

*А.В. Мелещенко, к.э.н., доцент, И.В. Калтович, к.т.н., доцент, Г.П. Пинчук
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВА КУЛИНАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СМЕСЕЙ И ЭМУЛЬСИЙ ДЛЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*A. Meliaschenya, I. Kaltovich, G. Pinchuk
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

DETERMINATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF CULINARY PRODUCTS PRODUCTION USING MIXTURES AND EMULSIONS FOR ADDITIVE TECHNOLOGIES

e-mail: aleksmel@tut.by, irina.kaltovich@inbox.ru, gripin_2503@mail.ru

В статье представлены результаты исследований по определению рациональных технологических параметров производства кулинарных изделий с использованием сухих смесей и эмульсий на основе сырья животного происхождения для аддитивных технологий. Установлено, что при изготовлении изделий с использованием смесей и эмульсий на основе мяса цыплят-бройлеров, а также комбинации мяса цыплят-бройлеров и свинины, свинины и говядины (соотношение 1:1) рациональная высота слоя, позволяющая обеспечить устойчивость и сохранность формы изделия (при фиксированном диаметре отверстия кулинарного шприца – 7 мм и оптимальной длине слоя - 100 мм), составляет от 14–21 мм (при ширине слоя 7 мм) до 133–154 мм (при ширине слоя 98 мм), что позволяет обеспечить улучшенные структурно-механические (ПНС – 1090,7–1099,9 Па) и функционально-технологические показатели данных изделий (ВУС – 92,7–97,5%). Определена рациональная последовательность внесения и продолжительность куттерования основного и вспомогательного сырья для изготовления эмульсий, продолжительность составления (3 минуты), степень гидратации (1:2 – 1:3) и температура воды для восстановления сухих смесей (60±1°C), что позволило разработать технологическую схему производства кулинарных изделий на основе эмульсий и сухих смесей с использованием аддитивных технологий.

Ключевые слова: кулинарные изделия; сухие смеси; эмульсии; мясо цыплят-бройлеров; свинина; говядина; длина, ширина и высота слоя; последовательность внесения;

The article presents the results of research on the determination of rational technological parameters for the production of culinary products using dry mixtures and emulsions based on animal raw materials for additive technologies. It was found that when making products using mixtures and emulsions based on broiler chicken meat, as well as a combination of broiler chicken meat and pork, pork and beef (ratio 1:1) rational height of the layer, which makes it possible to ensure stability and safety of the product shape (with a fixed diameter of the opening of the culinary syringe – 7 mm and the optimal length of the layer - 100 mm), is from 14–21 mm (with a layer width of 7 mm) and up to 133–154 mm (with a layer width of 98 mm), which allows for improved structural and mechanical (SSL – 1090.7–1099.9 Pa) and functional and technological indicators of these products (WHC – 92.7–97.5%). The rational sequence of application and the duration of chopping of the main and auxiliary raw materials for the manufacture of emulsions, the duration of preparation (3 minutes), the degree of hydration (1:2 – 1:3) and the temperature of water for the reduction of dry mixtures (60±1°C) were established, which made it possible to develop technological schemes for the production of culinary products using additive technologies.

Keywords: culinary products; dry mixtures; emulsions; broiler chicken meat; pork; beef; length, width and height of the layer; application sequence;

продолжительность куттерования эмульсий;
продолжительность составления сухих смесей;
степень гидратации; температура воды;
предельное напряжение сдвига;
влагоудерживающая способность.

chopping duration; duration of dry mixtures; degree
of hydration; water temperature; shear stress limit;
water holding capacity.

Введение. В настоящее время достижения научно-технического прогресса получили широкое развитие в различных отраслях производства. Использование достижений фундаментальных исследований привело к разработке новых машин и аппаратов, технологий, методов и способов создания продукции, повсеместному использованию революционных идей в обычной жизни [1–5].

Одним из современных прикладных направлений в развитии общества является 3D-печать (3D-printing, 3DP), которая представляет собой процесс производства посредством сбора слоев исходного материала для создания трехмерного физического объекта из его цифровой модели. 3D-печать заключается в послойном формировании изделий с помощью специальных устройств – 3D-принтеров. Достоинством данных технологий является возможность быстрого и относительно недорогого изготовления сложнейших конструкций по индивидуальным проектам. Это достоинство имеет важное значение и для пищевой промышленности [6–9].

