



Desarrollo de un Aditivo Multifuncional Para la Producción de Salchichas Frankfurt: Conceptos Básicos y Resultados Prácticos

Development Of A Multifunctional Additive For The Production Of Frankfurters: Basics And Practical Results

**Voitsekhivska Liubov¹, Verbytskyi Sergii^{2*}, Nedorizaniuk Liana³, Patsera
Nataliia⁴**

¹Institute of Food Resources of the National Academy of Agrarian Sciences, Head of the Department of the Technology of Meat Products, e-mail: meatipr@ukr.net,  [ORCID;:https://orcid.org/0000-0001-7595-1845](https://orcid.org/0000-0001-7595-1845)

²Institute of Food Resources of the National Academy of Agrarian Sciences, Head of the Department of the Informational Support, Provision of Innovation, Standardization and Metrology, e-mail: tk140@hotmail.com,
 [ORCID;: https://orcid.org/0000-0002-4211-3789](https://orcid.org/0000-0002-4211-3789)

³Institute of Food Resources of the National Academy of Agrarian Sciences, Researcher of Department of Technology of Meat Products, e-mail: nedliana4@gmail.com,  [ORCID;:https://orcid.org/0000-0002-2190-5648](https://orcid.org/0000-0002-2190-5648)

⁴Institute of Food Resources of the National Academy of Agrarian Sciences, Deputy Head of the Department of the Informational Support, Provision of Innovation, Standardization and Metrology, e-mail: iprinform@ukr.net,  [ORCID;:https://orcid.org/0000-0001-8737-9997](https://orcid.org/0000-0001-8737-9997)

Recibido: marzo 27 de 2023; Aceptado: Junio 30 de 2024

RESUMEN

Las salchichas y otros embutidos cocidos tienen una gran demanda entre los consumidores y son apropiados desde el punto de vista de la tecnología de producción. Es racional utilizar aditivos alimentarios multifuncionales, que son mezclas de ingredientes gustativos, aromáticos y funcionales. Estos aditivos aumentan la estabilidad de las emulsiones de carne picada, mejoran la consistencia y estabilizan el color de las salchichas. En las formulaciones de estos aditivos es una práctica muy extendida utilizar materias primas de origen vegetal: harina, cereales extruidos, aceites esenciales, etc. Las investigaciones realizadas permitieron crear una

formulación de un aditivo multifuncional para la producción de salchichas que contiene (kg por 100 kg de carne picada): cereal extruido (trigo o maíz) – 2,4; composición de sabor y aroma – 0,25; fosfatos – 0,3; ácido ascórbico – 0,05. Para crear la formulación del sabor y el aroma se utilizaron materias primas no tradicionales procedentes de plantas que crecen en Ucrania.

Palabras clave: aceites esenciales, composición de sabor y aroma, embutidos cocidos, materias primas vegetales.

ABSTRACT

Sausages and other boiled sausage products are in demand among consumers and are appropriate from the point of view of production technology. It is rational to use multifunctional food additives, which are mixtures of flavor and functional ingredients. These additives increase the stability of minced meat emulsions, improve the consistency, and stabilize the color of sausages. It is widely practiced to use raw materials of plant origin in the formulations of these additives: flour, extruded cereals, essential oils, etc. The research carried out made it possible to create a formulation for a multifunctional additive for the production of frankfurters containing (kg per 100 kg of minced meat): extruded cereal (wheat or corn) – 2.4; flavor composition – 0.25; phosphates – 0.3; ascorbic acid – 0.05. To create the formula for the flavor composition, non-traditional raw materials from plants growing in Ukraine were used.

Keywords: essential oils, flavor composition, boiled sausage products, vegetable raw materials.

INTRODUCCIÓN

Las salchichas cocidas son el tipo más popular de producto de bolas ralladas. Desde 2018, la producción total de embutidos fue de 248 mil toneladas, de las cuales 168 mil toneladas fueron salchichas cocidas, salchichas, salchichas, panes de carne y otros productos de este grupo (Kovalenko et al., 2020). Junto con la demanda estable en el mercado, un factor importante para la inclusión de embutidos cocidos en el programa de producción de las empresas procesadoras de carne es su aceptabilidad tecnológica, es decir, la posibilidad de combinar la composición y utilizar nuevos ingredientes sin comprometer la calidad y la seguridad alimentaria del producto (Holdorov et al., 2023). Esto también se aplica a los aditivos alimentarios multifuncionales, que son mezclas de ingredientes funcionales, aromáticos y de sabor especialmente seleccionados (Zheplinska et al., 2022). Su uso aumenta la estabilidad de las emulsiones de carne picada, reduce la probabilidad de formación de zonas de caldo y grasa, mejora la consistencia, reduce las pérdidas durante el tratamiento térmico, estabiliza el color y aumenta el rendimiento de los productos terminados (Strashynskyi et al., 2021). por lo tanto, se debe prestar la debida atención al

