

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЫКВЕННОЙ МЕЗГИ**

**В статье рассмотрено влияние добавления тыквенной мезги при производстве макаронных изделий, установлено оптимальное соотношение хлебопекарной муки и тыквенной мезги для приготовления теста макаронных изделий. Оптимизированы режимы производства макаронных изделий по данной рецептуре на основе комплексных показателей качества и экспертной оценки органолептических свойств.**

**Ключевые слова:** макаронные изделия, тыквенная мезга, экструзия, комплексные показатели качества.

В настоящее время потребление макаронных изделий на душу населения в Оренбургской области достигает 20 кг в год на человека. Вместе с тем, местные товаропроизводители на отечественном оборудовании не в состоянии производить высококачественные макаронные изделия сравнимые с мировыми аналогами. Особенно остро дефицит качества ощущается при производстве макаронных изделий классов Б и В. А для производства изделий класса А в регионе не хватает сырья. В связи с вышесказанным работы, направленные на улучшение качества макаронных изделий являются актуальными. А особенно актуальными являются работы, направленные на улучшение качества макаронных изделий классов Б и В, чему и посвящена данная работа.

Известно применение мякоти тыквы для снижения затрат муки на производство макаронных изделий, снижение выбросов муки в окружающую среду, а так же улучшения качества макаронных изделий класса Б и В. Однако, данная технология подразумевает использование достаточно дорогостоящей мякоти тыквы. Представляется целесообразным использование вместо мякоти тыквы, тыквенной мезги, получаемой в достаточно большом количестве на предприятиях по производству осветленных тыквенных соков.

Научная новизна работы состоит в том, что впервые изучено влияние добавления тыквенной мезги в макаронные изделия класса В на эффективность прохождения процесса экструзии и на качество получаемых макаронных изделий.

В частности изучено влияние добавления тыквенной мезги в макаронные изделия из

хлебопекарной муки на производительность экструдера, энергоёмкость процесса экструдирования, органолептические свойства получаемых макаронных изделий, коэффициент увеличения массы сваренных изделий, потерю сухих веществ при варке макаронных изделий, их кислотность и прочность, а также коэффициент слипаемости массы сваренных изделий и удельную прочность на срез сваренных изделий.

Практическая значимость работы состоит в следующем: дано обоснование целесообразности применения тыквенной мезги в качестве связующего компонента при производстве макаронных изделий класса В. Рекомендовано оптимальное соотношение внесения в тесто для макаронных изделий муки и тыквенной мезги.

На основании проведенного по теме обзора литературы сделаны следующие выводы:

- макаронные изделия являются широко распространенным продуктом питания, имеющим высокую питательную ценность;
- имеется явная необходимость в разработках, направленных на улучшение качества макаронных изделий, особенно для изделий класса Б и В;
- основными параметрами определяющими эффективность процесса экструдирования макаронных изделий являются производительность пресса и энергоёмкость процесса;
- основными показателями качества вырабатываемых макаронных изделий являются: внешний вид, влажность, кислотность, варочные свойства (время варки изделий до готовности, количество поглощенной во время варки

изделий воды, потеря сухих веществ при варке), прочность сваренных изделий, степень слипаемости сваренных изделий;

– является целесообразным использование при производстве макаронных изделий тыквенной мезги в качестве связующего компонента с повышенным содержанием каратиноидных пигментов, придающим макаронным изделиям желтый цвет;

В качестве исходных объектов исследования в работе использовали хлебопекарную муку, тыквенную мезгу. Тыквенную мезгу готовили путем измельчения на дробилке ножевого типа до размера частиц не более 1 мкм.

Показатели качества муки и тыквенной мезги, определяли по стандартным методикам.

Замес теста осуществляли в лабораторной тестомесилке УИ-ЕТЛ.

Приготовление сырых макаронных изделий осуществляли на лабораторном универсальном прессе-экструдере, имеющимся в лабораториях ОГУ.

Сушку макаронных изделий осуществляли воздухом помещения на стеллажах.

Внешний вид макаронных изделий, характеризующийся цветом, степенью шероховатости поверхности, состоянием излома и правильностью формы определяли органолептически. Влажность макаронных изделий определяли методом высушивания до постоянной массы в сушильном шкафу СЭШ-3. Кислотность макаронных изделий определяли по ГОСТ 14849-89. Прочность сухих макаронных изделий, время варки до готовности, количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, прочность на срез и степень слипаемости сваренных макаронных изделий определяли на приборе ПМ-2 с помощью специальных приспособлений. Скорость и производительность прессования, а также энергоемкость процесса определяли по методикам применяемым ранее [1].