Технологии 3D-печати существуют более 20 лет и в настоящее время широко используются в США и Западной Европе. На сегодняшний день использование аддитивных технологий для пищевой промышленности Республики Беларусь также представляет значительный интерес [10–13]. Специалистами РУП «Институт мясо-молочной промышленности» разработаны сухие смеси и эмульсии на основе мяса цыплят-бройлеров, а также комбинации мяса цыплят-бройлеров и свинины, свинины и говядины (соотношение 1:1) для изготовления мясных продуктов с использованием аддитивных технологий. Следовательно, достаточно актуальным вопросом является определение рациональных технологических параметров производства изделий на основе разработанных смесей и эмульсий, что позволит обеспечить развитие инновационного направления мясоперерабатывающей промышленности Республики Беларусь – изготовление оригинальных мясных продуктов с использованием 3d-технологий.

Цель исследований – определение технологических параметров производства кулинарных изделий с использованием сухих смесей и эмульсий на основе сырья животного происхождения для аддитивных технологий.

Материалы и методы исследований. Материалы исследований – последовательность внесения и продолжительность куттерования основного и вспомогательного сырья для изготовления эмульсий, продолжительность составления, степень гидратации и температура воды для восстановления сухих смесей, параметры изготовления кулинарных изделий (длина, ширина, высота слоя) с использованием сухих смесей и эмульсий, структурно-механические и функционально-технологические показатели кулинарных изделий.

Методы исследований – стандартные методы исследований показателей качества пищевых продуктов.

Результаты и их обсуждение. В результате выполнения НИР определены рациональные параметры изготовления кулинарных изделий (длина, ширина, высота слоя) с использованием смесей и эмульсий на основе мяса цыплят-бройлеров, а также комбинации мяса цыплят-бройлеров и свинины, свинины и говядины (соотношение 1:1). При проведении исследований принята рациональная длина печати – 100 мм (на основании анализа литературных источников) и фиксированный диаметр отверстий кулинарного шприца – 7 мм. В соответствии с принятыми параметрами определена

максимально возможная высота слоя при изготовлении кулинарных изделий, обеспечивающая устойчивость и сохранность формы изделия, в зависимости от ширины слоя (от 7 до 98 мм с шагом 7 мм (диаметр отверстий кулинарного шприца)).

Установлена последовательность внесения и продолжительность куттерования основного и вспомогательного сырья для изготовления эмульсий, позволяющие обеспечить улучшенные функционально-технологические и структурно-механические показатели кулинарных изделий:

- *из мяса цыплят-бройлеров* (общая продолжительность – 4 минуты): мясо цыплят-бройлеров вареное (1 мин) → соль + вода небольшими порциями (1 мин) → структурообразующий компонент (1 мин) → специи (1 мин);

- *из мяса цыплят-бройлеров и свинины (соотношение 1:1)* (общая продолжительность – 6 минут): свинина вареная (2 мин) → мясо цыплят-бройлеров вареное (1 мин) → соль + вода небольшими порциями (1 мин) → структурообразующий компонент (1 мин) → специи (1 мин);

- *из свинины и говядины (соотношение 1:1)* (общая продолжительность – 8 минут): говядина вареная (3 мин) → свинина вареная (2 мин) → соль + вода небольшими порциями (1 мин) → структурообразующий компонент (1 мин) → специи (1 мин).

Определена рациональная продолжительность составления сухих смесей на основе мяса цыплят-бройлеров, а также комбинации мяса цыплят-бройлеров и свинины, свинины и говядины (соотношение 1:1) для изготовления кулинарных изделий с использованием аддитивных технологий (3 минуты), степень гидратации сухих смесей (1:2–1:3) и температура воды ($60 \pm 1^\circ\text{C}$), обеспечивающие оптимальные показатели качества данных изделий.

Установлено, что при изготовлении кулинарных изделий с использованием сухих смесей на основе мяса цыплят-бройлеров, а также комбинации мяса цыплят-бройлеров и свинины, свинины и говядины (соотношение 1:1) рациональной высотой слоя, позволяющей обеспечить устойчивость и сохранность формы изделия, является:

- при ширине и длине слоя 7×100 мм – до 14–21 мм;
- при ширине и длине слоя 14×100 мм – до 28–35 мм;
- при ширине и длине слоя 21×100 мм – до 42–49 мм;
- при ширине и длине слоя 28×100 мм – до 49–63 мм;
- при ширине и длине слоя 35×100 мм – до 63–77 мм;
- при ширине и длине слоя 42×100 мм – до 70–84 мм;
- при ширине и длине слоя 49×100 мм – до 77–91 мм;
- при ширине и длине слоя 56×100 мм – до 84–98 мм;
- при ширине и длине слоя 63×100 мм – до 91–105 мм;
- при ширине и длине слоя 70×100 мм – до 98–112 мм;
- при ширине и длине слоя 77×100 мм – до 105–119 мм;
- при ширине и длине слоя 84×100 мм – до 112–126 мм;
- при ширине и длине слоя 91×100 мм – до 126–140 мм;
- при ширине и длине слоя 98×100 мм – до 133–147 мм (рисунок 1).