desarrollo y producción de aditivos multifuncionales (Mohebi et al., 2023). Ejemplos de aditivos multifuncionales son los aditivos que tienen un efecto complejo sobre el contenido de nitritos y el color de las salchichas (Ferysiuk & Wójciak, 2018), sobre el color y las propiedades antioxidantes (Seo et al., 2021), sobre el color, las propiedades antibacterianas y antioxidantes (Baldin et al., 2018). El uso de extractos de plantas (Baldin et al., 2018) y aceites esenciales en suplementos multifuncionales se ha vuelto común. Se trata de orégano, romero, albahaca, cilantro, comino, canela, menta, salvia, lavanda, mirto, abeto y eucalipto utilizados como alternativas a los aditivos químicos convencionales (Patel, 2015). Los aditivos vegetales son fundamentales en cuanto a proporcionar las propiedades funcionales de los embutidos (Galanajis, 2021; Osorio et al., 2022).

La creación de nuevos productos cárnicos combinados basados en la combinación de carne cruda con aditivos proteicos de origen vegetal es una de las formas efectivas de solucionar el problema del uso racional de los recursos proteicos, regulando sus propiedades y reduciendo su coste. A diferencia de los utilizados tradicionalmente en la producción de

embutidos, principalmente como rellenos, almidón y harina, los aditivos alimentarios funcionales deberían desempeñar un nuevo papel en la carne picada: emulsionantes, aglutinantes y sustancias formadoras de estructuras y proporcionar un aumento significativo de los recursos cárnicos sin reducir la calidad de productos.

Una de las direcciones prometedoras para crear tecnologías eficaces para productos cárnicos es el uso de polisacáridos alimentarios en su producción. La introducción de carbohidratos de alto peso molecular en la formulación permite un efecto específico en la formación de estructuras de los sistemas, aumenta su estabilidad cuando se exponen a factores tecnológicos que ayudan a reducir la pérdida de peso durante el tratamiento térmico y el almacenamiento refrigerado. Los polímeros alimentarios tienen un efecto positivo en los procesos de digestión y eliminación del colesterol y sustancias tóxicas del organismo. Debido a su capacidad gelificante y emulsionante, los polisacáridos alimentarios influyen en la formación de estructuras de los sistemas y ayudan a reducir las pérdidas durante el tratamiento térmico y el almacenamiento de productos cárnicos (Jarno, 2022).

Los ingredientes valiosos de los aditivos multifuncionales son el trigo extruido (Bobade et al., 2024), el maíz (Raleng et al., 2022) y otros cereales.

La mejora de las características de calidad de la carne picada se ve facilitada por aditivos producidos en varios países, que contienen, junto con agentes auxiliares, generalmente añadidos por separado, y fosfatos. La introducción de fosfatos en los productos cárnicos tiene numerosas ventajas tecnológicas. Estas sustancias aumentan la capacidad de retención de agua y emulsión de las proteínas del tejido muscular, reducen la velocidad de los procesos oxidativos en la carne y los productos cárnicos, participan en la formación del color de los productos cárnicos y tienen cierto efecto conservante. Así, ayudan a mantener la homogeneidad del producto y alargar la vida útil (Jarno, 2022). Sin embargo, se sabe que los fosfatos inorgánicos son perjudiciales para los humanos, por lo que se considera que varios ingredientes reemplazan dichos fosfatos: ingredientes de origen vegetal (por ejemplo, almidones, fibras o semillas), ingredientes de hongos (por ejemplo, hongos y extractos de hongos), ingredientes de algas, ingredientes de origen animal (p. ej., carne/mariscos, lácteos o huevos),

minerales y otros compuestos inorgánicos (Molina et al., 2023).

Los aceites vegetales no sólo son ingredientes importantes en términos de tecnología de embutidos, sino que también son beneficiosos para la salud humana (Tian et al., 2023). Como ingrediente en aditivos multifuncionales para embutidos se utiliza una variedad de materiales vegetales con un contenido significativo de grasas vegetales (Borsolyuk & Verbytskyi, 2023). Por ejemplo, la harina de linaza es rica en proteínas completas, fibra dietética, minerales y vitaminas (Sharma et al., 2014). La harina de linaza es importante en términos de aportar fibra al organismo (su contenido alcanza hasta el 30%), ácidos grasos poliinsaturados (ω -3 y ω -6), proteínas vegetales (contenido hasta el 50%), vitaminas B1, B2, B6, ácido fólico, antioxidantes, así como microelementos como potasio, magnesio y zinc. La inclusión de harina de linaza en la composición del producto cárnico picado permite aumentar su capacidad de retención de agua, mejorar la aceptabilidad organoléptica y las características estructurales y mecánicas: dureza, cohesión y elasticidad. La adición de harina de linaza en una cantidad del 1%, que resultó óptima en las condiciones

de investigación, mejoró significativamente la capacidad de almacenamiento del producto. En consecuencia, la adición de harina de linaza al producto de carne picada tuvo un efecto positivo tanto a nivel tecnológico como económico (Borsolyuk et al., 2017).