Первоначально была проведена серия предварительных экспериментов в которых было установлено, что нецелесообразно добавлять в макаронные изделия тыквенную пасту в количествах превышающих 11% к массе муки, в связи с резким возрастанием потери сухих веществ перешедших в варочную воду.

В ходе основных экспериментов тыквенную пасту добавляли в количестве 1; 3; 5; 7; 9 и 11% по отношению к массе муки используемой для

замеса. При этом применяли твердый (влажность теста 28%), средний (влажность теста 31%) и мягкий (влажность теста 34%) замесы.

Наилучшими показателями качества обладали макаронные изделия, полученные с применением среднего замеса при добавлении тыквенной мезги в количестве 7% к массе муки.

При этом:

– производительность прессования макаронных изделий – 48 кг/ч;

– энергоемкость процесса – 140 Вт/кг;

– скорость прессования – 115 мм/сек;

– цвет – золотисто-желтый без следов непромеса;

– излом стекловидный;

– влажность – 13%; кислотность – 3,5 град; прочность – 600 г;

– время варки до готовности – 10 мин;

– количество сухих веществ перешедших в варочную воду – 7,6%;

– количество поглощенной изделиями во время варки воды – 2,8;

– степень слипаемости сваренных изделий – 120 г;

– удельная прочность на срез сваренных изделий – 5,0 г/мм<sup>2</sup>;

С увеличением количества добавляемой тыквенной мезги от 1 до 7% к массе муки, производительность и скорость прессования возрастают, энергоемкость процесса снижается, кислотность, время варки до готовности, процент сухих веществ перешедших в варочную воду и степень слипаемости сваренных изделий снижаются, удельная прочность на срез сваренных изделий и количество поглощенной во время варки воды увеличиваются. То есть при увеличении количества добавляемой тыквенной пасты от 1 до 7% к массе муки наблюдается интенсификация процесса прессования и улучшение качества выпускаемых изделий.

При дальнейшем увеличении количества добавляемой тыквенной мезги: производительность и скорость прессования возрастают, энергоемкость снижается, что говорит о дальнейшей интенсификации процесса; кислотность, время варки до готовности снижается, однако при этом процент сухих веществ, перешедших в варочную воду и степень слипаемости увеличиваются, а удельная прочность на срез и количество поглощенной воды снижаются, что свидетельствует о некотором ухудшении качества изделий.

После представления работы на конференции в январе 2013 года были сделаны выводы: о необходимости использования предложенных ранее авторами [2], [3] комплексного показателя отражающего сочетание физико-химических показателей качества макаронных изделий; комплексного показателя отражающего эффективность прохождения процесса экструзии; экстренную оценку органолептических свойств; а также о необходимости проведения оптимизации исследованных режимов производства макаронных изделий, путем изучения совместного влияния влажности теста и количества добавляемой тыквенной мезги на ход процесса и качество получаемых макаронных изделий.

Для проведения оптимизации исследованных ранее режимов производства макаронных изделий, путем изучения совместного влияния влажности теста и количества добавляемой тыквенной мезги на ход процесса и качество получаемых макаронных изделий, был составлен план двухфакторного эксперимента ПФЭ 2<sup>2</sup> [4]. В качестве исходных параметров брали: влажность теста (X1) и количество добавляемой тыквенной пасты (X2). В качестве параметров эффекта: комплексный показатель качества Кк, балл; комплексный показатель отражающий эффективность прохождения процесса Кп, балл; экспертная оценка органолептических свойств Э балл.

План эксперимента ПФЭ 2<sup>2</sup> представлен в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, была исследована область с изменением влажности теста от 28 до 34% и количества добавляемой тыквенной мезги от 1 до 11%.

Для осуществления представленного плана были отпрессованы и исследованы образцы (пять образцов, каждый в трех повторностях) макаронных изделий при влажностях теста и содержании тыквенной пасты указанных в таблице 1.

При экструдировании каждого образца определялись параметры характеризующие прохождение процесса и по их средним значениям рассчитывался комплексный показатель отражающий эффективность прохождения процесса Кп, балл.

Для каждого образца определялись физико-химические показатели качества и на основе их средних значений рассчитывался комплексный показатель качества Кк, балл.

Проводилась экспертная оценка органолептических свойств, представленных образцов методом ранжирования.

Далее производили расчет уравнений регрессии на основании результатов реализации плана ПФЭ 2<sup>2</sup> при помощи программы разработанной в Оренбургском государственном университете [5]. В результате расчетов получены уравнения регрессии отражающие влияние исходных параметров X1 и X2 на параметры эффекта Кп, Кк и Э:

$$K_p = 59,5 + 14 X_1 + 24 X_2 + 5,5 X_1 * X_2;$$

$$K_k = 78,27 - 9,25 X_1 + 15,75 X_2 + 2,25 X_1 * X_2;$$

$$Э = 196,77 + 7,75 X_1 - 8,75 X_2 + 0,25 X_1 * X_2,$$

где X1 и X2 представлены в условных единицах в пределах от -1 до +1, для перевода в натуральные значения можно пользоваться шкалами представленными в таблицах 2 и 3.