Определено, что вышеперечисленные параметры изготовления кулинарных изделий позволяют обеспечить улучшенные функционально-технологические и структурно-механические показатели данных изделий:

- *на основе мяса цыплят-бройлеров*: предельное напряжение сдвига (ПНС) – 1089,2-1090,7 Па, влагоудерживающая способность (ВУС) – 95,3–96,1%;

- *на основе мяса цыплят-бройлеров и свинины (соотношение 1:1)*: предельное напряжение сдвига – 1095,3–1098,1 Па, влагоудерживающая способность – 92,8–93,9%;

- на основе свинины и говядины (соотношение 1:1): предельное напряжение сдвига – 1098,6–1099,7 Па, влагоудерживающая способность – 91,6–92,7%.

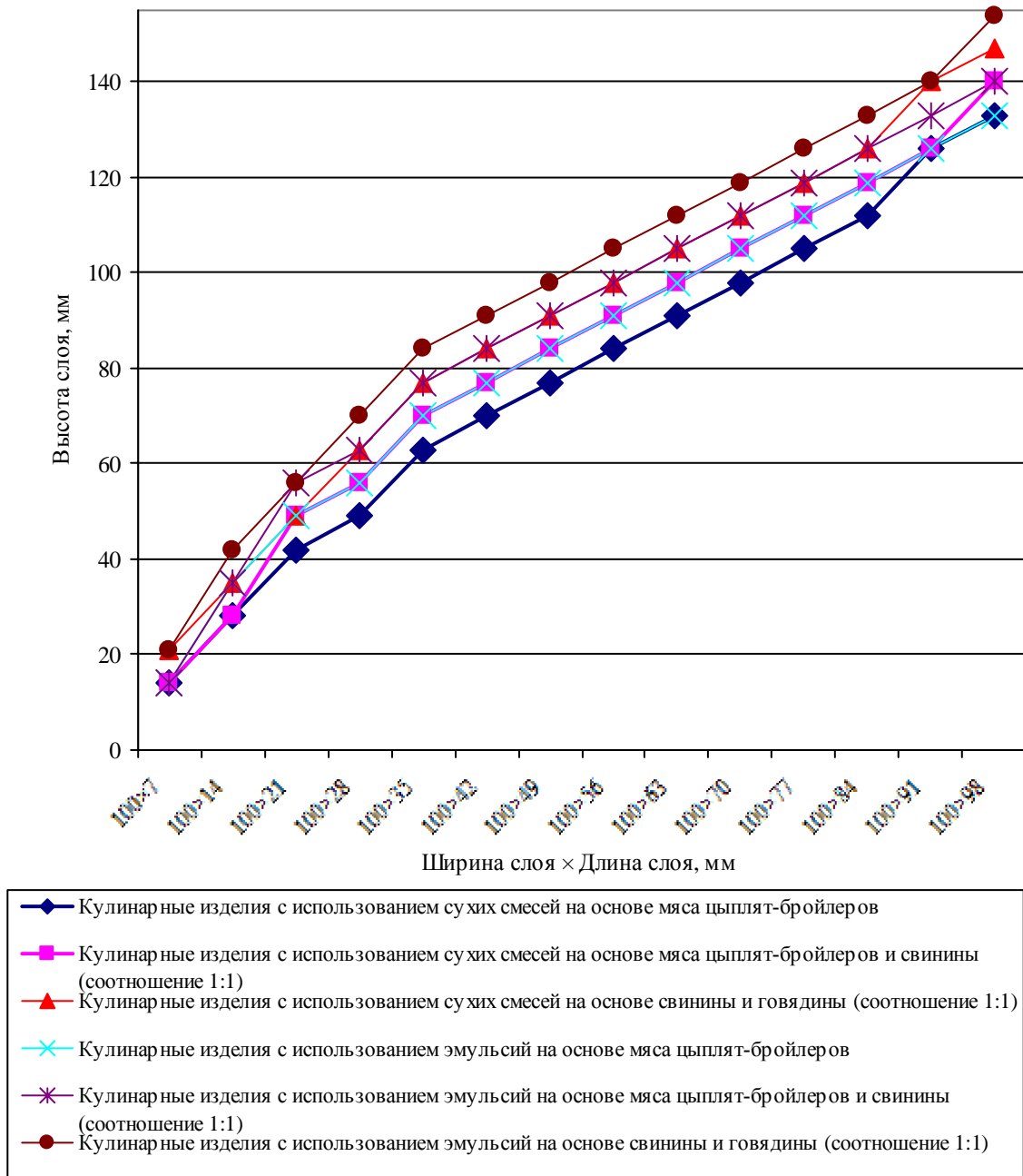


Рисунок 1 – Рациональные параметры изготовления кулинарных изделий с использованием сухих смесей и эмульсий для аддитивных технологий (при фиксированной рациональной длине слоя 100 мм)

Источник данных: собственная разработка.

