

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202390661** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2023.05.05

(51) Int. Cl. *A23L 5/43* (2016.01)
A23L 33/105 (2016.01)
C09B 61/00 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2021.08.11

(54) КРАСИТЕЛЬ ДЛЯ ЗАМЕНИТЕЛЕЙ МЯСА НА РАСТИТЕЛЬНОЙ ОСНОВЕ

(31) **20193574.9**

(32) **2020.08.31**

(33) **EP**

(86) **PCT/EP2021/072431**

(87) **WO 2022/043067 2022.03.03**

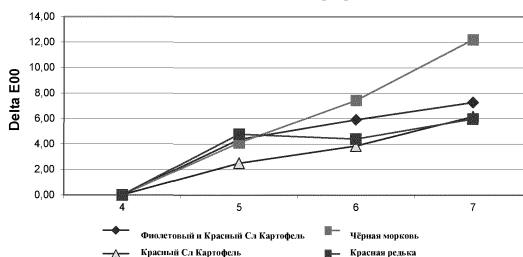
(71) Заявитель:
ОТЕРРА А/С (DK)

(72) Изобретатель:
**Фрекер Съюзан, Еромински Адина,
Крашевски АннМари (US)**

(74) Представитель:
Можайский М.А. (RU)

(57) Предлагается заменитель мяса на растительной основе, содержащий красящую композицию. Красящая композиция содержит антоциановый краситель, полученный из красного сладкого картофеля. До приготовления заменитель мяса на растительной основе имеет красный оттенок, как у сырого мяса, а после приготовления - коричневый оттенок, как у приготовленного мяса.

DE - Антоцианы в Цельном Молоке при pH 4, 5, 6 и 7



A1

202390661

202390661

A1

КРАСИТЕЛЬ ДЛЯ ЗАМЕНИТЕЛЕЙ МЯСА НА РАСТИТЕЛЬНОЙ ОСНОВЕ

ОБЛАСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Настоящее изобретение относится к технической области натуральных красителей, особенно пищевых красителей, которые могут быть получены из растительных экстрактов. В частности, оно относится к заменителю мяса на растительной основе на базе красящей композиции, содержащей краситель, полученный из красного сладкого картофеля.

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Антоцианы хорошо известны как группа соединений, придающих цвет продуктам питания, овощам и цветам, и обуславливающих синий, багровый, фиолетовый, пурпурный, красный и оранжевый цвет многих видов растений. Антоцианы представляют собой водорастворимые нетоксичные пигменты, поэтому антоцианы, извлеченные из фруктов и овощей, используются в качестве пищевых красителей для придания цвета в диапазоне от оранжевого до багрового.

Несмотря на известность применения натуральных пищевых красителей, включая композиции красителей на основе антоцианов, существует необходимость разработки большего разнообразия цветовых тонов, подходящих для коммерческих красителей. Для окрашивания пищевых продуктов, таких как заменители мяса на растительной основе, особенно желателен красный цветовой тон.

Однако, в зависимости от происхождения природного красителя, он иногда может сам по себе иметь сильный вкус и/или запах, что делает его непригодным для применения в качестве красителя для определенных (пищевых) продуктов. Это относится к красителю, полученному из красной редьки или красной капусты. Например, запах, который исходит от красной редьки, может накапливаться внутри упаковки пищевых продуктов, так что при открытии упаковки могут выделяться неприятные запахи.

Заменители мяса на растительной основе стали популярными альтернативами мясу, такому как говядина, свинина, баранина или курятина. Поэтому прилагаются усилия для воспроизведения ощущения, текстуры, вкуса и цвета (включая изменение цвета при приготовлении) таких продуктов. Известными сегодня альтернативными мясными продуктами на растительной основе являются продукты марки «Beyond burger», описанные в WO 2017/070303.

Все красные цветовые тона должны быть стабильными в диапазоне pH, в котором находятся заменители мяса на растительной основе. При использовании красного цветового тона в заменителе мяса на растительной основе должно обеспечиваться

изменение цвета при приготовлении, аналогичное изменению цвета мяса, в частности говядины, например, говяжьего фарша.

Представленная технология направлена на решение по меньшей мере некоторых из вышеперечисленных проблем. При этом сохраняется потребность в красителях нужного цвета, не придающих сильного вкуса и/или запаха продукту, к которому они добавляются. Кроме того, сохраняется потребность в красителях, пригодных для использования в заменителях мяса на растительной основе, которые близко воспроизводят цвета мясных продуктов, особенно до, во время и после процесса приготовления.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Неожиданно было обнаружено, что красители, полученные из красного сладкого картофеля, могут придавать ярко-красный цвет со стабильным pH, который имитирует оттенок сырой говядины и обеспечивает изменение цвета на коричневый или красно-коричневый при приготовлении пищи. Пищевой продукт не имеет сильного вкуса и/или запаха. Это имеет большое значение, например, для заменителей мяса на растительной основе и заменителей молочных продуктов.

Таким образом, предлагается заменитель мяса на растительной основе, содержащий красящую композицию, которая содержит антоциановый краситель, полученный из красного сладкого картофеля и в свою очередь содержащий 50-90 мол.% антоциана или антоцианов на основе пеларгонидина.

Другие варианты осуществления и аспекты изобретения следуют из дальнейшего описания и зависимых пунктов формулы изобретения.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

На фиг.1 представлены колориметрические данные для антоцианов в цельном молоке при pH 4, 5, 6 и 7.

- На фиг.1A показано DE (Delta E00).
- На фиг.1B показан Тон (Delta H').
- На фиг.1C показана Цветность (Delta C').
- На фиг.1D показано L (Delta L').
- На фиг.1E показано значение a*

На фиг.2 показаны колориметрические данные для котлеты из сырого горохового протеина — pH 5 по сравнению с pH 6 и 7.

- На фиг.2A показано DE (Delta E00).

- На фиг.2В показан Тон (Delta H').
- На фиг.2С показана Цветность (Delta C').
- На фиг.2D показано L (Delta L').

На фиг.3 показаны колориметрические данные для котлеты из запеченного горохового протеина.

- На фиг.3А показано DE (Delta E00).
- На фиг.3В показан Тон (Delta H').
- На фиг.3С показана Цветность (Delta C').
- На фиг.3D показано L (Delta L').

На фиг.4 показаны колориметрические данные для котлеты из варёного горохового протеина.

- На фиг.4А показано DE (Delta E00).
- На фиг.4В показан Тон (Delta H').
- На фиг.4С показана Цветность (Delta C').
- На фиг.4D показано L (Delta L').

Фиг.5. Абсолютные значения a^* для сырого заменителя мяса из горохового протеина, окрашенного естественным образом из растительных источников, при 3 уровнях pH (5–7)

- На фиг.5А показан заменитель из сырого горохового протеина, pH 5-7.
- На фиг.5В показан заменитель из запеченного горохового протеина, pH 5–7.
- На фиг.5С показан заменитель из варёного горохового протеина, pH 5-7.

Фиг.6. Паутинная диаграмма колориметрических данных (L^* , a^* , b^* , Цветность, тон) сырой и приготовленной говядины по сравнению с заменителями мяса из растительного белка, окрашенными естественным образом пигментом или пигментами.

- На фиг.6А показаны сырая говядина и заменители из растительного белка.
- На рис.6В показаны приготовленная говядина и заменители из растительного белка.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

«Заменитель мяса на растительной основе» — это продукт, который обычно едят вместо мяса. Заменители мяса на растительной основе не содержат каких-либо компонентов, полученных из мяса. Таким образом, заменители мяса на растительной основе подходят для таких людей, как вегетарианцы и веганы, придерживающихся

определенных диет. Термин «заменитель мяса на растительной основе» включает заменители мяса, полученные из бобовых, зерна, дрожжей и/или грибов.

Заменители мяса на растительной основе обычно основаны на растительном белке, в частности, белке бобовых, таком как гороховый протеин или соевый белок.

Заменители мяса на растительной основе могут также включать ароматизаторы, усилители вкуса, минералы, витамины, липиды и углеводы, которые также должны быть растительного происхождения. В конкретных аспектах заменитель мяса на растительной основе может состоять из двух или более фаз, где каждая фаза предназначена для имитации части мясного продукта, например, жировой части.

Было обнаружено, что сладкий картофель обеспечивает стабильный по pH, не содержащий ГМО красный цвет на растительной основе, который имитирует оттенок сырой говядины в растительных мясных и молочных заменителях без резкого вкуса и/или запаха. Жидкие и порошкообразные красители, полученные из сладкого картофеля, производятся с использованием традиционных методов обработки пищевых продуктов. Эти красители считаются растительными пищевыми ингредиентами с красящими свойствами.

Таким образом, предлагается заменитель мяса на растительной основе, содержащий красящую композицию, которая содержит антоциановый краситель, полученный из красного сладкого картофеля и в свою очередь содержащий 50-90 мол.% антоциана или антоцианов на основе пеларгонидина.

Заменитель мяса на растительной основе может содержать 10-40% по массе растительного белка, предпочтительно белка бобовых, такого как, например, гороховый протеин или соевый белок. Другие компоненты заменителя мяса на растительной основе включают жиры, эмульгаторы, ароматизаторы, витамины и минералы, крахмал и другие углеводы, такие как сахара.

Предпочтительно заменитель мяса на растительной основе следует готовить перед употреблением в пищу. Для таких изделий наиболее актуально изменение цвета с красного на коричневый.

В одном варианте осуществления заменитель мяса на растительной основе выбирают из группы, включающей котлеты для гамбургера на растительной основе, колбасу на растительной основе, заменитель говяжьего фарша на растительной основе, заменитель ветчины на растительной основе, заменитель бекона на растительной основе, заменитель баранины на растительной основе и заменитель морепродуктов на растительной основе. Предпочтительно заменителем мяса на растительной основе является котлета для гамбургера на растительной основе.

Заменитель мяса на растительной основе обычно содержит красящую композицию в количестве 0,1-10%, предпочтительно 0,5-5%, более предпочтительно 1-3% по массе заменителя мяса на растительной основе. Таких количеств достаточно для обеспечения приемлемого цвета и изменения цвета во время приготовления. Кроме того, отмечается, что содержание некоторых других красителей в пищевых продуктах часто ограничено. Например, карминовая кислота ограничена пищевыми нормами, что затрудняет введение достаточно высоких концентраций, необходимых для сильного цветового оттенка. Избегание использования кармина в качестве пигмента в заменителе мяса также связано с его невеганским, невегетарианским, некошерным статусом и его потенциальной ролью в аллергических реакциях и/или реакциях гиперчувствительности.

В одном аспекте сырой заменитель мяса на растительной основе имеет красный оттенок наподобие сырого говяжьего фарша. Таким образом, диапазон a^* (как определено в настоящем документе) для сырого заменителя мяса на растительной основе составляет от 6 до 30, предпочтительно от 7 до 25, более предпочтительно от 7 до 20. Диапазон тона (как определено в настоящем документе) для сырого заменителя мяса на растительной основе, таким образом, составляет от 20 до 60, предпочтительно от 22 до 50.

Еще в одном аспекте приготовленный заменитель мяса на растительной основе имеет красно-коричневый оттенок наподобие приготовленного говяжьего фарша. Таким образом, диапазон a^* (как определено в настоящем документе) для приготовленного заменителя мяса на растительной основе составляет от 3 до 20, предпочтительно от 5 до 25, более предпочтительно от 5 до 15.

Антоциановый краситель

Красящая композиция обычно содержит антоциановый краситель в количестве 10-60%, предпочтительно 20-50%, более предпочтительно 25-35% по массе указанной красящей композиции.

Антоциановый краситель получают из красного сладкого картофеля. Красный сладкий картофель принадлежит к семейству вьюнковых, Convolvulaceae, и его нельзя сравнивать/смешивать с обычным картофелем, принадлежащим к семейству пасленовых, Solanaceae.

Антоциановый краситель предпочтительно содержит 50-90 мол.% антоциана или антоцианов на основе пеларгонидина. Количество мол.% основано на общем количестве антоцианов в антоциановом красителе.

Соответственно,

- (i) > 70 мол.% всех антоцианов на основе пеларгонидина ацилированы по меньшей мере одной органической кислотой или по меньшей мере одной фенольной кислотой; и/или
- (ii) > 20 мол.% всех антоцианов на основе пеларгонидина ацилированы по меньшей мере одной гидроксикоричной кислотой.

Антоциановый краситель имеет красный цвет со значением тона Н в цветовой системе $L^*C^*h^*$ в диапазоне 10-30, измеренным при значении L^* ($70,0 \pm 0,1$) в 0,1 моль/л тринатрий цитрат дигидратного буфера с рН 3 в кварцевой кювете рабочей длиной 1 см с использованием колориметра Spectraflash 650 (Datacolor) в режиме пропускания при осветителе D65 с 10-градусным наблюдателем.

Оттенки красного цвета могут быть желтоватыми или синеватыми. Красный сладкий картофель имеет более реалистичный красный цвет при более нейтральном уровне рН, тогда как другие антоцианы смещены к синему. При более положительном значении b оттенок является более желтым, а при более отрицательном значении b - более синим.