La harina baja en grasa con mayor capacidad de retención de grasa es más aceptable para su inclusión en productos alimenticios; en particular, esto se aplica a la harina de maíz. Este ingrediente es uno de esos polisacáridos que tienen un efecto positivo sobre la capacidad de retención de agua y grasa de los productos cárnicos picados. La harina de maíz contiene un 8,3% de proteínas, un 59,8% de almidón y un 4,85% de lípidos, además de aminoácidos esenciales: 3000 mg/100 g de producto. Los profesionales creen que la fracción de masa óptima de harina de maíz en las recetas es del 6% para lograr propiedades funcionales y tecnológicas óptimas de la carne picada (Borsolyuk et al., 2017). Los ingredientes alimentarios ricos en grasas pueden ser las semillas de muchas plantas, como la soja, el maní, la colza, la semilla de girasol, la semilla de sésamo, la semilla de chía, etc. (Zhang et al., 2023), que se pueden utilizar en salchichas cocidas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el estudio se utilizaron productos de origen vegetal: cereales extrusionados (sémola y maíz), harina de soja de dos fabricantes, concentrado de proteína de soja de dos fabricantes, aislado de soja, componentes aromatizantes y aromáticos, aditivos funcionales desarrollados, frankfurters Molochni (“con leche” en ucraniano) embutidos lácteos elaborados con los nuevos aditivos alimentarios.

En una primera etapa del trabajo se realizó la selección de componentes para la obtención de aditivos multifuncionales mediante el estudio de sus indicadores, así como la compatibilidad con la carne cruda. Luego, mediante experimentos modelo, se determinaron las variantes de las proporciones de los componentes, el nivel y las condiciones de su adición a los frankfurters Molochni. El criterio principal para determinar el nivel de aditivos alimentarios fueron los siguientes indicadores sensoriales y reológicos.

A partir de los resultados del trabajo realizado se elaboraron recetas y se desarrolló una tecnología para la producción de aditivos alimentarios funcionales, así como embutidos a partir de ellos.

Métodos de investigación

La capacidad de hinchamiento de las muestras de harina se determinó manteniendo una suspensión acuosa al 1% en un cilindro graduado durante un día a una temperatura de 18 a 20 °C.

El hinchamiento se evaluó como la cantidad máxima de agua que un objeto puede absorber y retener hasta el equilibrio dinámico, en relación con el peso de la muestra.

El nivel de hidratación de las muestras de harina se determinó mediante la cantidad de agua unida (relación producto: agua).

La capacidad de retención de agua (CRA) y grasa (CRG) de las muestras de harina se determinó mediante el método Schoch con la adición de agua (para CRA) o grasa (para CRG), manteniéndolas en un baño de agua y posterior centrifugación durante 15 minutos a 6000 rpm.

La capacidad de formación de gel se determinó por la calidad del gel obtenido después de calentar el producto hidratado a 72 °C y posterior enfriamiento.

La concentración de iones de hidrógeno (pH) se determinó potenciométricamente.

La composición química se determinó mediante métodos de laboratorio conocidos: proteínas, según el método Kjeldahl; agua – secando la muestra hasta peso constante a 105 °C; grasa – según el método Soxhlet; ceniza – por mineralización seca en un horno de mufla; carbohidratos – por diferencia [100 – (proteína+agua+ceniza+grasa)].

La composición de aminoácidos de las proteínas de la harina se estudió según (International, 2005). Los aminoácidos se separaron mediante cromatografía de intercambio iónico, se hicieron reaccionar con ninhidrina y el contenido de aminoácidos se determinó mediante el método fotométrico (longitud de onda 570 nm).

La fracción másica de triptófano se determinó según el método de G. Fische.

La digestibilidad de las proteínas in vitro se determinó según la Norma Nacional de Ucrania (DSTU 7964, 2015).

Las propiedades reológicas de los productos cárnicos se estudiaron con el

uso de la máquina de prueba universal CMT2503 (Shenzhen SANS Testing Machine Co., PRC).

Los indicadores organolépticos se evaluaron en una escala de cinco puntos.

Los parámetros microbiológicos se determinaron según la Norma Nacional de Ucrania (DSTU 4436, 2005).

Análisis estadístico

Los resultados de los estudios fueron procesados estadísticamente utilizando el paquete de software Microsoft® Office Excel 2003.