В то же время использование эмульсий на основе мяса цыплят-бройлеров, а также комбинации мяса цыплят-бройлеров и свинины, свинины и говядины (в соотношениях 1:1) для изготовления кулинарных изделий позволяет обеспечить следующую рациональную высоту слоя (при фиксированной длине слоя 100 мм):

- при ширине слоя 7 мм – до 14–21 мм;
- при ширине слоя 14 мм – до 35–42 мм;
- при ширине слоя 21 мм – до 49–56 мм;
- при ширине слоя 28 мм – до 56–70 мм;
- при ширине слоя 35 мм – до 70–84 мм;

- при ширине слоя 42 мм – до 77–91 мм;
- при ширине слоя 49 мм – до 84–98 мм;
- при ширине слоя 56 мм – до 91–105 мм;
- при ширине слоя 63 мм – до 98–112 мм;
- при ширине слоя 70 мм – до 105–119 мм;
- при ширине слоя 77 мм – до 112–126 мм;
- при ширине слоя 84 мм – до 119–133 мм;
- при ширине слоя 91 мм – до 126–140 мм;
- при ширине слоя 98 мм – до 133–154 мм (рисунок 1).

При этом изготовленные кулинарные изделия характеризуются оптимальными функционально-технологическими и структурно-механическими показателями:

- на основе мяса *цыплят-бройлеров*: предельное напряжение сдвига – 1091,6–1092,8 Па, влагоудерживающая способность – 96,6–97,5%;

- на основе мяса *цыплят-бройлеров и свинины (соотношение 1:1)*: предельное напряжение сдвига – 1097,5–1099,4 Па, влагоудерживающая способность – 94,2–95,3%;

- на основе *свинины и говядины (соотношение 1:1)*: предельное напряжение сдвига – 1099,1–1099,9 Па, влагоудерживающая способность – 93,1–94,3%.

На рисунках 2 и 3 представлены структурно-механические и функционально-технологические показатели кулинарных изделий на основе мяса *цыплят-бройлеров*, а также комбинации мяса *цыплят-бройлеров* и *свинины*, *свинины* и *говядины* (соотношение 1:1) с использованием сухих смесей и эмульсий при рациональной фиксированной длине слоя (100 мм) и максимальной высоте слоя, обеспечивающей устойчивость и сохранность формы изделия, определенной на предыдущем этапе исследования (133–154 мм).

Выявлено, что наиболее прочной консистенцией отличаются кулинарные изделия с использованием эмульсий и сухих смесей из *свинины* и *говядины* (соотношение 1:1) – 1099,9 Па и 1099,7 Па, в то время как значение данного показателя для изделий из мяса *цыплят-бройлеров* и *свинины* (соотношение 1:1) составляет 1099,4 Па и 1098,1 Па, а из мяса *цыплят-бройлеров* – 1092,8 Па и 1090,7 Па соответственно (рисунок 2).