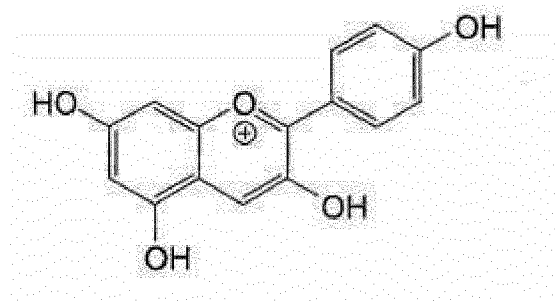
В одном аспекте по меньшей мере 80 мол.% всех антоцианов на основе пеларгонидина в антоциановом красителе являются ацилированными. Как правило, по меньшей мере один сахарный остаток антоциана на основе пеларгонидина ацилируется по меньшей мере одним остатком карбоновой кислоты. Предпочтительно в приведенном выше варианте (i) > 70 мол.% всех антоцианов на основе пеларгонидина ацилированы по меньшей мере одной фенольной кислотой.

Красно-оранжевые цветовые тона также можно получить с помощью других красителей, таких как карминовая кислота или экстракты красной редьки. Однако карминовую кислоту получают из животных источников (насекомых), и поэтому она не подходит для вегетарианцев и веганов.

Природные антоцианы во фруктах, овощах и цветах присутствуют не в форме агликона, а, скорее, в форме гликозидов антоцианов. В них молекулы сахара связаны О-гликозидной связью с гидроксильной группой, обычно имеющей место в положениях 3 и/или 5 молекулы антоциана. Чаще всего гликозилирование имеет место в положении 3, и, если это так, то в положении 5 имеет место второе гликозилирование. Однако гидроксильная группа, имеющая место в положении 7, 3', 4' или 5', также может подвергаться гликозилированию. Примерами сахаров, обычно встречающихся в антоциановых гликозидах, являются глюкоза, галактоза, арабиноза, рамноза и ксилоза. Они могут присутствовать в виде отдельных молекул сахара или в форме ди- или трисахаридов. Гликозидная структура может иметь место только в положении 3 или 5 молекулы антоциана (моноголикозид) или может иметь место как в положении 3, так и в

положении 5 (дигликозид). Как сказано выше, гликозилирование может также иметь место в других положениях.

Таким образом, в одном аспекте антоциан на основе пеларгонидина представляет собой моногликозид или полигликозид пеларгонидина с химической структурой:

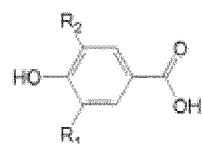


в котором одна или несколько спиртовых (-ОН) групп гликозилированы остатком сахара, выбранным из глюкозы, галактозы, арабинозы, рамнозы и ксилозы, или их ди- или трисахаридов.

В дополнение к замещению молекулами сахара природные антоцианы могут быть ацилированы в структурах остатков сахара. Таким образом, ацилированный антоциан представляет собой антоциан, в котором гидроксильная группа остатка сахара замещена карбоновой кислотой с образованием сложноэфирной структуры, где карбоновая кислота этерифицирована сахарным фрагментом. Карбоновые кислоты, подходящие для ацилирования антоцианов и часто встречающиеся в природных антоцианах, представляют собой гидроксикоричные кислоты (такие как кумаровая кислота, кофейная кислота и феруловая кислота) и яблочную кислоту (см. также ниже).

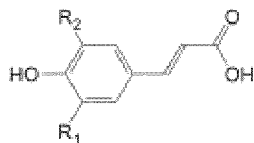
Для ацилирования антоцианов подходят фенольные кислоты. Фенольные кислоты представляют собой карбоновые кислоты, имеющие фенольное кольцо и карбоксильную группу, и включают группы бензойных кислот и уже упомянутых гидроксикоричных кислот.

Более подробно, среди производных бензойной кислоты особенно подходящими являются так называемые гидроксibenзойные кислоты следующей формулы



где R_1 и R_2 , каждая по отдельности, представляют собой H, OH или OCH_3 , такие как p-гидроксibenзойная кислота ($R_1 = R_2 = H$), протокатеховая кислота ($R_1 = OH$, $R_2 = H$), ванилиновая кислота ($R_1 = OCH_3$, $R_2 = H$), галловая кислота ($R_1 = R_2 = OH$) и сиреневая кислота ($R_1 = R_2 = OCH_3$).

Под гидроксикоричными кислотами обычно понимают группу соединений формулы



где R_1 и R_2 , каждая по отдельности представляют собой H, OH или OCH_3 , например р-кумаровую кислоту ($R_1 = R_2 = H$), кофейную кислоту ($R_1 = OH$, $R_2 = H$), феруловую кислоту ($R_1 = OCH_3$, $R_2 = H$) и синапиновую кислоту ($R_1 = R_2 = OCH_3$).

Добавление антоцианов и красителей из растительных источников обычно способствует образованию кислоты, которая снижает pH пищевого продукта, к которому они добавляются. Чем выше дозировка, тем больше вклад кислоты (понижающий pH). Поскольку тон, вносимый антоцианами, становится краснее по мере снижения pH, интересно отметить, что более концентрированная смесь антоцианов с меньшей дозировкой, требуемой для достижения того же оттенка, может не снижать pH так сильно, как ее более слабый аналог.

Таким образом, требуемая в настоящее время степень ацилирования (т.е. количество ацилированных антоцианов) по меньшей мере 70 мол.% всех антоцианов, присутствующих в композиции по изобретению, обеспечивает достаточную стабильность заявляемых красителей. Предпочтительно по меньшей мере 70 мол.% всех антоцианов ацилированы по меньшей мере одной фенольной кислотой. Также предпочтительно количество ацилированных антоцианов составляет по меньшей мере 80 мол.%, более предпочтительно по меньшей мере 85 мол.%, еще более предпочтительно по меньшей мере 90 мол.% в расчете на все антоцианы, присутствующие в композиции.

Как установили авторы настоящего изобретения, для получения высокостабильной и ярко-красно-оранжевой антоциановой композиции особенно предпочтительно ацилирование гидроксикоричными кислотами, т.е. ацилирование гидроксикоричными кислотами делает антоцианы особенно устойчивыми к воздействию света, тепла и химическому разложению в пищевой среде. Таким образом, степень ацилирования гидроксикоричными кислотами в настоящих композициях составляет не менее 20 мол.%. Хотя степень ацилирования гидроксикоричными кислотами в отношении стабильности может достигать 100%, из практических соображений она предпочтительно составляет 20-80 мол.%, более предпочтительно 25-75 мол.% или даже 30-70 мол.%, а 35-70 мол.% является особенно предпочтительной.

Антоциановый краситель содержит антоцианы на основе пеларгонидина в качестве основного антоцианового компонента. Точнее, количество антоцианов на основе

пеларгонидина по отношению ко всем антоцианам, присутствующим в антоциановом красителе, составляет 50-90 мол.%. Предпочтительно количество антоцианов на основе пеларгонидина составляет 55-85 мол.%, более предпочтительно 60-80 мол.%.

Остальные антоциановые красители (не на основе пеларгонидина), присутствующие в антоциановом красителе, могут представлять собой любой антоциан (любые антоцианы), при условии, что общее количество антоцианов показывает количество ацилированных антоцианов и содержание групп ацилирования гидроксикоричной кислоты, определенное выше, а также показывает красно-оранжевый цветовой тон в диапазоне 10-30, предпочтительно 15-25, измеренный, как определено выше.

Другие антоцианы обычно представляют собой второстепенные и следовые компоненты экстрактов антоцианов, полученных из подходящего растительного сырья. Эти антоцианы, как правило, не являются ни необходимыми, ни желательными, и их можно удалить способами, хорошо известными специалисту в данной области (например, с использованием непрерывных или дискретных хроматографических процессов). Однако, при желании, другие антоцианы могут быть специально добавлены в антоциановую композицию на основе пеларгонидина.

Кроме того, настоящее изобретение охватывает варианты осуществления, в которых антоциановый краситель состоит из антоцианов на основе пеларгонидина.

Кроме того, в композиции по изобретению могут присутствовать другие (неантоциановые) красящие компоненты при условии соблюдения определенных здесь требований к цвету. Это могут быть красящие вещества, сосуществующие с антоцианами в растительных соках или экстрактах, используемых для приготовления настоящей композиции, или могут быть специально добавленные красители растительного или другого, предпочтительно природного, происхождения. Однако и эти, другие, красящие компоненты в принципе не являются ни необходимыми, ни желательными, и поэтому их предпочтительно поддерживают на низком уровне.

Еще в одном предпочтительном варианте осуществления настоящая композиция не содержит неантоциановых красящих соединений, т.е. композиции, в которых красящие компоненты состоят из антоциановых соединений, также являются предпочтительными.

В качестве стандарта для определения содержания антоцианов используется куроманин, представляющий собой цианидин-3-глюкозид. С этой целью строят калибровочную кривую ВЭЖХ такого соединения, чтобы соотнести площадь пика ВЭЖХ с концентрацией куроманина (в мг/мл).

Затем исследуемый образец вводят в ВЭЖХ для получения хроматограммы, а площади пиков антоцианов интегрируют и переводят в концентрации (в мг/мл) с использованием калибровочной кривой куроманина. Таким образом, концентрации антоциановых соединений в образце выражены в мг/мл куроманинового эквивалента.

Предпочтительно количество антоциана в антоциановом красителе (куроманиновые эквиваленты) составляет 2-40 мг/мл, предпочтительно 2-30 мг/мл, более предпочтительно 5-25 мг/мл и, особенно предпочтительно, 8-21 мг/мл или 10-18 мг/мл, для красителя при 40-60% сухого вещества.

Содержание сухого вещества в образце можно определить, точно взвесив 1-2 г образца в жидком или порошкообразном виде и поместив его в сухую фарфоровую пробирную чашку. Эту чашку выдерживают в сухом шкафу при 110°C в течение 2 ч (порошки) или 3 ч (жидкости), охлаждают образец в эксикаторе и снова взвешивают его. Содержание сухого вещества (% по массе) составляет $100 \times (\text{масса образца после сушки} / \text{масса образца, взвешенного в пробирной чашке})$.

Кроме того, в случаях, когда растительный экстракт содержит антоцианы, ацилированные антоцианы и/или антоцианы, ацилированные гидроксикоричной кислотой, в недостаточных количествах, соответствующие диапазоны изобретения, указанные выше, могут быть достигнуты за счет выборочного удаления нежелательных антоциановых компонентов. Этого можно достичь общеизвестными способами, такими как хроматографические способы, хорошо известные специалистам в данной области техники. Дополнительно или альтернативно в необходимых количествах могут быть добавлены недостающие (обеднённые) соединения.

Следует отметить, что сахара для образования антоциановых гликозидов, а также карбоновые кислоты, образующие ацилированные антоцианы, как указано выше, представляют собой только примеры и предпочтительные примеры, при том, что настоящее изобретение не ограничивается этими сахарами и/или карбоновыми кислотами.

Второй краситель

Особенно хорошие результаты достигнуты при смешивании цвета красного сладкого картофеля с красителями из аннато, черной моркови и/или паприки. Поэтому в одном варианте осуществления композиция красителя дополнительно содержит второй краситель, полученный из черной моркови, аннато или паприки, предпочтительно из черной моркови. Красящая композиция может содержать два вторых красителя, например, черную морковь и паприку или черную морковь и аннато.

Заменитель мяса на растительной основе может содержать второй краситель в количестве 0,01-1% по массе, предпочтительно в количестве 0,02-0,8%, более предпочтительно в количестве 0,05-0,5%, еще более предпочтительно в количестве 0,1 – 0,4 % по массе красящей композиции.

Сочетание красителя из красного сладкого картофеля с красителями из черной моркови, аннато и/или паприки обеспечивает стабильный цвет сырого мяса при относительно нейтральном pH. Кроме того, было обнаружено, что эта конкретная комбинация красителей также становится коричневой во время запекания, жарки или приготовления на гриле, аналогично мясному продукту животного происхождения.

Хотя настоящая технология описана со ссылкой на ряд вариантов осуществления и примеров, эти варианты осуществления и примеры могут комбинироваться специалистом в данной области техники в пределах объема или сущности изобретения. Общий объем изобретения определяется прилагаемой формулой изобретения.

ПРИМЕРЫ

1. Сравнение оттенков пигмента в двух распространенных белковых композициях на растительной основе

Эксперименты проводили на различных композициях с использованием различных источников растительного белка, в частности горохового протеина и соевого/пшеничного глютена. Каждую композицию готовили по соответствующим рецептам, а конечным продуктом испытаний были пирожки, похожие на гамбургеры; конечный pH композиций колебался в пределах 5,2-6,2.

В каждой композиции протестировали и проанализировали на запах и вкус следующие пигменты: сладкий картофель, красную свеклу, красную редьку и черную морковь.

Соотношения цвета были следующие:

- Сладкий картофель: от 0,56% до 2,25%;
- Свекла от 0,307% до 1,228%;
- Красная редька от 0,291% до 2,323%;
- Черная морковь 0,0875% - 0,300%.

Цвет, запах и вкус отмечали во время подготовки образца, приготовления и повторного нагревания.

Также проводили сравнение с приготовленным/сырым говяжьим фаршем.

Колориметрические значения приведены в таблицах ниже.

Таблицы А и В: Сравнение оттенка и колориметрических значений сырых (таблица А) и приготовленных (таблица В) растительных белковых композиций, окрашенных сладким картофелем, красной редькой и черной морковью, по сравнению с приготовленной и сырой говядиной.