Оптимизацию процесса производили графоаналитическим способом с построением на основании полученных уравнений регрессии плоскостей отклика представленных на рисунках 1, 2, 3.

Из рисунков видно, что в пределах исследованной области:

- с увеличением влажности комплексный показатель качества уменьшается, а экспертная оценка органолептических свойств и комплексный показатель отражающий эффективность прохождения процесса увеличиваются;

- с увеличением содержания тыквенной мезги комплексный показатель качества и ком-

Таблица 1. План ПФЭ 2<sup>2</sup>

№ опыта	Влажность теста X1, %	Количество добавляемой тыквенной пасты X2, %
1	28	1
2	28	11
3	34	1
4	34	11
5	31	6

Таблица 2. Шкала для перевода влажности теста X1 с условных единиц в натуральные

Условные единицы	-1	-0,5	0	0,5	1
%	28	29,5	31	32,5	34

Таблица 3. Шкала для перевода количества добавляемой тыквенной пасты X2 с условных единиц в натуральные

Условные единицы	-1	-0,5	0	0,5	1
%	1	3,5	6	8,5	11

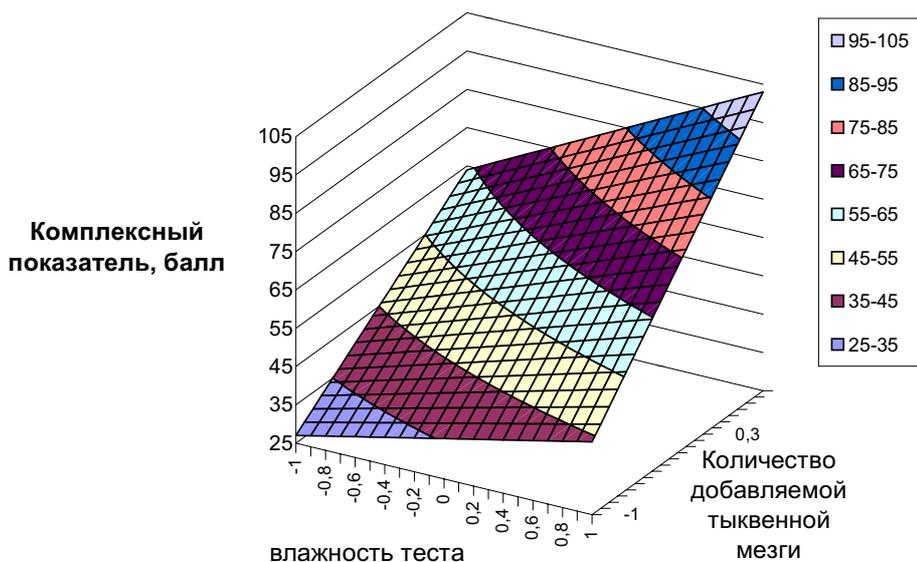


Рисунок 1. Зависимость комплексного показателя отражающего эффективность прохождения процесса от влажности теста и количества добавляемой тыквенной мезги