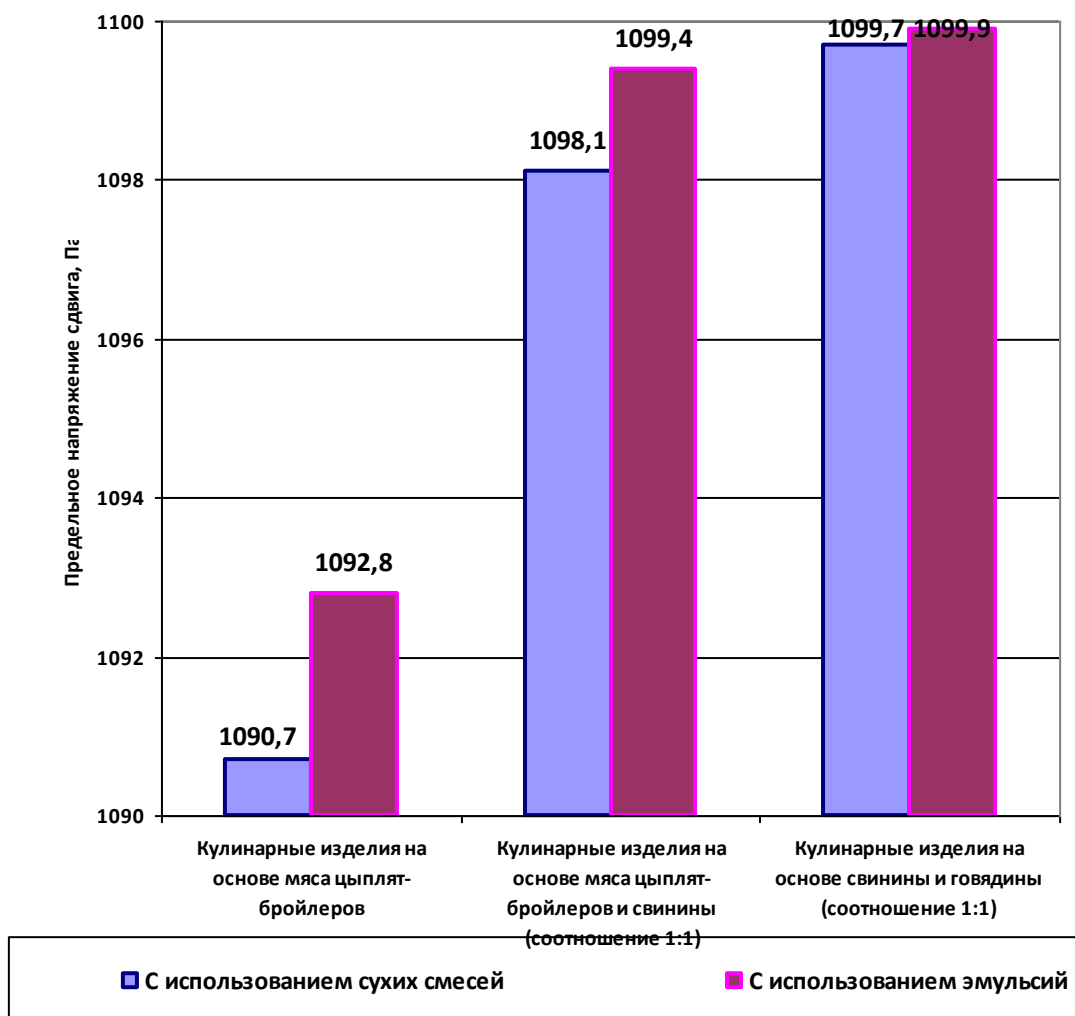


Рисунок 2 – Предельное напряжение сдвига кулинарных изделий с использованием сухих смесей и эмульсий для аддитивных технологий (при фиксированной рациональной длине слоя 100 мм и максимальной высоте слоя)
 Источник данных: собственная разработка.

Определено, что при рациональной длине слоя (100 мм) и максимальной высоте слоя (133–154 мм) наиболее высокими значениями влагоудерживающей способности отличаются кулинарные изделия с использованием эмульсий и сухих смесей на основе мяса цыплят-бройлеров (97,5% и 96,1%), что превышает значения данных показателей для изделий на основе комбинации мяса цыплят-бройлеров и свинины, свинины и говядины (соотношение 1:1) на 2,2–3,2% и 2,2–3,4% соответственно (рисунок 3).