Los experimentos se repitieron tres veces. Los resultados se consideraron significativos con un nivel de confianza de $P < 0,05$. El procesamiento gráfico de los resultados se realizó utilizando el paquete de software Microsoft® Office Excel 2003.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Partiendo del hecho de que un aditivo multifuncional es una mezcla de múltiples componentes, se trabajó en la determinación de los componentes que lo

componen, principalmente en la selección de la base de este aditivo. Para ello, teniendo en cuenta la información bibliográfica disponible, estudiamos los

siguientes productos ucranianos de origen vegetal: cereales extruidos (maíz, sémola), harina de soja y concentrado de proteína de soja obtenidos por extrusión en la empresa Agroprod, así como productos de soja de ADM (EE.UU.): harina de soja, concentrado de proteína de soja (CPS) Arcon® S, aislados de proteína de soja (APS) ProFam® 646 y ProFam® 974.

Las tablas 1 y 2 muestran los indicadores funcionales y tecnológicos de los

productos. Como se desprende de los datos obtenidos, para la sémola de maíz extruida el hinchamiento es del 25%, para la sémola extruida esta cifra es mayor (45%), para la sémola ordinaria es 0 (Tabla 2). En la tabla, CAA es la capacidad de absorber agua, CAG es la capacidad de absorber grasa.

Tabla 1. Indicadores funcionales y tecnológicos

Materias primas de origen vegetal	Hinchabilidad		CRA, %	CAA, %	CRG, %	CAG, %
	g/cm ³	%				
Sémola de maíz extruida	5	25	80	90	120	60
Sémola extruida	9	45	85	110	130	70
Sémola regular	0	0	-	-	-	-
Harina de soja	-	-	280	-	-	-
Aislado de proteína de soja	-	-	620	-	-	-

Tabla 2. Capacidad de formación de gel de productos a partir de materias primas de origen vegetal

Materias primas de origen vegetal	pH (solución al 1%)	Nivel de hidratación	Capacidad gelificante	
			temperatura 18-20 °C	temperatura 72 °C
Sémola de maíz extruida (Ucrania)	6.2-6.4	1:3	masa viscosa	masa más viscosa
Sémola extruida (Ucrania)	6.4-6.8	1:3	masa viscosa	masa más viscosa
Harina de soja de ADM	6,5-6.6	1:3	masa gelatinosa	gel
Harina de soja (Ucrania)	6.0-6.4	1:2.8	masa gelatinosa	gel
CPS de Agroprod	6.2-6.4	1:2.5	masa gelatinosa	gel de consistencia suelta
CPS Arcon® S de ADM	6.8-7.2	1:4	masa gelatinosa	gel de consistencia espesa
APS ProFam® 974 de ADM	6.8-7.3	1:5	masa viscosa gelatinosa	gel de consistencia muy espesa
APS ProFam® 696 de ADM	6.3-6.7	1:4	masa viscosa gelatinosa	gel de consistencia espesa

La CRA es menor para los cereales extruidos que para los productos de soja, lo que se explica por el diferente contenido de proteínas (Tabla 3). Una

característica de las proteínas de soja es la capacidad de formar geles cuando se calientan (Tabla 2).

Tabla 3. Composición química de productos de origen vegetal.

Fracción de masa, %	Sémola extruida		CPS Arcon® S	APS ProFam® 696	APS ProFam® 974	CPS de Agroprod	Harina de soja	
	maíz	trigo					ADM	Ucrania
Agua	14.0	14.0	8	6.5	6.5	10.0	8.0	10.0
Proteína	10.4	11.8	70	90.0	90.0	42.0	54.0	35.0
Grasa	1.2	1.1	1	1.0	1.0	16.0	-	-
Carbohidratos	73.2	72.1	-	-	-	-	-	-
Ceniza	1.2	1.0	5	5.0	5.0	6.0	-	-

Como han demostrado los estudios, la adición de cereales extruidos provocó un aumento en CAA y CRA de la carne picada, lo que obviamente se debe a la presencia de almidón en ellos, cuyo papel aumentó después del tratamiento térmico en la retención de agua. Cabe destacar que los polisacáridos no solo retienen la agua, sino que también interactúan con las proteínas. Esto, aparentemente, se ve facilitado por el procesamiento de

extrusión de cereales, como resultado de lo cual se modifica la estructura de los biopolímeros de las materias primas nativas. La alta temperatura y la acción mecánica provocan la desnaturalización de las proteínas de los materiales vegetales, aumenta la cantidad de polipéptidos y aminoácidos libres.

El contenido de aminoácidos esenciales en productos de origen vegetal se da en la Tabla 4.