Таблица А. Сырой говяжий фарш по сравнению с сырыми котлетами на растительной основе, окрашенными красителями, полученными из растительных источников.

Идентификация партии	L* диапазон	a* диапазон	b* диапазон	диапазон цветности	диапазон тона
Говядина, сырая	51,80+/-5,00	16,90+/-3,00	15,10+/-3,00	22,70+/-4,50	41,90+/-5,50
Красный Сладкий Картофель, сырой	59,90+/-5,00	13,60+/-6,00	8,70+/-2,00	16,30+/-5,00	33,80+/-10,00
Красная редька, сырая	62,50+/-4,00	13,00+/-4,00	10,10+/-2,00	16,50+/-4,00	38,30+/-4,00
Черная морковь, сырая	62,90+/-2,00	0,08+/-5,00	9,50+/-1,50	10,00+/-2,00	90,60+/-25,00

Таблица В. Приготовленный говяжий фарш по сравнению с приготовленными котлетами на растительной основе, окрашенными красителями, полученными из растительных источников.

Идентификация партии	L* диапазон	a* диапазон	b* диапазон	диапазон цветности	диапазон тона
Говядина, приготовленная	43,40+/-5,50	4,80+/-2,00	6,15+/-1,50	7,80+/-1,50	51,80+/-4,00
Красный Сладкий Картофель, приготовленный	53,60+/-5,00	13,70+/-5,0	14,5+/-6,5	20,10+/-6,50	46,5+/-13,00
Красная редька, приготовленная	57,40+/-7,50	12,90+/-5,50	15,70+/-7,50	20,40+/-9,50	50,40+/-7,00
Черная морковь, приготовленная	56,40+/-7,00	3,10+/-3,50	14,5+/-7,50	15,1+/-7,00	68,4+/-27,00

Брали средние значения каждой колориметрической величины ($L^*a^*b^*$) вариантов говяжьего фарша для розничной продажи, отличавшихся процентным содержанием жира, а также диапазоном pH каждого пигмента. Затем для каждого пигмента устанавливали колориметрический диапазон, чтобы определить, какой из них наиболее близок к говяжьему фаршу. Приведенные выше данные показывают, что как КСК, так и красная

редька похожи, однако горький привкус, отмеченный в органолептических тестах, указывает на то, что предпочтительным пигментом был бы КСК.

Вторичные красители, такие как аннато и черная морковь, приносят оттенок, более похожий на говяжий фарш.

Таблицы С и D: Сравнение оттенка и колориметрических значений в сырых (таблица С) и приготовленных (таблица D) растительных белковых композициях, окрашенных сладким картофелем, красной редькой и черной морковью, по сравнению с приготовленной и сырой говядиной.

Таблица С. Сырой говяжий фарш (97% постного мяса) по сравнению с сырыми котлетами на растительной основе (пшеничной/соевой или гороховой), окрашенными красителями, полученными из растительных источников.

Пигмент, сырой	Сырая растительная белковая композиция	L *	a*	b*	Цветность	тон	DE2000
Говяжий миоглобин, сырой	----	47,90	19.90	14,86	24,84	36,75	0,00
Сладкий картофель	Пшеница / Соя	52,90	12.08	6.09	13.53	26,75	8,49
Сладкий картофель	Горох	50,69	9,71	4,37	10,65	24.23	9.35
Красная редька	Пшеница / Соя	55,97	10.06	6.33	11,89	32.18	11.17
Красная редька	Горох	52,69	9,73	5.08	10,98	27.57	9,81
Черная морковь	Пшеница / Соя	48,71	2.13	0,84	2,29	21.52	16.30
Черная морковь	Горох	44,60	-1,67	-2,35	2,88	234,60	24.18

Таблица D. Приготовленный говяжий фарш (97 % постного мяса) по сравнению с приготовленными котлетами на растительной основе (пшеничной/соевой или гороховой), окрашенными красителями, полученными из растительных источников.

Пигмент, приготовленный	Приготовленная растительная белковая композиция	L*	a*	b*	Цветность	тон	DE2000
Говяжий миоглобин, приготовленный	----	53,28	8,65	14,00	16,46	58,29	0,00
Сладкий картофель	Пшеница / Соя	60,84	8,51	7,97	11,66	43,12	8,23
Сладкий картофель	Горох	52,77	8,60	5,58	10,25	32,98	6,40
Красная редька	Пшеница / Соя	60,60	9,21	6,65	11,36	35,83	8,85
Красная редька	Горох	54,11	9,23	6,32	11,19	34,40	6,08
Черная морковь	Пшеница / Соя	53,53	1,7	0,72	1,85	22,95	11,53
Черная морковь	Горох	46,50	-2,13	-2,33	3,16	227,57	18,49

Таблицы C и D показывают схожие характеристики этих пигментов при использовании композиций с двумя разными источниками растительного белка. Это подтверждает, что характеристики этих натуральных пигментов имеют широкую функциональность при применении в этой категории пищевых продуктов. Из таблиц C и D видно, что:

- Сладкий картофель и красная редька относительно схожи по значениям DE и ближе всего по тону (DH = Delta Hue) к тону говяжьего фарша; особенно говяжьего фарша в сыром виде ($DE < 2$ считается неразличимым для нетренированного глаза).
- Черная морковь имеет относительно высокие значения DE и большую DH по сравнению с другими природными пигментами при одинаковой интенсивности цветовой единицы по сравнению с говяжьим фаршем.

Обсуждение результатов

Красный сладкий картофель позволяет мясным продуктам растительного происхождения казаться в сыром виде более красными при нейтральном pH, создавая впечатление сырого мяса.

Гороховая композиция:

Ближайшим цветом (относительно DE) к красному сладкому картофелю была красная редька (таблица С и D). Это наблюдалось как в сырых, так и в приготовленных образцах. Однако при средней дозировке в образцах на основе горохового протеина был замечен привкус красной редьки, в основном в виде горечи и горького послевкусия. Было установлено, что он будет увеличиваться при высокой дозировке. Сильные посторонние запахи не были отмечены.

Соевая/пшеничная композиция:

Для этой композиции были получены аналогичные результаты с точки зрения привкуса красной редьки. В целом красная редька была более синей/багровой (при средних и высоких дозировках).

Соевая композиция:

При средней дозировке красная редька и сладкий картофель были сопоставимы по цвету, но при высокой дозировке (приготовленная) красная редька была более багровой. Горький привкус красной редьки был отмечен при обеих дозировках.

В целом сладкий картофель дает красный оттенок, в меньшей степени синий, и не имеет заметных посторонних привкусов или горького привкуса независимо от композиции.

2. Сравнение красного сладкого картофеля при двух различных насыщенностях цветовых единиц (ц. ед.)

Бургеры на растительной основе (на основе соевой и гороховой композиций) были приготовлены с использованием двух красящих композиций:

Высокая Интенсивность (ВИ) = красный сладкий картофель

Низкая Интенсивность КСК (НИ) = только красный сладкий картофель

Цветовая единица (ц. ед.) определяется как «интенсивность цвета, выраженная как поглощающая способность на единицу массы цвета». Колориметрические измерения проводили на приготовленных и сырых бургерах. Результаты представлены в таблицах Е и F.

Таблица Е. Высокая Интенсивность (Красный Сладкий Картофель, 40 ц. ед.) в гамбургерах на растительной основе по сравнению с Низкой Интенсивностью КСК (Красный Сладкий Картофель, 8 ц. ед.) – соевая композиция

Пигмент, сырой	Сырая композиция растительного белка	L*	a*	b*	Цветность	тон	DE 2000
Низкая Интенсивность КСК	Соя	56,3	8,87	8,46	12.26	43,66	0,00
Высокая Интенсивность КСК	Соя	53,88	9,52	7,97	12.42	39,95	2,43
Пигмент, приготовленный	Приготовленная композиция растительного белка	L*	a*	b*	Цветность	тон	DE 2000
Низкая Интенсивность КСК	Соя	50,65	10.36	12,4	16.16	50.13	0,00
Высокая Интенсивность КСК	Соя	53.13	9,74	12.11	15.54	51,2	2,51

Таблица F. Использование ВИ (Красный Сладкий Картофель, 40 ц. ед.) в гамбургерах на растительной основе по сравнению с Низкой Интенсивностью (Красный Сладкий Картофель, 8 ц. ед.) – гороховая композиция

Пигмент, сырой	Сырая композиция растительного белка	L*	a*	b*	Цветность	тон	DE 2000
Низкая Интенсивность КСК	Горох	52,29	11.42	4.1	12.14	19,76	0,00
Высокая Интенсивность КСК	Горох	52,6	11.71	3,27	12.16	15.59	0,78
Пигмент, приготовленный	Приготовленная композиция растительного белка	L*	a*	b*	Цветность	тон	DE 2000
Низкая Интенсивность КСК	Горох	49,62	9.19	6,89	11.49	36,84	0,00
Высокая Интенсивность КСК	Горох	49.12	9,86	6.15	11,62	31,97	1,08

Также измеряли pH для того, чтобы показать, что ВИ Красный Сладкий Картофель приводит к незначительным изменениям pH по сравнению с НИ Красный Сладкий Картофель в композиции соевого белка и горохового протеина даже при более высоких насыщенностях. Результаты приведены ниже:

Соя

Пигмент	pH
Нет цвета	7.2
НИ Красный Сладкий Картофель	6,57
ВИ Красный Сладкий Картофель	6,66

Горох

Пигмент	pH
Нет цвета	7.1
НИ Красный Сладкий Картофель	6,63
ВИ Красный Сладкий Картофель	6,71

Таким образом показано, что более насыщенный КСК при использовании в более низкой дозировке не влияет на pH и дает оттенок, очень похожий на КСК низкой интенсивности.

Эти результаты показывают, что использование Красного Сладкого Картофеля высокой интенсивности (ВИ) в гамбургерах на растительной основе возможно и дает хорошую цветопередачу в сыром и приготовленном состояниях. В потенциале это позволит уменьшить дозировку цвета без ущерба для оттенка.

Влияние pH на пигменты растительного происхождения в цельном молоке

Методика: четыре антоциана протестировали в цельном молоке с отрегулированным pH (pH 4-7). Каждый антоциановый пигмент или смесь добавляли к цельному молоку в определенной дозировке, чтобы поддерживать интенсивность

пигмента на сопоставимой цветовой единице (ц. ед.), как указано в таблицах Е - Н. Образцы доводили до pH 4, 5, 6 и 7, используя лимонную кислоту и тринатрий цитрат. Как только желаемый pH был достигнут, каждый образец измеряли на спектрофотометре DataColor для значений L*, a*, b*, Цветности, тона и DE2000.

Результаты: Результаты этого теста показывают, что красный сладкий картофель имел более красный тон (о чем свидетельствует более положительное значение a*) в этом диапазоне pH и особенно при более высоких уровнях pH (нейтральный диапазон pH 6-7). См. таблицы G-J и фиг.1A-1E.

Таблица G. Фиолетовый Сладкий Картофель и Красный Сладкий Картофель 8 ц. ед. (дозировка 0,1125%), значения DataColor в цельном молоке

Идентификация теста	pH	L*	a*	b*	Цветность	тон	DE
Фиолетовый и Красный Сладкий Картофель	4	80,02	13,98	-0,22	13,99	359,11	0,00
Фиолетовый и Красный Сладкий Картофель	5	82,13	9,11	-1,08	9,18	353,23	4,36
Фиолетовый и Красный Сладкий Картофель	6	81,57	7,37	-1,48	7,52	348,66	5,91
Фиолетовый и Красный Сладкий Картофель	7	77,66	6,64	-3,64	7,58	331,26	7,27

Таблица Н. Красный Сладкий Картофель 8 ц. ед. (дозировка 0,1125 %), значения DataColor в цельном молоке

Идентификация теста	pH	L*	a*	b*	Цветность	тон	DE
Красный сладкий картофель	4	80,41	16,83	0,73	16,85	2,48	0,00
Красный сладкий картофель	5	80,89	14,21	-1,59	14,30	353,60	2,50
Красный сладкий картофель	6	77,71	15,37	-3,90	15,85	345,76	3,85
Красный сладкий картофель	7	76,27	13,08	-5,84	14,32	335,93	6,15

Таблица I. Черная морковь 9 ц. ед. - (дозировка 0,1%) Значения DataColor в цельном молоке

Идентификация теста	pH	L*	a*	b*	Цветность	тон	DE
Черная морковь	4	77,68	14,75	-0,51	14,76	358,03	0,00
Черная морковь	5	77,55	10,12	-2,68	10,46	345,17	4,11
Черная морковь	6	75,59	7,07	-4,17	8,21	329,47	7,43
Черная морковь	7	73,69	3,11	-5,35	6,19	300,12	12,21

Таблица J. Красная редька 15,5 ц. ед. - (дозировка 0,06%), значения DataColor в цельном молоке

Идентификация теста	pH	L*	a*	b*	Цветность	тон	DE
Красная редька	4	80,20	15,32	-0,01	15,32	359,97	0,00
Красная редька	5	83,27	9,96	-0,61	9,98	356,48	4,77
Красная редька	6	80,98	10,23	-2,18	10,46	347,98	4,40
Красная редька	7	75,74	12,15	-6,13	13,61	333,21	5,97

Эти результаты подтверждают преимущества антоциана пеларгонидина, содержащегося в красном сладком картофеле. Красный Сладкий Картофель имел самые высокие значения «a», поэтому он сохранял более красный тон при каждом испытанном уровне pH.

