССР", 1975, № 9, 29-31.

2. Косой В.Д. Определение предельного напряжения сдвига бесшпигового колбасного фарша для оценки качества готовых изделий. - "Мясная индустрия СССР", 1978, № 4, 26-32.
3. Горбатов А.В., Косой В.Д., Елкин В.В. Влияние продолжительности куттерования и влагосодержания фарша на выход вареных бесшпиговых колбас. - "Мясная индустрия СССР", 1974, № 2, 37-40.
4. Горбатов А.В., Косой В.Д., Елкин В.В. Влияние некоторых технологических факторов на реологические свойства колбасного фарша и готовых изделий. - "Мясная индустрия СССР", 1976, № 1, 23-26.
5. Горбатов В.М., Горбатов А.В., Косой В.Д. Эталонные характеристики колбасных фаршей. XXI Европейский конгресс научных работников мясной промышленности. М., 1977.
6. Хлебников В.И., Махонина В.Н., Горбатов А.В., Косой В.Д. Оценка качества мясного фарша и готовых изделий, обработанных в электромагнитном СВЧ-поле, и их структурно-механические свойства. XXI Европейский конгресс специалистов по исследованию мяса. Берн, Швейцария., 1975.
7. Хлебников В.И., Махонина В.Н., Макаев В.М. и др. Изменение структурно-механических свойств колбасных фаршей в процессе обработки СВЧ-энергией. Новое в технике и технологии птицеперерабатывающей промышленности. "Труды ВНИИМП", Вып. XIX, М., 1975, 32-40.



Рис. I. Общий вид трех модификаций прибора — penetрометра КЗТ.

Fig. 1. A general view of the three modifications of the instrument — a KZT Penetrometer.

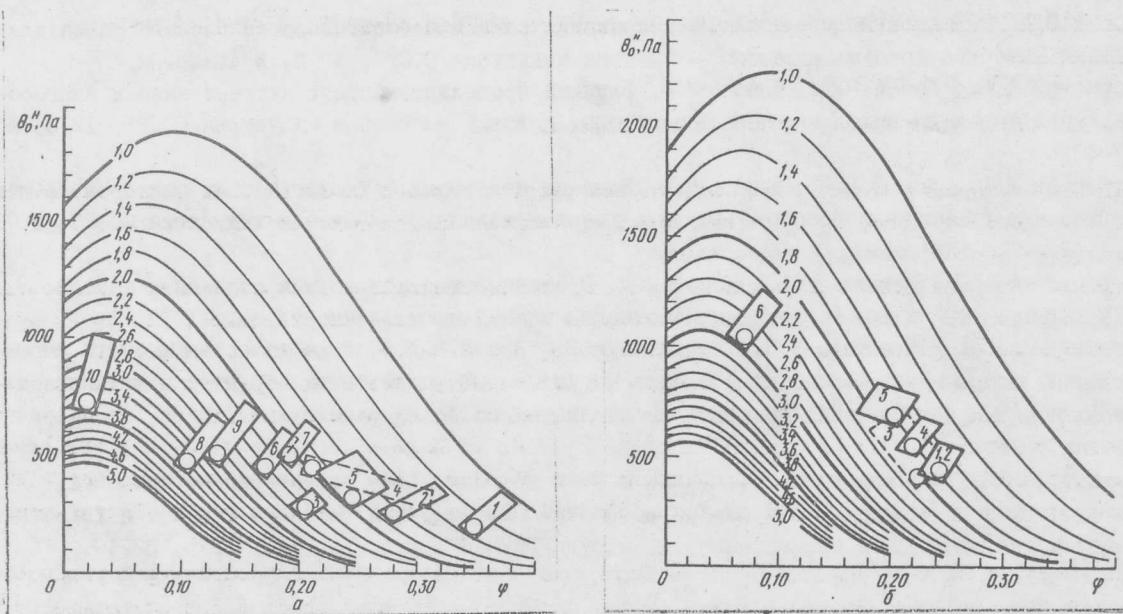


Рис. 2. Номограммы для определения по предельному напряжению сдвига неразрушенной структуры качества различных видов бесшпигового колбасного фарша:

- a) содержащего в основном говядину и свинину: 1-сарделек свиных; 2-любительских сосисок; 3-сливочных сосисок; 4-свиных сосисок; 5-свиной колбасы Ic; 6-русских сосисок; 7-столовой колбасы; 8-говяжьих сарделек; 9-говяжьих сосисок; 10-чесноковой колбасы.
- b) содержащего кроме говядины и свинины сухое молоко и меланж в количестве 2-3%: 1-сосисок молочных; 2-сосисок школьных; 3-докторской колбасы; 4-молочной колбасы; 5-диабетической колбасы; 6-диетической колбасы.

Fig.2. Nomograms to determine the ultimate shear stress of an intact structure as an index of the quality of various sausage minced meats containing no visible fat: a) composed, mainly, of beef and pork: 1 - pork sardellas; 2 - "Liubitelskiye" franks; 3 - "Slivotchny" franks; 4 - pork wieners; 5 - pork sausage, 1st grade; 6 - "Russky" franks; 7 - Stolovaya sausage; 8 - beef franks; 10 - garlic sausage; b) composed, in addition to beef and pork, of powdered milk and melange (2-3%): 1 - "Molotchny" franks; 2 - school franks; 3 - Doctor-skaya sausage; 4 - Molotchnaya sausage; 5 - Diabetic sausage; 6 - Dietetic sausage.