Tabla 4. Contenido de aminoácidos esenciales (% de proteína)

Aminoácidos	Estándar de FAO/OMS	Carne bovina	Sémola extruida		CPS Arcon® S	APS ProFam® 974	Harina de soja (ADM)
			maíz	trigo			
Isoleucina	4.0	4.3	3.2	3.9	4.8	4.8	4.6
Leucina	7.0	8.3	12.4	7.0	8.1	7.8	7.6
Lisina	5.5	8.1	3.1	2.2	6.1	6.4	6.2
Metionina +Cistina	3.5	2.5	1.2	1.4	1.3	1.3	1.2
Fenilalanina	6.0	4.3	5.0	4.7	4.9	5.1	5.0
Triptófano	1.0	1.2	0.8	1.0	1.1	1.3	1.0
Treonina	4.0	4.3	2.9	2.7	4.0	4.4	4.1
Valina	5.0	5.6	4.7	4.3	5.3	4.9	4.7

Como se desprende de la Tabla 4, la proteína de los cereales extruidos contiene todos los aminoácidos esenciales. Sin embargo, como todos los cultivos de cereales, se caracteriza por la presencia de aminoácidos limitantes como lisina (57 y 40%), treonina (72 y 68%) y metionina (35 y 40%), que es limitante y en la soja proteína.

La producción experimental preliminar de embutidos con los productos de origen vegetal antes mencionados permitió obtener embutidos según indicadores organolépticos (consistencia, apariencia) que cumplen con los requisitos de dichos productos.

Teniendo en cuenta la viabilidad económica y la disponibilidad de recursos de las materias primas, en trabajos posteriores sobre la creación de aditivos

multifuncionales, se utilizaron como base materias primas nacionales: cereales extruidos: maíz y sémola, previamente estudiados.

Los aditivos funcionales utilizados en la tecnología moderna para la producción de productos cárnicos contienen componentes que tradicionalmente se utilizan por separado. Estos incluyen especias que dan forma al sabor y aroma del producto terminado. La obra utiliza especias obtenidas de plantas que crecen en Ucrania y que forman un aroma y un aroma característicos de los Frankfurters. A la hora de seleccionar los aceites esenciales para las composiciones, partimos de la identidad de la composición de los aceites esenciales de plantas aromáticas y especias tradicionales, lo que asegura su similitud en sabor y olor (Tabla 5).

Tabla 5. Principales componentes de los aceites esenciales de plantas aromáticas y especias tradicionales

<i>Plantas aromáticas y especias</i>	<i>Componentes de aceites esenciales</i>
Albahaca de clavo (<i>Ocimum gratissimum</i>)	eugenol, linalol
Cilantro (<i>Coriándrum sátivum</i>)	ninene, linalol
Esclarea (<i>Salvia sclarea</i>)	linalol, eugenol
Laurel (<i>Laurus nobilis</i>)	ninene, sabinene
Hisopo (<i>Hyssopus officinalis</i>)	ninene
Tagetes (<i>Tagetes erecta</i>)	limonene, sabinene
Ajenjo de limón (<i>Artemisia abrotanum</i>)	linalol
Pimienta negra (<i>Piper nigrum</i>)	ninene, limonene

Pimienta de Jamaica (<i>Pimenta dioica</i>)	eugenol
Nuez moscada (<i>Myristica</i>)	sabinene, linalol
Clavo (<i>Syzygium aromaticum</i>)	eugenol

Los aceites esenciales son volátiles; la mayoría de ellos son mezclas líquidas de sustancias orgánicas producidas por las plantas (Tabla 6).

Tabla 6. Contenido de aceites esenciales: en plantas aromáticas y especias tradicionales

<i>Plantas aromáticas y especias</i>	<i>Fracción masiva de aceites esenciales, % de materia seca</i>
Pimienta negra (<i>Piper nigrum</i>)	0.8
Pimienta de Jamaica (<i>Pimenta dioica</i>)	1.5
Nuez moscada (<i>Myristica</i>)	9.0
Albahaca de clavo (<i>Ocimum gratissimum</i>)	0.6
Tagetes (<i>Tagetes erecta</i>)	1.5
Esclarea (<i>Salvia sclarea</i>)	1.9
Cilantro (<i>Coriándrum sáativum</i>)	0.6
Laurel (<i>Laurus nobilis</i>)	4.6
Hisopo (<i>Hyssopus officinalis</i>)	0.75
Ajenjo de limón (<i>Artemisia abrotanum</i>)	2.0

Los aceites esenciales de muchas plantas aromáticas (laurel, hisopo, albahaca) se caracterizan por una actividad antagonista contra microorganismos patógenos y condicionalmente patógenos, lo que permite mejorar la calidad del producto terminado y aumentar su vida útil.

El método desarrollado durante el trabajo para la producción de composiciones aromatizantes y aromáticas para productos cárnicos consiste en mezclar un portador combinado y pimiento rojo

picante, agregando una mezcla de aceites esenciales de cilantro, laurel y albahaca con agitación periódica de la mezcla, que difiere en que el portador combinado contiene sal y glucosa, y la composición de la mezcla de aceites esenciales incluye además aceites esenciales de salvia, hisopo, ajeno limón y caléndula, y los componentes de la composición se utilizan en una proporción determinada.