Измерения, записанные в таблицах G-J, проиллюстрированы на фиг.1A-1E. Чем выше значение a*, тем краснее выглядит цвет. Значения a* для красного сладкого картофеля в молоке выше при каждом испытанном уровне pH. Общее изменение видимого цвета, отмеченное как Delta E 2000 (DE), ниже, чем у смеси фиолетового/красного сладкого картофеля и черной моркови, что указывает на меньшее изменение видимого оттенка в этом диапазоне pH в молоке.

Чем выше значение a*, тем более красным является оттенок (см. Приложение). Красный Сладкий Картофель сохранял высокие значения a* и более красный тон при каждом испытанном уровне pH, с чем конкурировала только красная редька. Все антоцианы становились менее красными по мере увеличения pH; при этом черная морковь изменялась больше всего и становилась наименее красной в оттенке (самое низкое значение a*).

Определения этих колориметрических значений (L, a, b, Цветность, тон, DE, DH, DC и DL) приведены в Приложении.

3. Стабильность при запекании/варке

Проводили оценку оттенка и стабильности свеклы, черной моркови, красного сладкого картофеля и красной редьки в заменителе мяса из горохового протеина.

Образцы композиции заменителя мяса из горохового протеина подвергали двум способам приготовления (запекание, варка) и различным уровням pH (5-7). Сравнение колориметрических данных проводили в разных условиях (например, запекание, варка) при каждом одном значении pH или в каждом одном условии при разных значениях pH.

Сравнивали Свеклу, Черную Морковь, Красный Сладкий Картофель, Красную Редьку.

В первой серии экспериментов (таблицы K-N) оценивали сравнительные колориметрические данные пигмента при фиксированном pH.

Таблица К. Свекла, 0,7% бетанина (дозировка 0,307%). Значения DataColor в заменителе из запеченного и варёного горохового протеина

Идентификация теста	pH	L*	a*	b*	Цветность	тон	DE
Свекла, сырая	5	60,42	24.49	7.19	25.52	16.35	0,00
Свекла, запеченная	5	60,60	13.45	28.60	31,61	60,60	18.33
Свекла, вареная	5	58,80	23.00	14.48	27.18	32.20	5,49
Свекла, сырая	6	62,67	19,82	10.03	22.21	26,83	0,00
Свекла, запеченная	6	54,61	14,95	34.20	37,33	54,61	18.01
Свекла, вареная	6	60,18	15.59	20.26	25,56	52,43	8,96
Свекла, сырая	7	60,31	19,88	11,72	23.08	30,53	0,00
Свекла, запеченная	7	55,18	13.13	33.50	35,98	55,18	16.51
Свекла, вареная	7	60,81	14.27	19.45	24.12	53,74	7,94

Таблица L. Черная Морковь, 9 ц. ед. (дозировка 0,0875%). Значения DataColor в заменителе из запеченного и варёного горохового протеина

Идентификация теста	pH	L*	a*	b*	Цветность	тон	DE
Ч. Морковь, сырая	5	63,85	4,53	9,52	10.54	64,52	0,00
Ч. Морковь, запеченная	5	55,72	6.22	13.17	14.57	55,72	7,67
Ч. Морковь, вареная	5	62.03	4,68	11.29	12.22	67,49	1,98
Ч. Морковь, сырая	6	63,37	-1,40	10,79	10,88	97,40	0,00
Ч. Морковь, запеченная	6	49.30	6.11	21,82	22,66	49.30	16,61
Ч. Морковь, вареная	6	61,14	-0,27	12.49	12.49	91,25	2,70
Ч. Морковь, сырая	7	61,56	-2,89	8.06	8,56	109,72	0,00
Ч. Морковь, запеченная	7	51,32	2,79	17,66	17,88	51,32	13.47
Ч. Морковь, вареная	7	59.05	-1,06	10,84	10,89	95,61	3,95

Таблица M. Красный СК, 8 ц. ед. (дозировка 0,563%) Значения DataColor в заменителе из запеченного и варёного горохового протеина

Идентификация теста	pH	L*	a*	b*	Цветность	тон	DE
Красный СК, сырой	5	61,87	18,97	8,82	20,92	24,92	0,00
Красный СК, запеченный	5	51,50	17,93	16,92	24,65	51,50	11.28
Красный СК, вареный	5	57,66	18,73	12.49	22.52	33,70	4,56
Красный СК, сырой	6	60,75	11,84	9,6	15.24	39.03	0,00
Красный СК, запеченный	6	49.02	14.14	19,72	24.27	49.02	12,84
Красный СК, вареный	6	58,66	10,85	11,97	16.16	47,83	2,91
Красный СК, сырой	7	57.06	10.12	7,79	12,77	37,57	0,00
Красный СК, запеченный	7	48,83	11,68	15.49	19,4	48,83	9,60
Красный СК, вареный	7	55,81	9.04	10.14	13.59	48,27	2,63

Таблица N. Красная Редька, 15,5 ц. ед. (дозировка 0,291 %), значения DataColor в заменителе из запеченного и вареного горохового протеина

Идентификация теста	pH	L*	a*	b*	Цветность	тон	DE
Красная Редька, сырая	5	65,67	16.01	11.44	19,68	35,55	0,00
Красная Редька, запеченная	5	53,60	18.37	23.33	29.70	53,60	12,88
Красная Редька, вареная	5	63,37	14.51	13,75	19,99	43,45	3.03
Красная Редька, сырая	6	61,70	12,82	9,87	16.18	37,60	0,00
Красная Редька, запеченная	6	53,74	13.54	17,62	22.23	53,74	8,93
Красная Редька, вареная	6	60.11	11.09	12.13	16.43	47,55	2,98
Красная Редька, сырая	7	60,25	10.19	9.09	13,65	41,74	0,00
Красная Редька, запеченная	7	50,78	12.09	17.35	21.15	50,78	10.40
Красная Редька, вареная	7	62,60	7,66	10.24	12,78	53.21	3,58

Было обнаружено, что красный сладкий картофель стал более коричневым под прямым воздействием тепла при запекании, как и свекла. Однако свекла показала значительную потерю цвета при запекании.

Также было проведено сравнение данных при разных значениях pH для каждого пигмента в определенных условиях (например, запекание, варка). См. таблицы O-R и фиг.2-5.

Таблица O. Свекла - В-70 (0,307%) Значения DataColor в заменителе из запеченного и вареного горохового протеина

Идентификация теста	pH	L*	a*	b*	Цветность	тон	DE
Свекла, сырая	5	60,42	24.49	7.19	25.52	16.35	0,00
Свекла, сырая	6	62,67	19,82	10.03	22.21	26,83	4.17
Свекла, сырая	7	60,31	19,88	11,72	23.08	30,53	4,65
Свекла, запеченная	5	60,60	13.45	28.60	31,61	60,60	0,00
Свекла, запеченная	6	54,61	14,95	34.20	37,33	54,61	5,94
Свекла, запеченная	7	55,18	13.13	33.50	35,98	55,18	5,49
Свекла, вареная	5	58,80	23.00	14.48	27.18	32.20	0,00
Свекла, вареная	6	60,18	15.59	20.26	25,56	52,43	7,65
Свекла, вареная	7	60,81	14.27	19.45	24.12	53,74	8,25

Таблица Р. Черная Морковь - (0,0875%) значения DataColor в заменителе из запеченного и вареного горохового протеина

Идентификация теста	pH	L*	a*	b*	Цветность	тон	DE
Ч. Морковь, сырая	5	63,85	4,53	9,52	10.54	64,52	0,00
Ч. Морковь, сырая	6	63,37	-1,4	10,79	10,88	97,4	8.04
Ч. Морковь, сырая	7	61,56	-2,89	8.06	8,56	109,72	10.22
Ч. Морковь, запеченная	5	55,72	6.22	13.17	14.57	55,72	0,00
Ч. Морковь, запеченная	6	49,3	6.11	21,82	22,66	49,3	8.23
Ч. Морковь, запеченная	7	51,32	2,79	17,66	17,88	51,32	6,95
Ч. Морковь, вареная	5	62.03	4,68	11.29	12.22	67,49	0,00
Ч. Морковь, вареная	6	61,14	-0,27	12.49	12.49	91,25	6,61
Ч. Морковь, вареная	7	59.05	-1,06	10,84	10,89	95,61	7,93

Таблица Q. Красный СК (0,563%) Значения DataColor в заменителе из запеченного и вареного горохового протеина

Идентификация теста	pH	L*	a*	b*	Цветность	тон	DE
Красный СК, сырой	5	61,87	18,97	8,82	20,92	24,92	0,00
Красный СК, сырой	6	60,75	11,84	9,6	15.24	39.03	5,59
Красный СК, сырой	7	57.06	10.12	7,79	12,77	37,57	7,84
Красный СК, запеченный	5	51,5	17,93	16,92	24,65	51,5	0,00
Красный СК, запеченный	6	49.02	14.14	19,72	24.27	49.02	4,74
Красный СК, запеченный	7	48,83	11,68	15.49	19,4	48,83	5.27
Красный СК, вареный	5	57,66	18,73	12.49	22.52	33,70	0,00
Красный СК, вареный	6	58,66	10,85	11,97	16.16	47,83	6.07
Красный СК, вареный	7	55,81	9.04	10.14	13.59	48,27	7,53

Таблица R. Красная Редька (0,291%) Значения DataColor в заменителе из запеченного и вареного горохового протеина

Идентификация теста	pH	L*	a*	b*	Цветность	тон	DE
Красная Редька, сырая	5	65,67	16.01	11.44	19,68	35,55	0,00
Красная Редька, сырая	6	61,70	12,82	9,87	16.18	37,60	4.06
Красная Редька, сырая	7	60,25	10.19	9.09	13,65	41,74	6.41
Красная Редька, сырая	5	53,60	18.37	23.33	29.70	53,60	0,00
Красная Редька, запеченная	6	53,74	13.54	17,62	22.23	53,74	3,55
Красная Редька, вареная	7	50,78	12.09	17.35	21.15	50,78	5.16
Красная Редька, сырая	5	63,37	14.51	13,75	19,99	43,45	0,00
Красная Редька, запеченная	6	60.11	11.09	12.13	16.43	47,55	3,85
Красная Редька, вареная	7	62,60	7,66	10.24	12,78	53.21	5,79

Подобно свекле, красный сладкий картофель стал более коричневым под прямым воздействием тепла при запекании. Количественная оценка изменения красного тона в зависимости от значения a^* лучше видна на приведенных ниже графиках значений a^* .

Данные из таблиц O-R проиллюстрированы на фиг.2-5.

Изменения в общем тоне были наибольшими для черной моркови, поскольку она в наибольшей степени изменила оттенок от серого/синего до темно-синего/зеленого при pH 7.

В предварительно приготовленном заменителе мясной котлеты свекла была самой красной.

В мясной котлете из запеченного горохового протеина красная редька и красный сладкий картофель были более красными при pH 5 и одинаковыми при pH 6 и 7. Черная морковь была гораздо менее красной при всех трех уровнях pH. Свекла стала менее красной (более коричневой) при всех уровнях pH под прямым воздействием тепла при запекании, что обычно желательно, поскольку такое изменение оттенка характерно для говяжьего фарша. Красный сладкий картофель и красная редька при pH 6 и 7 давали такой же тон, как и свекла. Красный сладкий картофель и красная редька в меньшей степени теряли красный оттенок при запекании, чем свекла, показывая более высокую термостабильность по сравнению со свеклой.

Аналогичные тенденции свекла и антоцианы имели при варке. После варки все стало менее красным, особенно при pH 6 и выше.

В сыром заменителе мяса на растительной основе наименьшее изменение тона (Delta H') наблюдалось у красной редьки, красного сладкого картофеля, а затем у свеклы при pH 5, 6 и 7. Черная морковь придает гораздо более синий цвет, в первую очередь, в диапазоне pH 6-7.

В запеченном продукте наименьшее изменение тона (Delta H') сырого заменителя мяса на растительной основе наблюдалось у красной редьки, красного сладкого картофеля, а затем у свеклы при pH 5, 6 и 7. Черная морковь придает гораздо более синий цвет, в первую очередь, в диапазоне pH 6-7.

В варёном продукте наименьшее изменение тона (Delta H') сырого заменителя мяса на растительной основе наблюдалось у красной редьки и красного сладкого картофеля при pH 5, 6 и 7. Свекла и черная морковь обеспечивают большее изменение тона, в первую очередь, в диапазоне pH 6-7.

4. Результаты сочетания пигментов для получения цвета говядины до и после приготовления

Таблица S. Сравнение сырой говядины с отдельными антоцианами и их смесями

Идентификация образца	L*	a*	b*	Цветность	тон
Говядина, сырая	51,8	16,9	15.1	22,7	41,9
Красный сладкий картофель/черная морковь, сырые*	44,36	22.35	9,84	24.42	23,77
Красный сладкий картофель, сырой	60,75	11,84	9,6	15.24	39.03
Красная Редька, сырая	61,7	12,82	9,87	16.18	37,6
Черная морковь, сырая	63,37	-1,4	10,79	10,88	97,4

* Антоцианы также комбинировали с аннато.