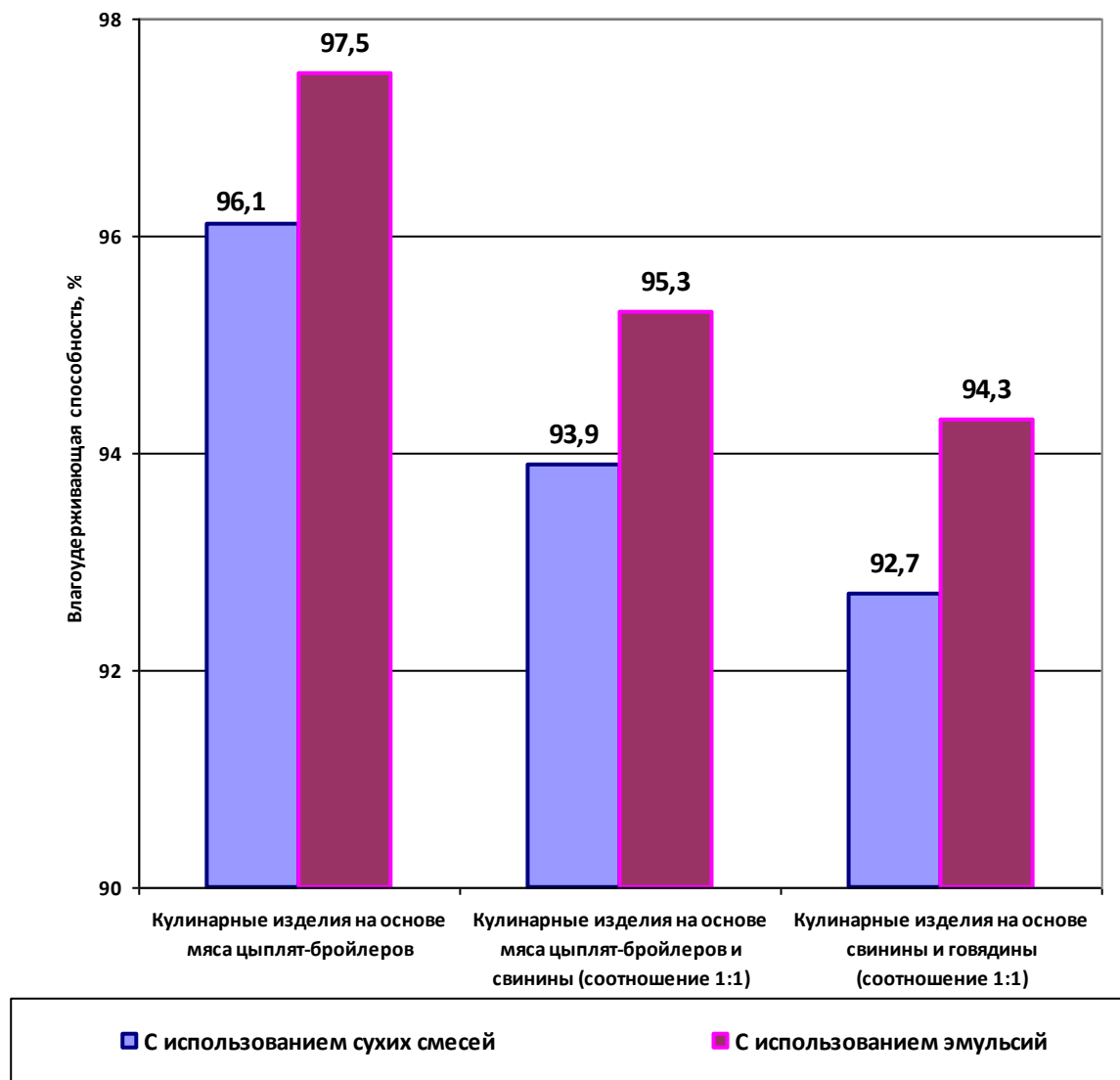


Рисунок 3 – Влагоудерживающая способность кулинарных изделий с использованием сухих смесей и эмульсий для аддитивных технологий (при фиксированной рациональной длине слоя 100 мм и максимальной высоте слоя)

Источник данных: собственная разработка.

На основании проведенных исследований разработана технологическая схема изготовления кулинарных изделий с использованием сухих смесей и эмульсий на основе мяса цыплят-бройлеров, а также комбинации мяса цыплят-бройлеров и свинины, свинины и говядины (соотношение 1:1), учитывающая последовательность внесения и продолжительность куттерования основного и вспомогательного сырья для изготовления эмульсий, продолжительность составления, степень гидратации и температуру воды для восстановления сухих смесей, а также рациональные параметры изделий (длина, ширина и высота слоя), обеспечивающие устойчивость и сохранность их формы.

Заключение. Установлено, что при изготовлении кулинарных изделий с использованием сухих смесей и эмульсий на основе мяса цыплят-бройлеров, а также комбинации мяса цыплят-бройлеров и свинины, свинины и говядины (соотношение 1:1) рациональная высота слоя, позволяющая обеспечить устойчивость и сохранность формы (при фиксированном диаметре отверстия кулинарного шприца – 7 мм и оптимальной длине слоя – 100 мм), а также улучшенные структурно-механические и функционально-технологические показатели изделий, составляет от 14–21 мм (при ширине слоя 7 мм) до 133–154 мм (при ширине слоя 98 мм).

Определена последовательность внесения и продолжительность куттерования основного и вспомогательного сырья для изготовления эмульсий для кулинарных изделий:

- **из мяса цыплят-бройлеров** (общая продолжительность – 4 минуты): мясо цыплят-бройлеров вареное (1 мин) → соль + вода небольшими порциями (1 мин) → структурообразующий компонент (1 мин) → специи (1 мин);

- **из мяса цыплят-бройлеров и свинины (соотношение 1:1)** (общая продолжительность – 6 минут): свинина вареная (2 мин) → мясо цыплят-бройлеров вареное (1 мин) → соль + вода небольшими порциями (1 мин) → структурообразующий компонент (1 мин) → специи (1 мин);

- **из свинины и говядины (соотношение 1:1)** (общая продолжительность – 8 минут): говядина вареная (3 мин) → свинина вареная (2 мин) → соль + вода небольшими порциями (1 мин) → структурообразующий компонент (1 мин) → специи (1 мин).