Para las salchichas, se ha desarrollado una receta para una composición aromática y aromatizante que contiene

aceites esenciales (l por 100 kg de composición): cilantro - 0,70; laurel o hisopo - 0,18; salvia - 0,18; ajeno limón - 0,18; albahaca - 0,29, así como otros ingredientes (kg por 100 kg de composición): sal de mesa - 28,01; glucosa cristalina - 58,80; pimiento rojo molido - 11,77.

Como estabilizadores de la estructura, además de los aditivos de origen vegetal, se utilizaron fosfatos: tripolifosfato de sodio, trifosfato de sodio o una mezcla de estos dos fosfatos en una proporción de 85:15. Se utilizó ácido ascórbico como estabilizador del color.

Mediante un estudio industrial piloto se determinó la formulación de un aditivo funcional para la elaboración de salchichas (kg por 100 kg de carne picada): cereal extruido (trigo o maíz) - 2,4; composición de sabor y aroma - 0,25; fosfatos - 0,3; ácido ascórbico - 0,05.

La adición de un 3% de aditivo (12% hidratado) a la carne picada provoca una ligera disminución de su pH, un ligero aumento de la capacidad de retención de agua y ligeros cambios en las propiedades estructurales y mecánicas de la carne picada, lo que indica la similitud de todas las muestras (Tabla 7).

Tabla 7. Propiedades funcionales-tecnológicas y estructurales-mecánicas de la carne picada con aditivos

<i>Indicadores</i>	<i>Control</i>	<i>Aditivos con granos de extrusión</i>	
		<i>trigo</i>	<i>maíz</i>
pH	5.80±0.02	5.64±0.02	5.68±0.01
Capacidad de retención de agua (% de agua total)	92.20±0.01	93.00±0.06	92.80±0.01
Esfuerzo cortante último, Pa	1200.00±5.77	1140.00±5.77	1160.00±2.89
Fuerza adhesivo-cohesiva, Pa	800.00±2.08	760.00±2.65	770.00±2.52

La calidad de las salchichas producidas con 12-15% de aditivos funcionales hidratados (1:3 y 1:4) en condiciones industriales se juzgó por indicadores organolépticos, capacidad de retención de agua y rendimiento del producto terminado. Las tablas 8 y 9 muestran las

recetas y composición química de frankfurters Molochni estudiados.

Tabla 8. Recetas de frankfurters

<i>Materia cruda</i>	<i>Frankfurters Molochni</i>		
	<i>Control</i>	<i>Experimento 1</i>	<i>Experimento 2</i>
Carne bovina	63	48	51
Carne porcina grasa	35	35	35
Huevos	2	2	2
Aditivo con sémola extruida	-	3	-
Aditivo con maíz extruido	-	-	3
Agua (para hidratación)	-	12	9

Tabla 9. Composición química de los productos.

<i>Indicadores</i>	<i>Frankfurters Molochni</i>		
	<i>Control</i>	<i>Experimento 1</i>	<i>Experimento 2</i>
Agua	64.6	65.0	65.2
Proteína	12.0	10.8	10.4
Grasa	22.0	20.9	20.7
Ceniza	1.4	1.6	1.7
Carbohidratos	-	1.7	2.0

La Tabla 9 muestra que cuando se agrega un aditivo funcional en lugar del 12-15% de la carne de res, se produce cierta redistribución de las fracciones masivas de agua, proteínas y grasas, lo que se explica por la diferencia en la composición química de la carne cruda y los alimentos aditivos. Los prototipos se caracterizan por la presencia de carbohidratos.

La calidad de los productos embutidos (consistencia) se caracterizó por sus propiedades estructurales y mecánicas.

Las propiedades de resistencia de las salchichas se caracterizaron mediante el

método de penetración. Los principales indicadores de las propiedades de penetración: esfuerzo cortante (Θ_{cor}) y trabajo de corte (A_{cor}). Determinamos las propiedades de deformación que caracterizan el comportamiento del volumen del producto durante la aplicación de fuerza: deformación elástica instantánea (K_{el}) y período de relajación (τ) (Tabla 10).

Tabla 10. Características de frankfurters

Indicadores	Control	Experimento	
		1	2
Esfuerzo cortante, Θ_{cor} : 10^3 , N/m ²	39.20±0.18	38.30±0.15	38.60±0.15
Trabajo de corte, A_{cor} , J/m ²	300.00±0.57	284.50±0.45	288.20±0.24
Deformación elástica instantánea K_{el} , %	70.00±0.70	64.00±0.71	65.00±0.02
Período de relajación, τ , s	45.00±0.30	50.00±0.31	65.00±0.42
Agua ligada, % del producto	40.20±0.17	41.00±0.18	40.80±0.12
Rendimiento del producto, %	118	120	119

La disminución observada en la tensión de corte y el trabajo de corte, un aumento en el período de relajación indica una disminución en las propiedades de resistencia, aparentemente asociada con una disminución en la proporción de proteínas miofibrilares en las muestras de prueba. Un análisis de la tabla muestra que el nivel de sustitución de las materias primas cárnicas afecta de alguna manera

un indicador tecnológico como la capacidad de retención de agua, que determina el rendimiento del producto y su estructura.