Таблица T. Сравнение сырой говядины с отдельными антоцианами и их смесями

Идентификация образца	L*	a*	b*	Цветность	тон
Говядина, приготовленная	43.40	4,80	6.15	7,80	51,80
Красный сладкий картофель/черная морковь, приготовленные*	33.35	13,69	18,99	23.41	54,22
Красный сладкий картофель, приготовленный	49.02	14.14	19,72	24.27	49.02
Красная Редька, приготовленная	53,74	13.54	17,62	22.23	53,74
Черная морковь, приготовленная	49.30	6.11	21,82	22,66	49.30

* Антоцианы также комбинировали с аннато.

Данные в таблицах S и T проиллюстрированы, соответственно, на паутинных диаграммах 6А-В. На этих диаграммах показаны отдельные сырые и приготовленные антоцианы красного сладкого картофеля, красной редьки и черной моркови, используемые для окрашивания котлет на растительной основе, по сравнению с сырой и приготовленной говядиной. При сопоставлении с говядиной в сыром продукте наиболее желательна краснота (диапазон a^*). Однако желательно, чтобы приготовленная котлета была более коричневой. Для этого часто необходимы вторичные цвета.

Черная морковь, используемая отдельно в сыром заменителе мяса, сильно отличается от других антоцианов, что отмечено низким значением a^* и высоким значением тона (фиг.6А). Сочетание красного сладкого картофеля и черной моркови смещает оттенок в сторону более высокого значения a^* ; поэтому появляется более красный оттенок. Кроме того, когда черная морковь сочетается с красным сладким картофелем, значительно уменьшается тон, и заменитель мяса становится сине-красным, похожим на сырую говядину.

Колориметрические данные, графически представленные на фиг. 6В, показывают, что сочетание черной моркови и красного сладкого картофеля дает более темный/коричневый продукт (более низкое значение L^*) для приготовленных котлет на растительной основе. В то время как пигменты красного сладкого картофеля, красной редьки и черной моркови, используемые по отдельности для окрашивания котлет, похожи друг на друга, сочетание красного сладкого картофеля и черной моркови привело к получению более темного конечного продукта, который желателен для потребителей. Добавление третьего пигмента, паприки или аннато, может еще больше усилить оттенок сырого и приготовленного.

ПРИЛОЖЕНИЕ: Определения спектроколориметрических величин

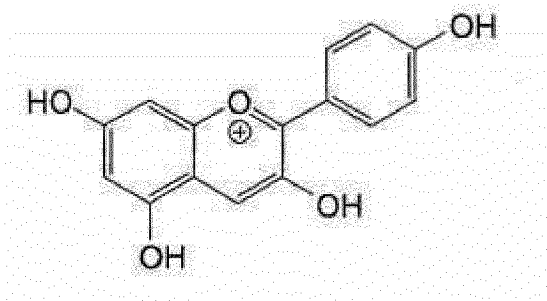
Спектроколориметрические величины представлены на чертежах ниже и определяются следующим образом:

- **DE*2000** используется в качестве основного показателя для оценки общего изменения цвета и различия между цветами. Таким образом, высокие значения DE 2000 указывают на большие различия в цвете между стандартными и тестовыми значениями. В целом можно считать, что при $DE^* < 1$ визуальное различие не заметно, а при $1 < DE^*2000 < 2$ различие в цвете приемлемо.

- **L*** - это светлота или интенсивность, определяющая интенсивность цвета, от черного ($L=0$) до белого ($L=100$). Чем больше значения L^* , тем светлее цвет.
- **C*** - это насыщенность или цветность, определяющая интенсивность цвета образца в отличие от белого. Следовательно, чем больше увеличивается C^* , тем более окрашенным или ярким/насыщенным кажется образец. Чем больше уменьшается C^* , тем более обесцвеченным или бледным/сероватым кажется образец цвета.
- **h*** - это тон. Он описывает визуальное ощущение, которое может быть связано с такими цветами, как красный, оранжевый, желтый и т. д. Таким образом, когда значение h^* близко к 0, тональность будет довольно красной, а по мере увеличения этого значения от 0 до 90 тональность будет близка к желтой.
- Красная/зеленая ось обозначена как **a***, где положительные значения указывают на красный тон, а отрицательные значения — на зеленый.
- Желтая/синяя ось обозначена буквой **b***, где положительные значения указывают на желтый тон, а отрицательные значения — на синий.
- **Delta H** - это абсолютная разница в цвете между двумя образцами; так называемая разница в тоне.
- **Delta C** - это абсолютная разница в цветности между двумя образцами; так называемая разница в цветности.
- **Delta L** — абсолютная разница в светлоте между двумя образцами.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Заменитель мяса на растительной основе, содержащий красящую композицию, которая содержит антоциановый краситель, полученный из красного сладкого картофеля, в количестве 0,1-10% по массе заменителя мяса на растительной основе, при этом заменитель мяса на растительной основе дополнительно содержит 10-40% по массе растительного белка.
2. Заменитель мяса на растительной основе по п. 1, отличающийся тем, что указанный антоциановый краситель содержит антоцианы на основе пеларгонидина, предпочтительно 50-90 мол.% антоциана или антоцианов на основе пеларгонидина.
3. Заменитель мяса на растительной основе по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что указанная красящая композиция дополнительно содержит по меньшей мере один второй краситель, полученный из черной моркови, аннато или паприки, предпочтительно из черной моркови.
4. Заменитель мяса на растительной основе по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что антоциан на основе пеларгонидина представляет собой моногликозид или полигликозид пеларгонидина с химической структурой:



в котором одна или несколько спиртовых (-ОН) групп гликозилированы остатком сахара, выбранным из глюкозы, галактозы, арабинозы, рамнозы и ксилозы, или их ди- или трисахаридов.

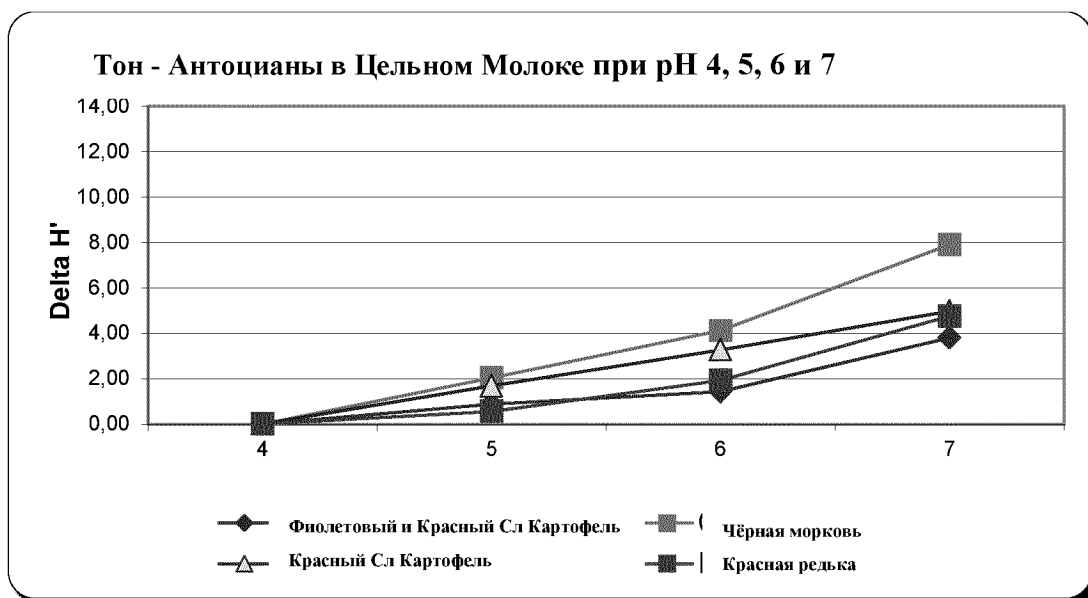
5. Заменитель мяса на растительной основе по п. 4, отличающийся тем, что по меньшей мере один сахарный остаток антоциана на основе пеларгонидина ацилирован по меньшей мере одним остатком карбоновой кислоты.
6. Заменитель мяса на растительной основе по п. 5, отличающийся тем, что по меньшей мере 80 мол.% всех антоцианов на основе пеларгонидина являются ацилированными.
7. Заменитель мяса на растительной основе по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что красящая композиция содержит антоциановый краситель в

количестве 10-60%, предпочтительно 20-50% по массе указанной красящей композиции.

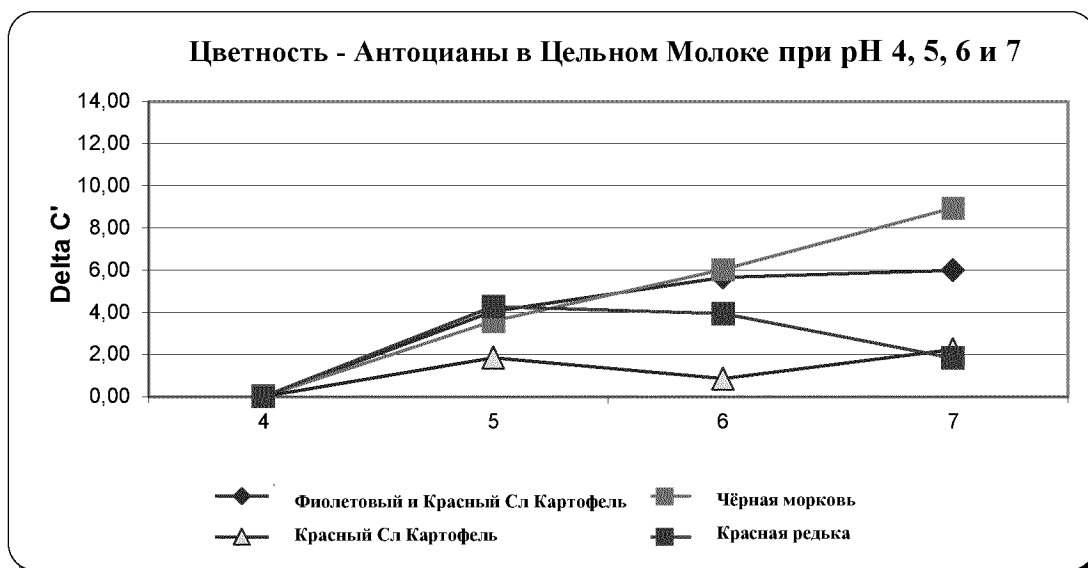
8. Заменитель мяса на растительной основе по любому из пп. 3-7, отличающийся тем, что красящая композиция содержит второй краситель в количестве 0,01-1% по массе, предпочтительно в количестве 0,02-0,8% по массе красящей композиции.
9. Заменитель мяса на растительной основе по любому из предшествующих пунктов, содержащий 10-40% по массе белка бобовых.
10. Заменитель мяса на растительной основе по любому из предшествующих пунктов, который должен быть приготовлен перед употреблением в пищу.
11. Заменитель мяса на растительной основе по любому из предшествующих пунктов, который выбран из группы, включающей котлеты для гамбургера на растительной основе, колбасу на растительной основе, заменитель говяжьего фарша на растительной основе, заменитель ветчины на растительной основе, заменитель бекона на растительной основе, заменитель баранины на растительной основе и заменитель морепродуктов на растительной основе.
12. Заменитель мяса на растительной основе по любому из предшествующих пунктов, содержащий указанную красящую композицию в количестве 0,5-5% по массе заменителя мяса на растительной основе.
13. Заменитель мяса на растительной основе по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что диапазон a^* , который определен в настоящем документе, для сырого заменителя мяса на растительной основе составляет от 6 до 30, предпочтительно от 7 до 25, более предпочтительно от 7 до 20.
14. Заменитель мяса на растительной основе по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что диапазон тона, который определен в настоящем документе) для сырого заменителя мяса на растительной основе, составляет от 20 до 60, предпочтительно от 22 до 50.
15. Заменитель мяса на растительной основе по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что диапазон a^* , определенный в настоящем документе, для приготовленного заменителя мяса на растительной основе, составляет от 3 до 20, предпочтительно от 5 до 25, более предпочтительно от 5 до 15.