Установлена рациональная продолжительность составления сухих смесей на основе мяса цыплят-бройлеров, а также комбинации мяса цыплят-бройлеров и свинины, свинины и говядины (соотношение 1:1) для изготовления кулинарных изделий с использованием аддитивных технологий (3 минуты), а также степень гидратации сухих смесей (1:2 – 1:3) и температура воды ($60 \pm 1^\circ\text{C}$), обеспечивающие оптимальные показатели качества данных изделий.

Разработана технологическая схема производства кулинарных изделий с использованием сухих смесей и эмульсий на основе сырья животного происхождения, учитывающая рациональные параметры изготовления изделий, позволяющие обеспечить улучшенные структурно-механические (предельное напряжение сдвига – 1090,7–1099,9 Па) и функционально-технологические показатели данных продуктов (влагоудерживающая способность – 92,7–97,5%).

Список использованных источников

1. Колмыкова, О.Н. Научно-технический прогресс как фактор повышения уровня жизни населения / О.Н. Колмыкова, Т.В. Кудрявцева // Социально-экономические явления и процессы. – 2011. – № 5–6. – С. 127–129.

2. Морозов, А.В. Перспективы развития инновационного технологического уклада / А.В. Морозов, Р.Р. Низамов // Вестник Казанского технологического университета. — 2013. – №20. – С. 331–334.

1. Kolmykova, O.N. Nauchno-tehnicheskij progress kak faktor povyshenija urovnja zhizni naselenija [Scientific and technological progress as a factor in improving the living standards of the population] / O.N. Kolmykova, T.V. Kudrjavceva // Social'no-jekonomicheskie javlenija i processy. – 2011. – № 5–6. – S. 127–129.

2. Morozov, A.V. Perspektivy razvitija innovacionnogo tehnologicheskogo uklada [Prospects for the development of an innovative technological order] / A.V. Morozov, R.P. Nizamov // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. — 2013. – №20. – S. 331–334.