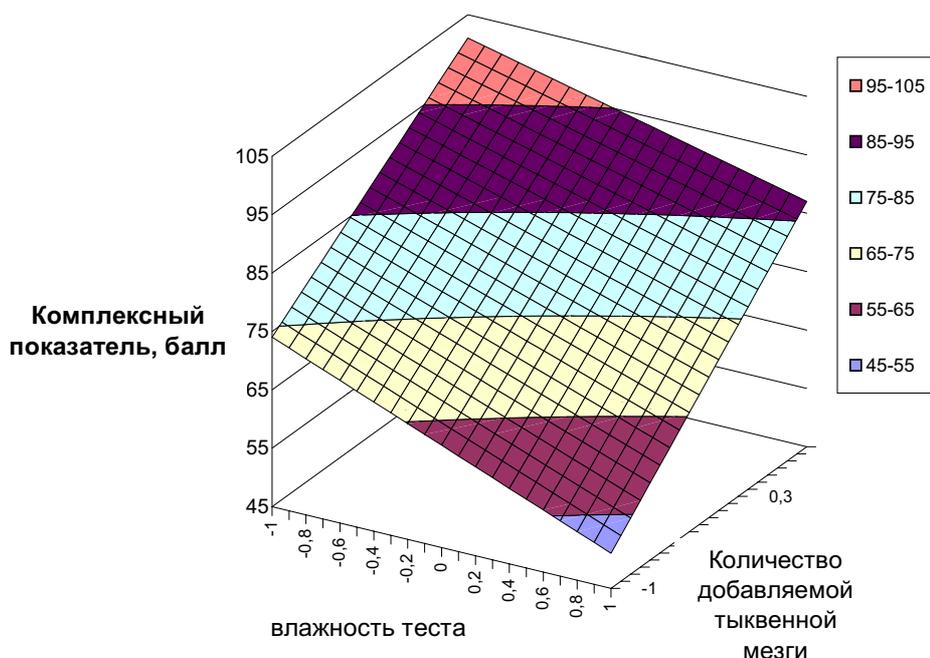


Рисунок 2. Зависимость комплексного показателя качества отражающего сочетание физикохимических свойств от влажности теста и количества добавляемой тыквенной мезги

Комплексный показатель отражающий эффективность прохождения процесса увеличивается, а экспертная оценка органолептических свойств уменьшается.

Оптимальной на наш взгляд является добавление в макаронные изделия 7–8% тыквенной мезги к массе муки, при влажности теста 33,5–34%.

При этом можно стабильно получать макаронные изделия с комплексным показателем качества не менее 75 балл, экспертной оценкой органолептических свойств не менее 200 балл и комплексным показателем, отражающим эффективность прохождения процесса, не менее 70 баллов.

10.04.2014

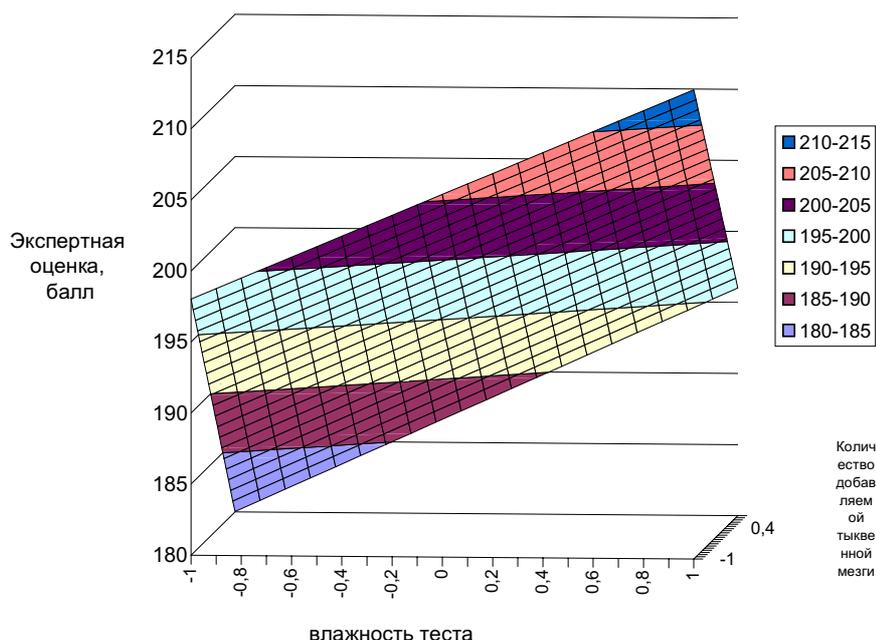


Рисунок 3. Зависимость экспертной оценки органолептических свойств от влажности теста и количества добавляемой тыквающей мезги

**Список литературы:**

1. Применение нетрадиционного сырья для производства макаронных изделий / В.А. Малышкина [и др.] // Вестник Оренбургского государственного университета, 2004. – №2. – С. 168–170
2. Экструзивная техника и технология: состояние, перспективы / В.А. Выгодин [и др.]. – М.: Пищевая промышленность. – 1995. – №7. – С.4.
3. Исследование изменения рецептуры макаронных изделий как фактора, повышающего безопасность технологии / В.А. Солопова [и др.] // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2012. – №91145. – С. 191–196
4. Грачев, Ю.П. Математические методы планирования экспериментов / Ю.П. Глачев, Ю.М. Плаксин. – М.: ДеЛи, 2005. – 296 с.
5. Разработка технологии производства хлеба с применением электроконтактного способа выпечки / Г.А. Сидоренко [и др.]. – Оренбург, 2013

Сведения об авторах:

**Бочкарева Ирина Анатольевна**, преподаватель кафедры машин и аппаратов химических и пищевых производств Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук  
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 3115

**Зинюхина Анна Георгиевна**, аспирант кафедры пищевой биотехнологии Оренбургского государственного университета, e-mail: ziggi9090@mail.ru  
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 3215

**Попов Валерий Павлович**, заведующий кафедрой пищевой биотехнологии Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук, доцент  
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 3104<sup>А</sup>, тел. (3532) 372465, e-mail: ppbt@mail.osu.ru