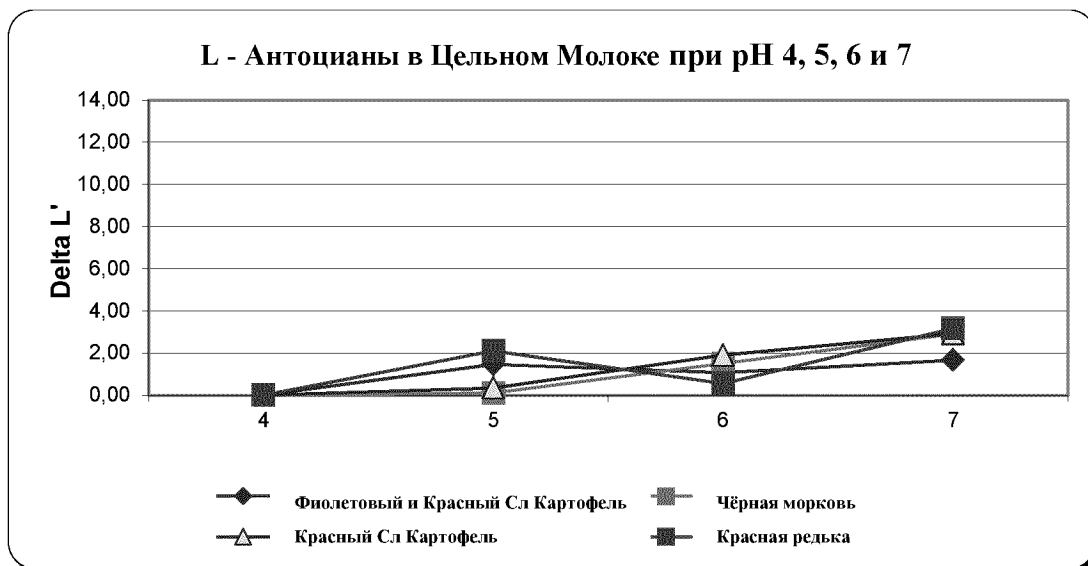
Фиг.1А



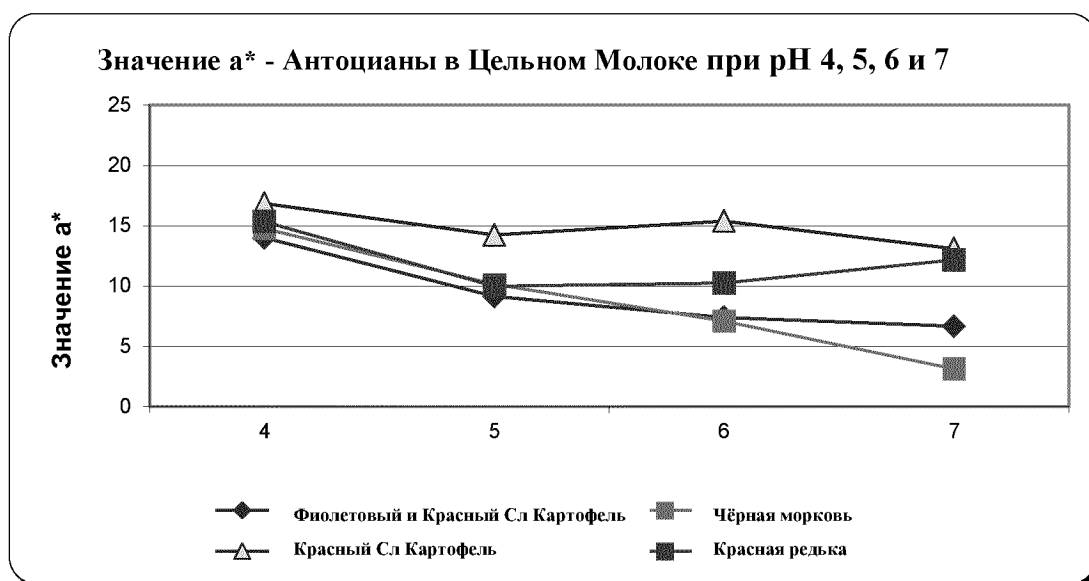
Фиг.1В



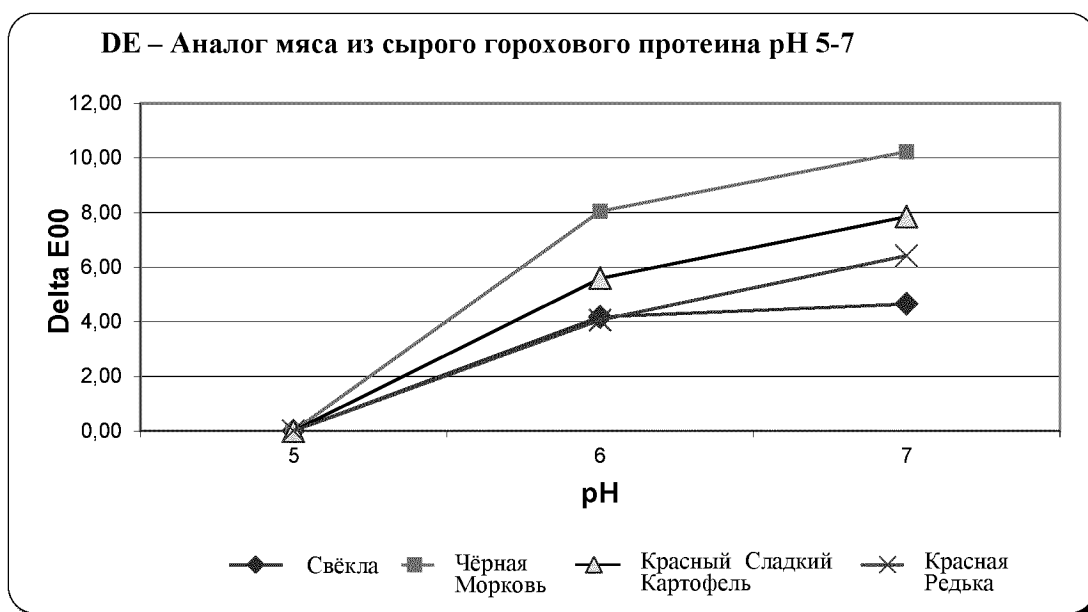
Фиг.1С



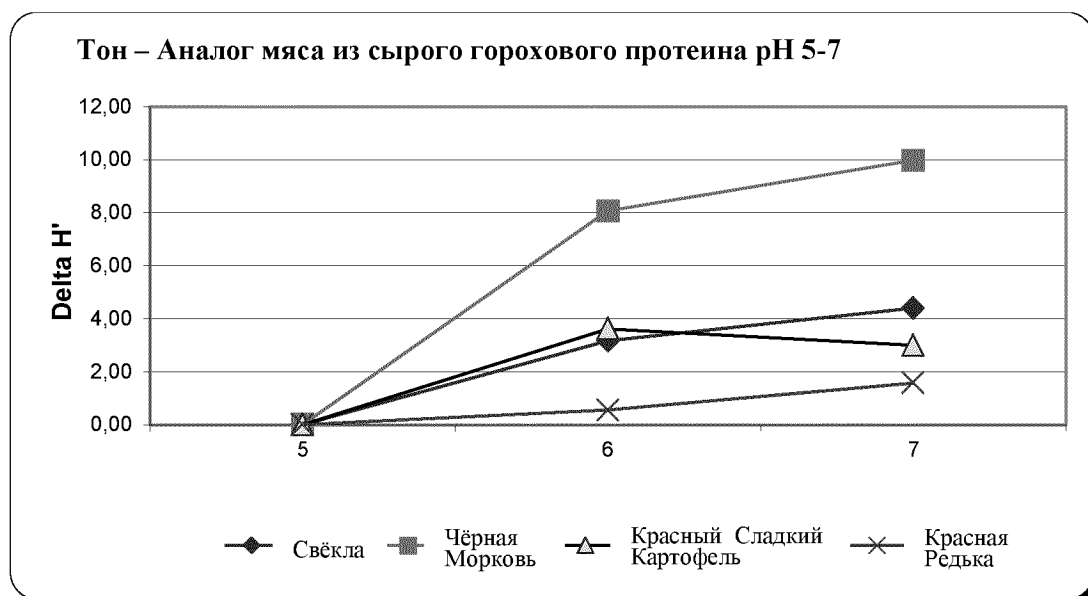
Фиг.1D



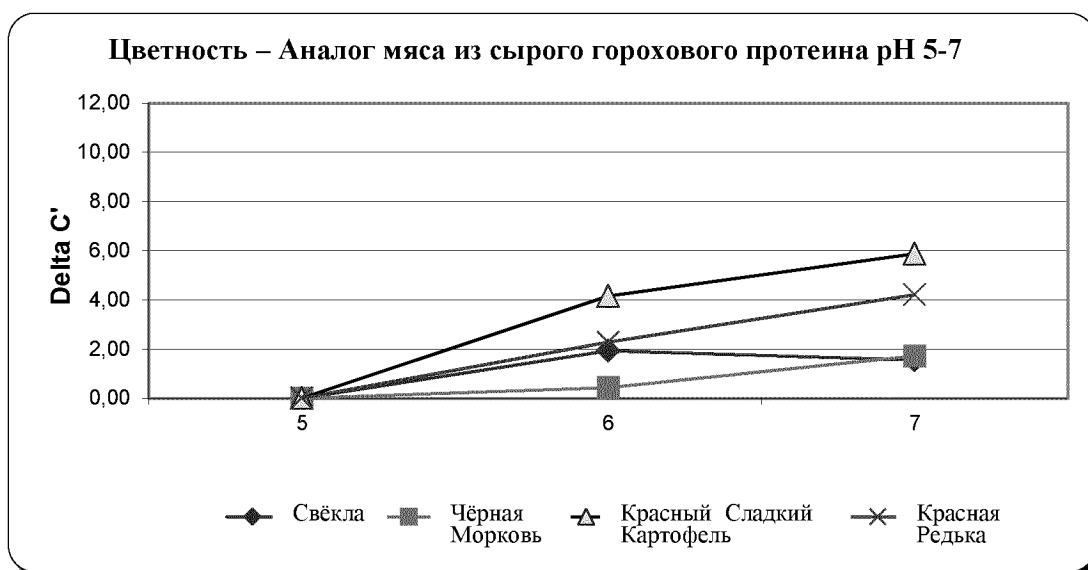
Фиг.1Е



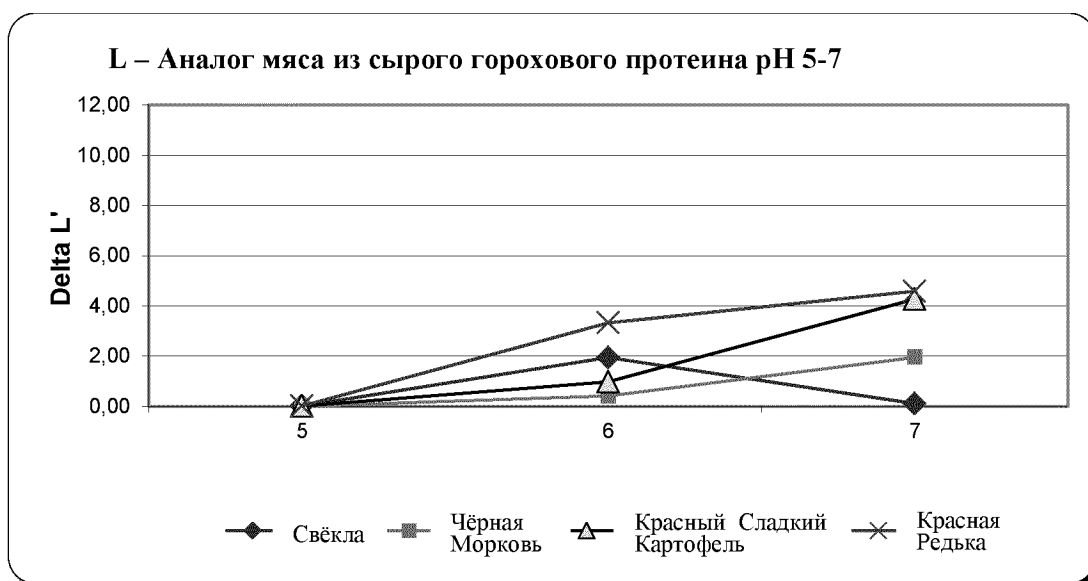
Фиг.2А



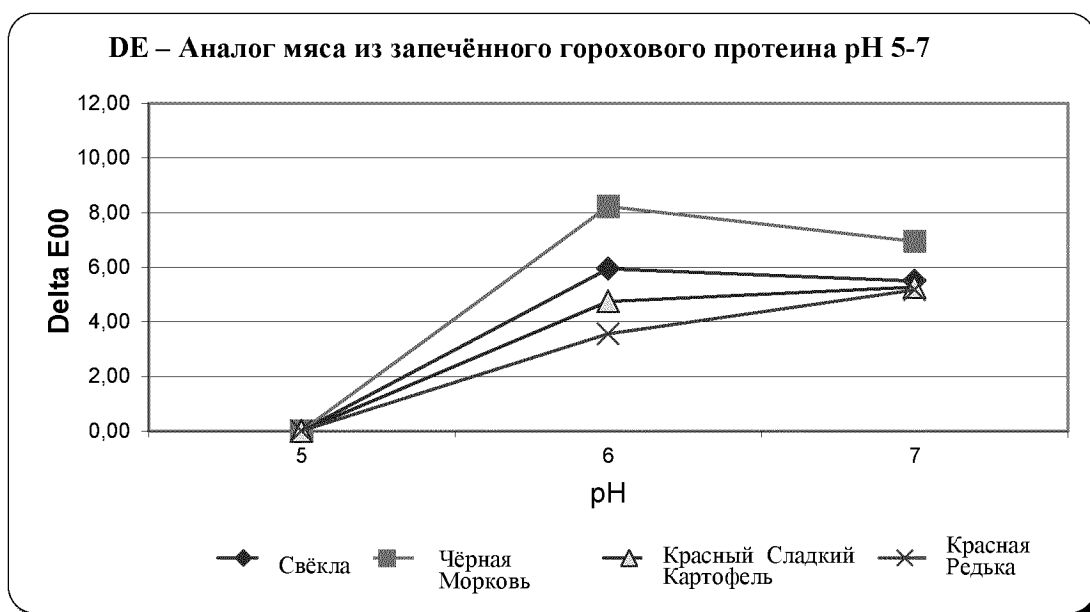
Фиг.2В