3. Зубков, А. Третья промышленная революция [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://www.dipaul.ru/pressroom/tretya-promyshlennaya-revoljuciya/>. – Дата доступа. – 14.02.2020.
4. Ермаков, А.И. Применение 3D-принтера для формования изделий из шоколада / А.И. Ермаков, [и др.] // Мировая экономика и бизнес-администрирование малых и средних предприятий: материалы 13-го междунар. науч. семинара, проводимого в рамках 15-й междунар. научно-технической конференции «Наука, образование – производству, экономике, Минск, 26-28 января 2016 г. / БНТУ; редкол.: Б.М. Хрусталева [и др.]. – Минск, 2016. – С. 42–43.
5. Гришин, А.С. Новые технологии в индустрии питания – 3D-печать / А.С. Гришин [и др.] // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые биотехнологии». – 2016.–Т.4. – №2. – С. 36–44.
6. Ермаков, А.И. Разработка конструкции 3D-принтера, печатающего пищевыми материалами / А.И. Ермаков, С.В. Чайко // Мировая экономика и бизнес-администрирование малых и средних предприятий: материалы 13-го междунар. науч. семинара, проводимого в рамках 15-й междунар. научно-технической конференции «Наука, образование – производству, экономике, Минск, 26-28 января 2017 г. / БНТУ; редкол.: Б.М. Хрусталева [и др.]. – Минск, 2017. – С. 255–256.
7. Крученецкий, В.З. К использованию трехмерной печати пищевых продуктов, одежды / В.З. Крученецкий [и др.] // Вестник Алматинского технологического университета. – 2016. – №3 (112). – С. 18–25.
8. Потеха, В.Л. Аддитивные технологии в пищевой отрасли / В.Л. Потеха, А.В. Потеха // Инновационные технологии в пищевой промышленности : материалы XV Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 5–6 окт. 2016 г. : в 2 ч. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по продовольствию ; ред.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск, 2016. – Ч. 1. – С. 9–10.
9. Шварцев, С.Л. Есть ли будущее у аддитивных технологий? / С.Л. Шварцев // Вестник Российской академии наук. Серия «Дискуссионная трибуна». – 2017. – Т.87, №6. – С.538–547.
10. Шоколадные фигурки в Беларуси [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <http://pulsцен.by/price/400802—shokoladnye—figurki>. – Дата доступа: 21.01.2020.
11. 3d принтер, печатающий шоколадом [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <http://chocolader.hlml>. – Дата доступа: 23.01.2020.
3. Zubkov, A. Tret'ja promyshlennaja revoljucija [Third industrial revolution] [Elektronnyj resurs]. – 2019. – Rezhim dostupa: <https://www.dipaul.ru/pressroom/tretya-promyshlennaya-revoljuciya/>. – Data dostupa. – 14.02.2020.
4. Ermakov, A.I. Primenenie 3D-printera dlja formovanija izdelij iz shokolada [Using a 3D printer to mold chocolate products] / A.I. Ermakov, [i dr.] // Mirovaja jekonomika i biznes-administrirovanie malyh i srednih predpriyatij: materialy 13-go mezhdunar. nauch. seminar, provodimogo v ramkah 15-j mezhd. Nauchno-tehnicheskoy konferencii «Nauka, obrazovanie – proizvodstvu, jekonomike, Minsk, 26-28 janvarja 2016 g. / BNTU; redkol.: B.M. Hrustalev [i dr.]. – Minsk, 2016. – S. 42–43.
5. Grishin, A.S. Novye tehnologii v industrii pitaniya – 3D-pechat' [New technologies in the food industry - 3D printing] / A.S. Grishin [i dr.] // Vestnik JuUrGU. Serija «Pishhevye biotehnologii». – 2016.–T.4. – №2. – S. 36–44.
6. Ermakov, A.I. Razrabotka konstrukcii 3D-printera, pechatajushhego pishhevymi materialami [Development of the design of a food-grade 3D printer] / A.I. Ermakov, S.V. Chajko // Mirovaja jekonomika i biznes-administrirovanie malyh i srednih predpriyatij: materialy 13-go mezhdunar. nauch. seminar, provodimogo v ramkah 15-j mezhd. Nauchno-tehnicheskoy konferencii «Nauka, obrazovanie proizvodstvu, jekonomike, Minsk, 26-28 janvarja 2017 g. / BNTU; redkol.: B.M. Hrustalev [i dr.]. – Minsk, 2017. – S. 255–256.
7. Krucheneckij, V.Z. K ispol'zovaniju trehmernoj pečati pishhevych produktov, odezhdy [To the use of three-dimensional printing of food, clothing] / V.Z. Krucheneckij [i dr.] // Vestnik Almatinskogo tehnologicheskogo universiteta. – 2016. – №3 (112). – S. 18–25.
8. Poteha, V.L. Additivnye tehnologii v pishhevoj otrasli [Additive technologies in the food industry] / V.L. Poteha, A.V. Poteha // Innovacionnye tehnologii v pishhevoj promyshlennosti : materialy HV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Minsk, 5–6 okt. 2016 g. : v 2 ch. / Nac. akad. nauk Belarusi, Nauch.-prakt. centr Nac. akad. nauk Belarusi po prodovol'stviju ; red.: V. G. Gusakov [i dr.]. – Minsk, 2016. – Ch. 1. – S. 9–10.
9. Shvarcev, S.L. Est' li budushhee u additivnyh tehnologij? [Is there a future for additive technologies?] / S.L. Shvarcev // Vestnik Rossijskoj akademii nauk. Serija «Diskussionnaja tribuna». – 2017. – T.87, №6. – S.538–547.
10. Shokoladnye figurki v Belarusi [Chocolate figurines in Belarus] [Elektronnyj resurs]. – 2019. – Rezhim dostupa: <http://pulsцен.by/price/400802—shokoladnye—figurki>. – Data dostupa: 21.01.2020.
11. 3d printer, pechatajushhij shokoladom [3d printer printing chocolate] [Elektronnyj resurs]. – 2019. – Rezhim dostupa: <http://chocolader.hlml>. – Data dostupa: 23.01.2020.

12. Заико, А.Ф. Использование 3D-принтера на выставке / Заико А.Ф., Чайко С.В. / Материалы 71-й научно-технической конференции Белорусского национального технического университета. – Минск, 2015. – С. 314–315.

13. Ермаков, А.И. Применение аддитивных технологий при формовании изделий из шоколада / Ермаков А.И., Чайко СВ., Маркин К.В. / Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XIX Международной научно-практической конференции. – Гродно, 2016. – с. 246–247.

12. Zaiko, A.F. Ispol'zovanie ZD-printera na vystavke [Using a 3D printer at the exhibition] / Zaiko A.F., Chajko S.V. / Materialy 71-j nauchno-tehnicheskoy konferencii Belorusskogo nacional'nogo tehničeskogo universiteta. – Minsk, 2015. – S. 314–315.

13. Ermakov, A.I. Primenenie additivnyh tehnologij pri formovanii izdelij iz shokolada [The use of additive technologies in the molding of chocolate products] / Ermakov A.I., Chajko SV., Markin K.V. / Sovremennye tehnologii sel'skohozjajstvennogo proizvodstva: sbornik nauchnyh statej po materialam XIX Mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii. – Grodno, 2016. – s. 246–247.