El valor biológico de los productos embutidos estuvo determinado por la capacidad de descomponer proteínas bajo la acción de las enzimas gastrointestinales pepsina y pancreatina (Tabla 11).

Tabla 11 - Digestibilidad de proteínas in vitro (mg tirosina / 1 g proteína)

<i>Frankfurters Molochni</i>	<i>Pepsina</i>	<i>Pancreatina</i>	<i>Total</i>
Control (sin aditivo)	10.2±0.21	11.5±0.29	21.7±0.22
Experimento (aditivo hidratado al 15%)	10.1±0.20	11.4±0.21	21.2±0.14

Como se desprende de los datos de la tabla, la atacabilidad de las proteínas por las enzimas gastrointestinales es casi la misma en las muestras de control y de prueba. Una ligera disminución en el experimento se produce, aparentemente, debido al almidón.

Para determinar el valor biológico de las proteínas, el contenido de aminoácidos esenciales también es un indicador importante (Tabla 12). Las muestras estudiadas contienen todos los aminoácidos esenciales; hay una ligera deficiencia de varios aminoácidos.

Tabla 12. Contenido de aminoácidos esenciales (% de proteína)

Proteína	Isoleucina	Leucina	Lisina	Metionina + Cistina	Treonina	Triptófano	Fenilalanina + Tirosina	Valina
Estándar de FAO/OMS	4.00±0.04	7.00±0.04	5.50±0.11	3.5±0.03	4.00±0.10	1.00±0.04	6.00±0.06	5.00±0.06
Frankfurters Molochni	4.20±0.01	9.40±0.16	5.80±0.05	2.9±0.08	3.60±0.05	0.90±0.01	8.50±0.06	5.80±0.03
Puntaje, %	105	134	105	83	90	90	140	116

Analizando los datos de los estudios bacteriológicos, podemos concluir que la contaminación microbiana de las salchichas experimentales no superó la contaminación de la muestra de control antes y después del almacenamiento ($5,4 \cdot 10^2$ – $7,4 \cdot 10^2$ microorganismos por 1 g de producto).

Las salchichas tenían un color rosado, un sabor agradable, un pronunciado aroma a especias, sin ningún olor ni sabor extraño. Cumplían en todos los aspectos los requisitos de la Norma Nacional de Ucrania (DSTU 4436:2005) para frankfurters

.CONCLUSIONES

Como resultado de los estudios de los indicadores de calidad de los productos elaborados a partir de materias primas de origen vegetal, se determinaron su compatibilidad con la carne cruda y los principales componentes de los aditivos funcionales.

Se seleccionaron y establecieron experimentalmente las proporciones de los componentes constituyentes de los aditivos funcionales, incluidas las materias primas vegetales nacionales: cereales extruidos (sémola, maíz), composiciones aromatizantes y aromáticas, así como

estabilizadores de estructura (fosfatos) y colorantes (ácido ascórbico).

Se ha desarrollado una tecnología para la producción de aditivos funcionales y salchichas que los utilizan. Se ha estudiado su calidad.

Se ha establecido que el uso de aditivos funcionales a partir de materias primas nacionales de origen vegetal en la producción de embutidos permite importar especias de plantas que crecen en Ucrania.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Baldin, J. C., Munekata, P. E., Michelin, E. C., Polizer, Y. J., Silva, P. M., Canan, T. M., ... & Trindade, M. A. (2018). Effect of microencapsulated Jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) extract on quality and storage stability of mortadella sausage. *Food Research International*, 108, 551-557. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.076>.
- Bobade, H., Kaur, H., & Yadav, D. N. (2024). Application of Wheat and Its Constituents in Diverse Functional Food Products. In *Wheat Science* (pp. 339-372). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003307938>.
- Borsolyuk, L., Voitsekhivska, L., Verbytskyi, S., Lyzova, V. (2017). Research of physical, chemical and technological parameters of plant raw materials in formulations of functional pates. *Food Resources*, 9, 126-135. <https://iprjournal.kyiv.ua/index.php/pr/article/view/201>
- Borsolyuk, L., & Verbytskyi, S. (2023). Scientific basics to develop functional meat pâtés. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 27(3), 71-79. <https://doi.org/10.56407/bs.agrarian/3.2023.71>.
- DSTU 4436:2005 Boiled sausages, frankfurters, sardellas, meat loaves. General specifications. (2006). National Standard of Ukraine, Kyiv, Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 36 p. https://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY2/dsty_4436-2005.pdf
- DSTU 7964:2015 Feeds for agricultural animals. In vitro degradability determinations method. (2017). National Standard of Ukraine, Kyiv, DP "UkrNDNTs", 8 p.
- Ferysiuk, K., & Wójciak, M. K. (2018). Reduce the use of nitrates and nitrites as a new trend in meat technology. *Badania i Rozwój Młodych Naukowców w Polsce*, 21.
- Galanakis, C. M. (2021). Functionality of food components and emerging technologies. *Foods*, 10, 128. <https://doi.org/10.3390/foods10010128>.
- Holdorov, B., Kobilova, G., & Yusupova, N. (2023). Study of the physicochemical and morphological characteristics of modified potato starch for use in the food industry. *Universum: Technical Sciences : Electronic Scientific Journal*, (6-3 (111)), 15-17, URL:

<https://7universum.com/ru/tech/archive/item/5700>.

International Organization for Standardization. (2005). ISO 13903: 2005: animal feeding stuffs: determination of amino acids content.

<https://www.iso.org/standard/37258.html>

Jarno, J. (2022). Analysis of food additives in the production of sausages. *Annals of the University of Craiova-Agriculture Montanology Cadastre Series*, 52(1), 218-223.

<https://doi.org/10.52846/aamc.v52i1.133>

[6](#)

Kovalenko, O., Verbytskyi, S., Yashchenko, L., & Lysenko, H. (2020). Peculiarities of technical means of meat processing industry in Ukraine. *The Scientific Journal of Cahul State University "Bogdan Petriceicu Hasdeu" Economic and Engineering Studies*, 7(1), 66-72.

Mohebi, E., Abbasvali, M., & Shahbazi, Y. (2023). Development of biomaterials based on chitosan-gelatin nanofibers encapsulated with *Ziziphora clinopodioides* essential oil and *Heracleum persicum* extract for extending the shelf-life of vacuum-cooked beef sausages. *International Journal of Biological Macromolecules*,

127258.

<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.127258>.

Molina, R. E., Bohrer, B. M., & Mejia, S. M. V. (2023). Phosphate alternatives for meat processing and challenges for the industry: a critical review. *Food Research International*,

112624.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112624>.

Osorio, L. J. R., López, A. V., Villagrán, Z., Esparza, L. M. A. (2022). Residuos alimenticios: fuente de componentes bioactivos para la elaboración de alimentos funcionales. *Acta de Ciencia en Salud*, 16, 17-26.

<https://doi.org/10.32870/acs.v0i16.108>.

Patel, S. (2015). Plant essential oils and allied volatile fractions as multifunctional additives in meat and fish-based food products: a review. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 32(7), 1049-1064.

<https://doi.org/10.1080/19440049.2015.1040081>.

Raleng, A., Singh, N. J., Chavan, P., & Attkan, A. K. (2022). Opportunities in valorisation of industrial food waste into extruded snack products – A review. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 92(10), 1167-1174.

- <https://doi.org/10.56093/ijas.v92i10.1134>
[87](#) .
- Seo, J. K., Parvin, R., Park, J., & Yang, H. S. (2021). Utilization of astaxanthin as a synthetic antioxidant replacement for emulsified sausages. *Antioxidants*, 10(3), 407.
<https://doi.org/10.3390/antiox10030407> .
- Sharma, H., Sharma, B. D., Mendiratta, S. K., Talukder, S., & Ramasamy, G. (2014). Efficacy of flaxseed flour as bind enhancing agent on the quality of extended restructured mutton chops. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 27(2), 247.
<http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2013.1331>
[9](#) .
- Strashynskiy, I. M., Marynin, A. I., & Omelchenko, M. H. (2021, February). The using of emulgators in the composition of complex food additives in the technology of meat products. In *The 3rd International scientific and practical conference "European scientific discussions" (February 1-3, 2021) Potere della ragione Editore, Rome, Italy*. 2021. 800 p. (p. 202).
- Tian, M., Bai, Y., Tian, H., & Zhao, X. (2023). The Chemical Composition and Health-Promoting Benefits of Vegetable Oils – A Review. *Molecules*, 28(17), 6393.
<https://doi.org/10.3390/molecules28176393> .
- Zhang, M., Wang, O., Cai, S., Zhao, L., & Zhao, L. (2023). Composition, functional properties, health benefits and applications of oilseed proteins: A systematic review. *Food Research International*, 113061.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113061> .
- Zheplinska, M., Vasylyv, V., Deviatko, O., Ulianko, S., & Kanivets, N. (2022). Research of Wheat Fiber with Pumpkin Pectin Plant Additive. In *Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange* (pp. 237-246). Cham: Springer International Publishing
https://doi.org/10.1007/978-3-031-06044-1_23.