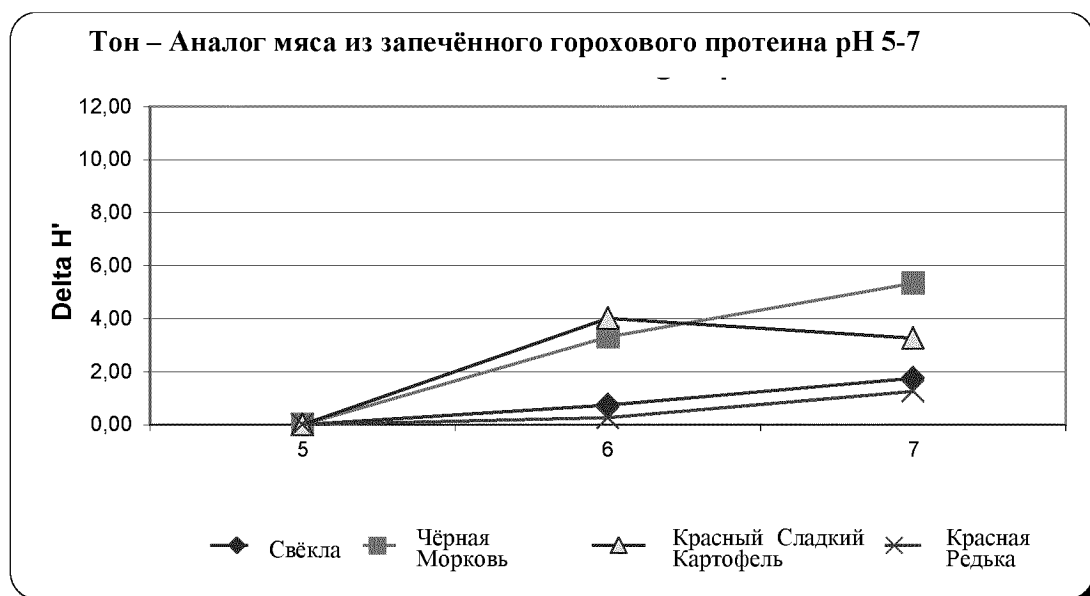
Фиг.2С



Фиг.2D

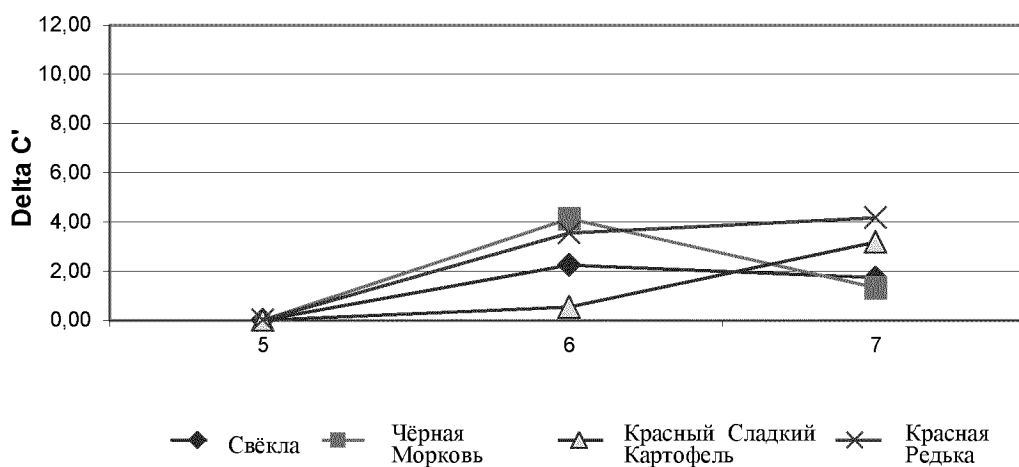


Фиг.3А



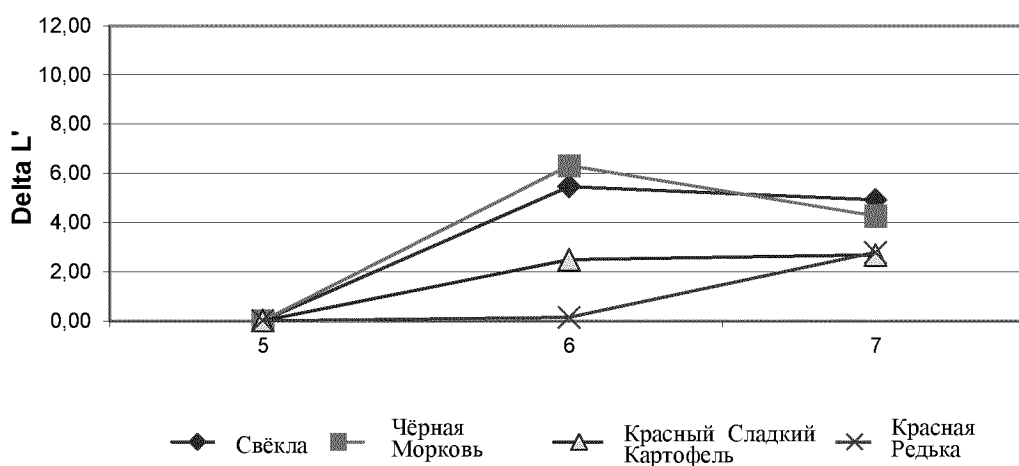
Фиг.3В

Цветность – Аналог мяса из запечённого горохового протеина pH 5-7

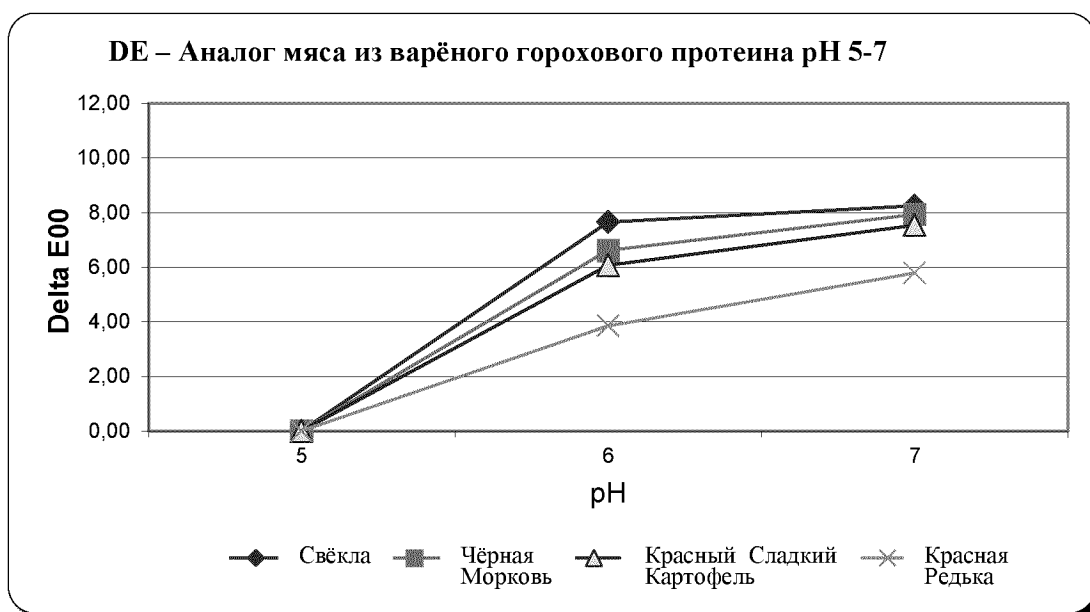


Фиг.3С

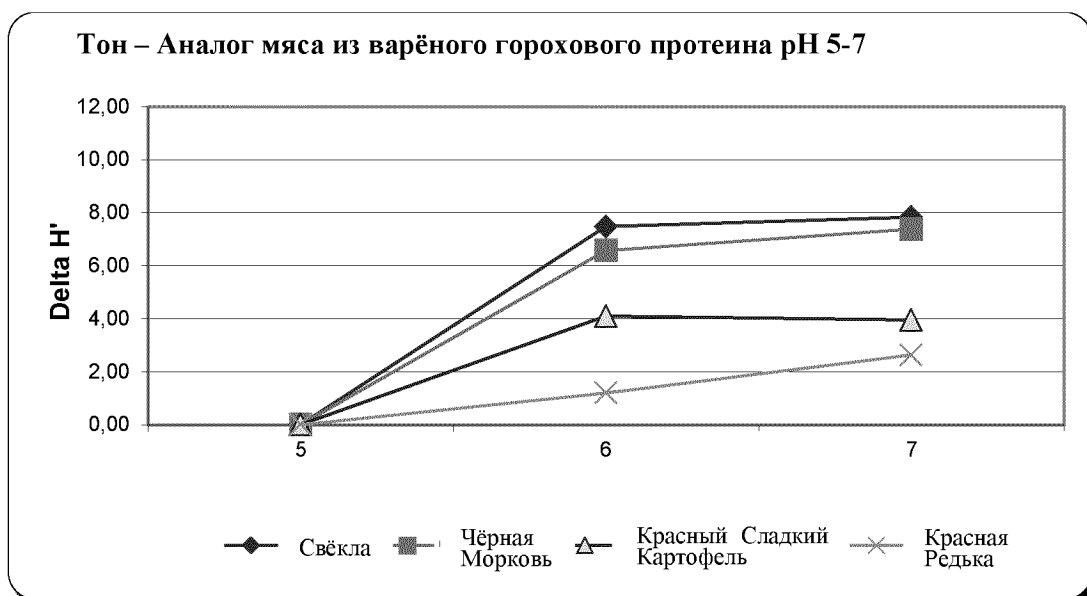
L – Аналог мяса из запечённого горохового протеина pH 5-7



Фиг.3D

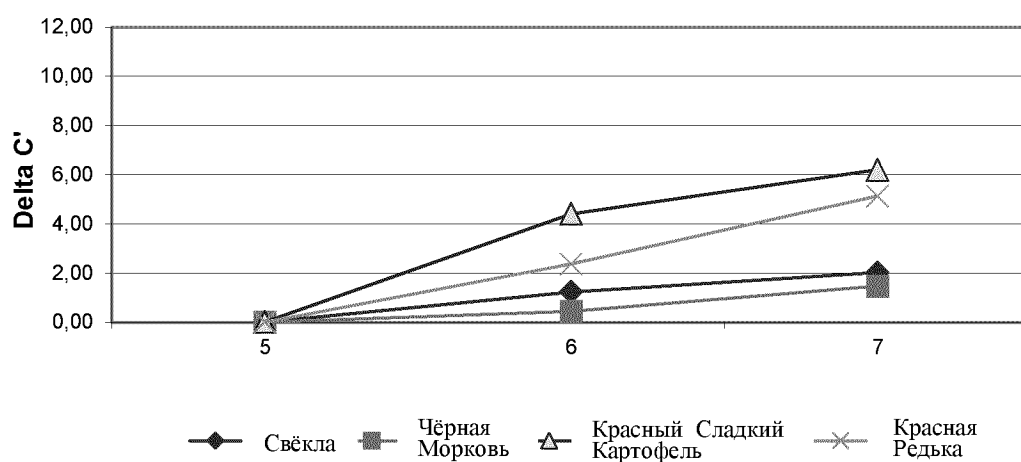


Фиг.4А



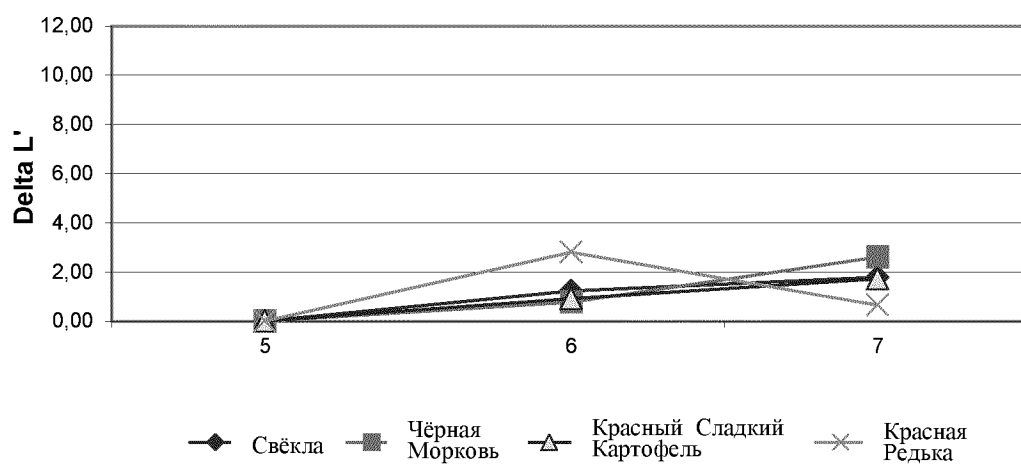
Фиг.4В

Цветность – Аналог мяса из варёного горохового протеина pH 5-7

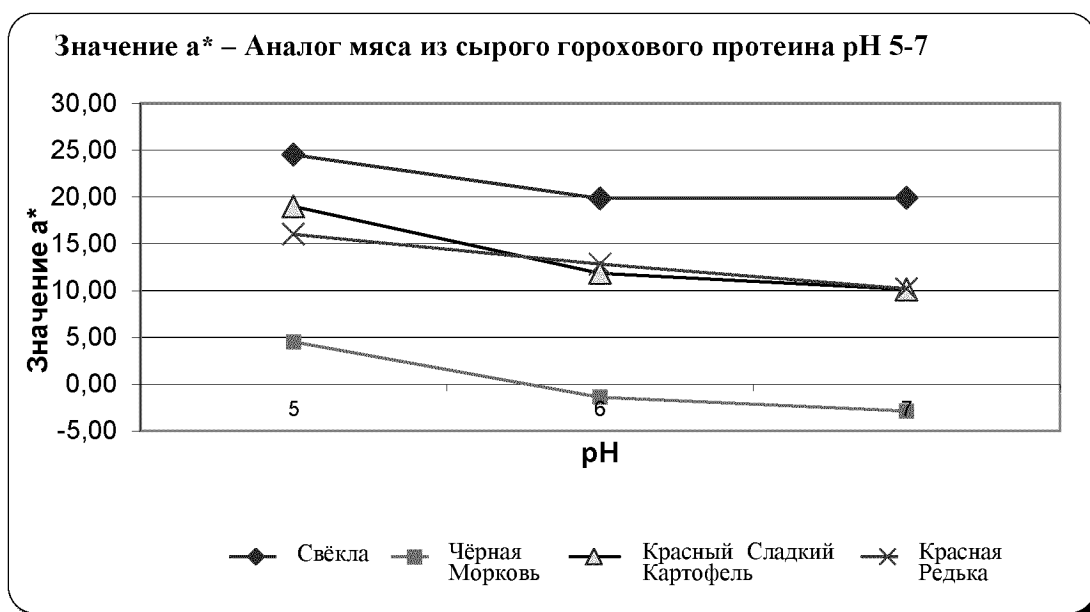


Фиг.4С

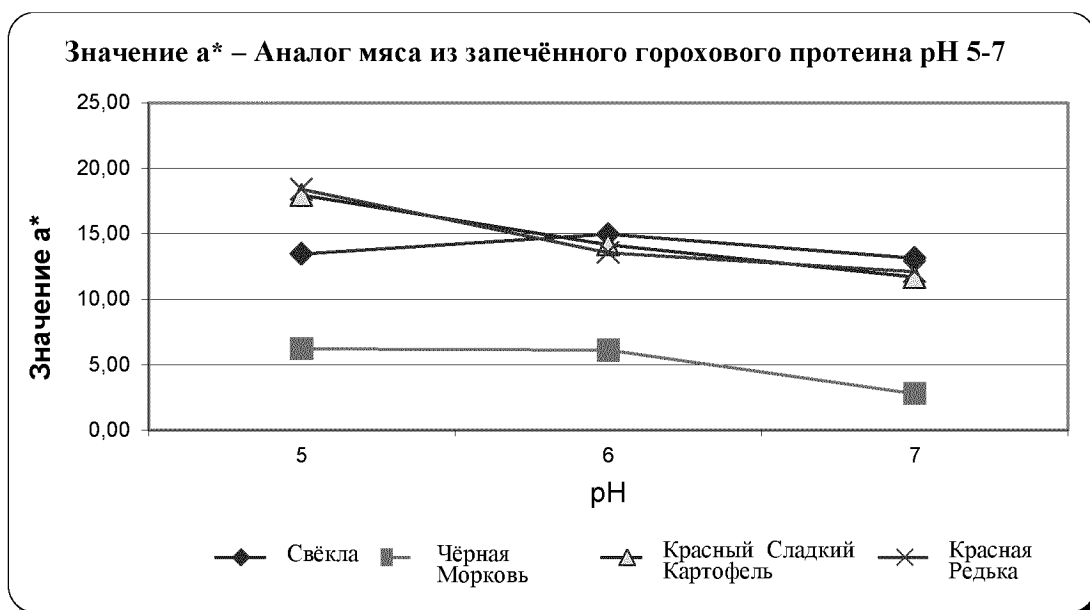
L – Аналог мяса из варёного горохового протеина pH 5-7



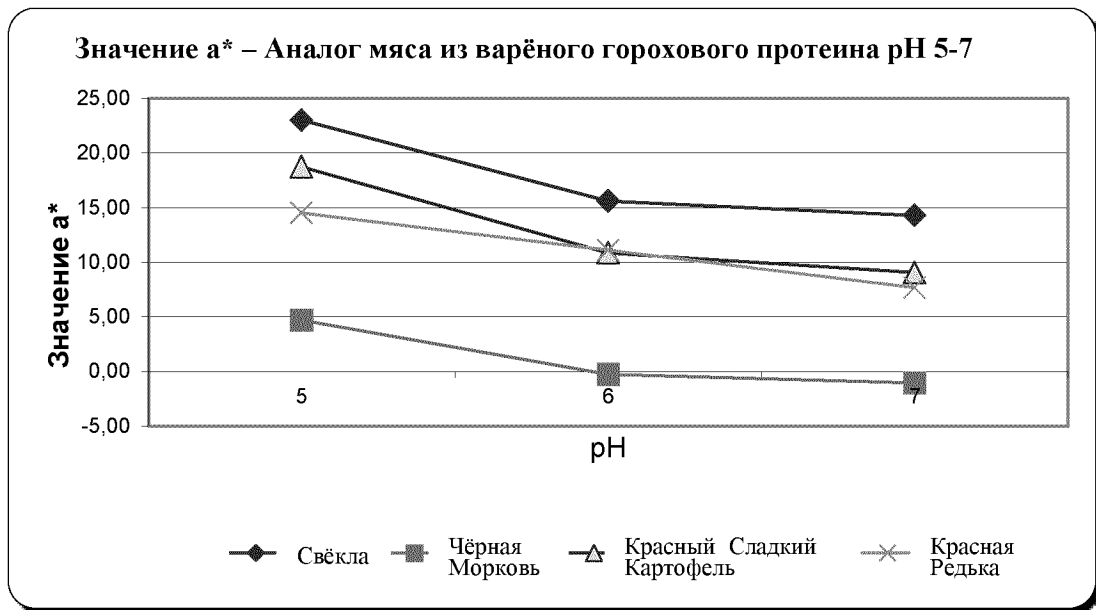
Фиг.4D



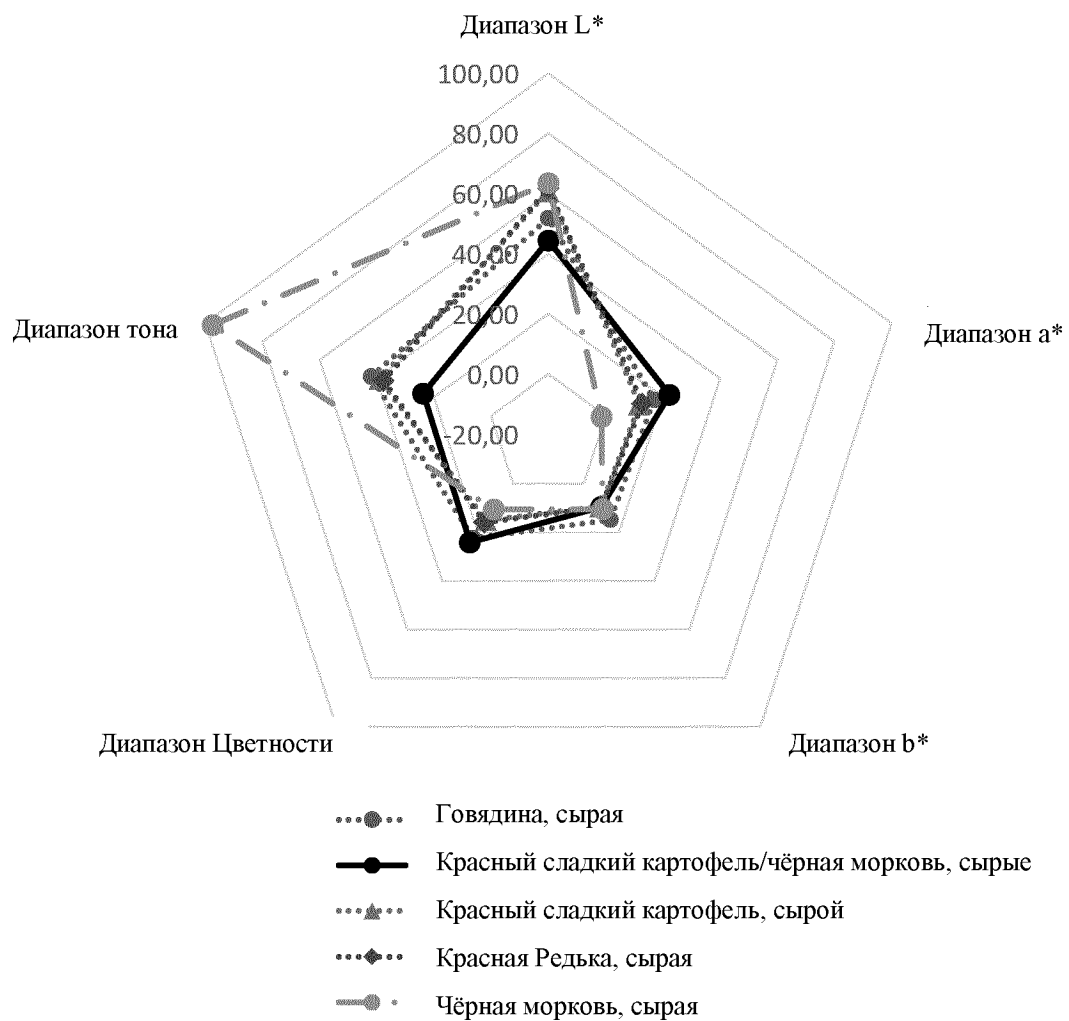
Фиг.5А



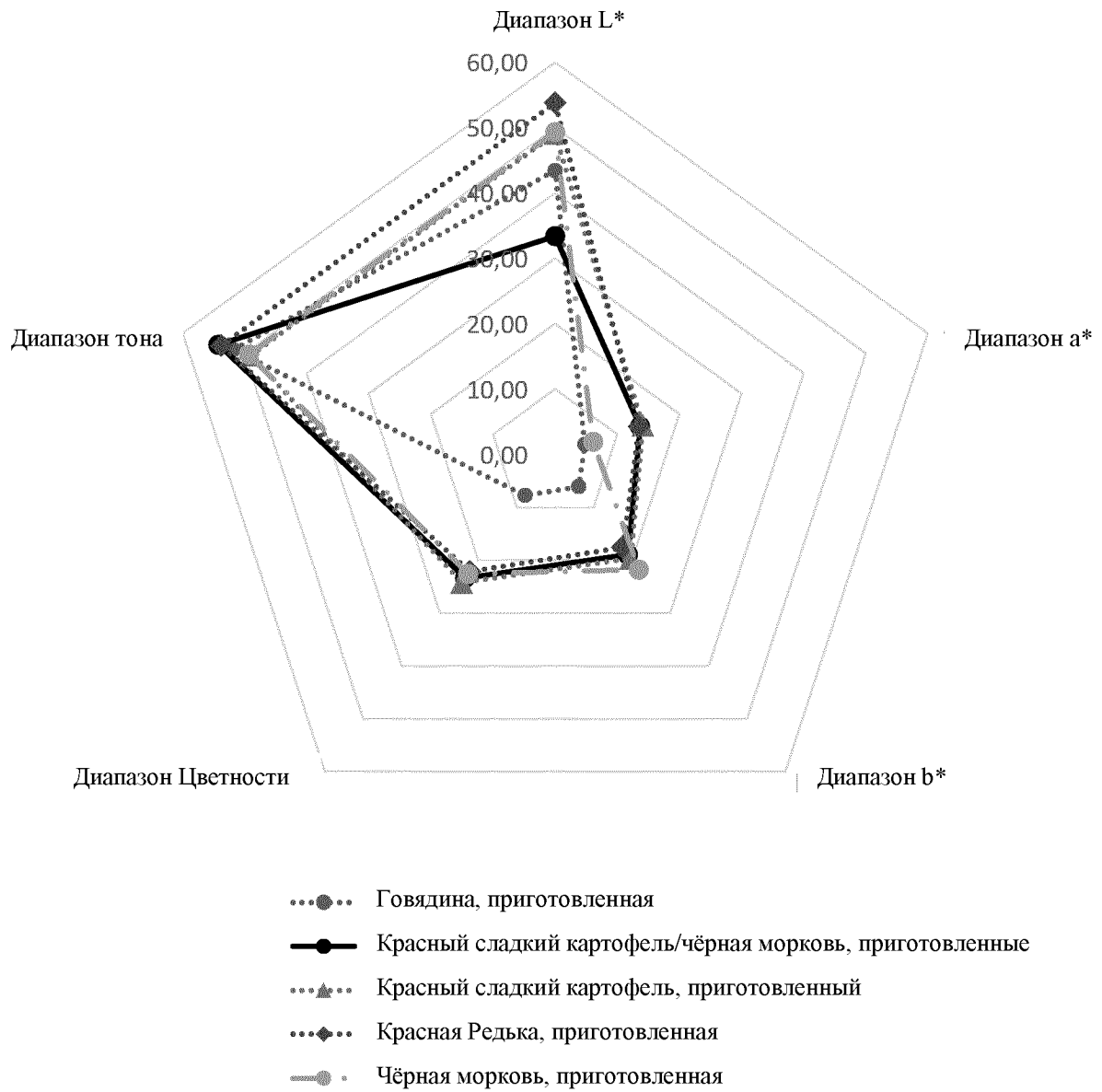
Фиг.5В



Фиг.5С



Фиг.6А



Фиг.6В