

## ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА ТЕКСТУРУ КОМПОЗИТНЫХ ЭКСТРУДАТОВ

Фролов Д.И.

Технология производства сухих завтраков и их полуфабрикатов позволяет вырабатывать разнообразные пищевые продукты с заданной структурой и регулируемые функциональными свойствами. Основой для добавления функциональных добавок служила композитная мука в соотношении (рисовая мука: нутовая мука: кукурузная мука – 60:30:10). Математическую обработку полученных данных проводили с применением методов математической статистики. Из регрессионного анализа было отмечено, что добавка порошка семян пажитника показала значительный положительный эффект на твердость экструдата, а добавка овсяной муки показала отрицательное влияние на твердость экструдата. Результат показал, что композитная смесь с добавкой от 2% до 3% порошка семян пажитника и от 6% до 8% овсяной муки может быть использована для разработки качественного экструдата с минимальной твердостью (текстурой).

**Ключевые слова:** пищевая экструзия, экструдат, композитная смесь, овес, пажитник.

### Введение

Метод экструзионной обработки крахмалосодержащего сырья – один из самых прогрессивных. Технология производства сухих завтраков и их полуфабрикатов позволяет вырабатывать разнообразные пищевые продукты с заданной структурой и регулируемые функциональными свойствами, достичь высокой гигиены получения продуктов, полностью уничтожить патогенную микрофлору. Перспективность экструзии заключается в возможности использования широкого ассортимента сырья, применения смесей круп, муки, крахмала, различных добавок, что повышает питательную ценность готовых изделий [1].

Фенугрек, шамбала, пажитник – наиболее распространенные названия одной из древнейших культур. Семена фенугрека входят в состав и придают характерный запах одной из известнейшей пряной смеси «карри». Растение относится к семейству бобовых, подсемейству мотыльковых и известно ботаникам как Пажитник сенной – *Trigonella foenum-graecum*. Внешне похоже на клевер, высотой до 70 см; цветет мелкими желтыми цветами, плоды – стручки до 10 см – содержат 10–20 твердых плодов. Семена желто-коричневого цвета размером до 5 мм ромбической формы с горьковатым вкусом. Родиной пажитника считается Передняя и Малая Азия. Естественно произрастает в предгорьях Турции, Ирака, Ирана и далее на восток до Гималаев, встречается в Эфиопии. Культивируется в Индии, Пакистане, Сирии, Иране, Ираке, на юге Закавказья, в Монголии, Японии, в Южной Европе, Африке и Латинской Америке.

Порошок семян пажитника обладает доброкачественными белковыми и диетическими волокнами, обладает множеством физиологических преимуществ для здоровья, таких как гипохолестеринемические и гипогликемические эффекты.

Овес обладает многими полезными свойствами. Его применяют в качестве противовоспалительного

средства при воспалениях различных органов, в том числе и желудочно-кишечного тракта. В овсе содержится фермент, который улучшает усвоение углеводов. Овес – это богатые питательными веществами крупы, обладающие высокими концентрациями растворимой клетчатки и наполненными питательными веществами. Овес – это наиболее питательные злаки, обладающие отличным липидным профилем и высоким содержанием растворимого волокна.

Экструдирование приведённых ингредиентов (семена пажитника и овсяная мука) имеет преимущество, так как эти добавки при добавлении их в композитную смесь положительно влияют на ее итоговый состав. Таким образом, использование пажитника и овсяной муки в качестве функциональных ингредиентов в экструдированных пищевых продуктах для улучшения качества питания и обеспечения полезных эффектов для здоровья является актуальным.

Применение экструзионной технологии для производства богатого волокнами экструдированного продукта является сложной задачей из-за высокого содержания волокон, приводящего к более низкому расширению, более твердой, более высокой плотности и менее хрустящей текстуре.

**Целью** работы являлось исследование влияния порошка семян пажитника и овсяной муки текстуру экструдатов.

### Объекты и методы исследований

Сырьем для композитной смеси служили: рис, нут, кукуруза, порошок семян пажитника и овсяная мука. Муку просеивали через сито 60 меш (размер частиц 0,251 мм).

Композитная мука была использована в соотношении (рисовая мука: нутовая мука: кукурузная мука = 60:30:10). Содержание влаги в смеси доводилось до 17%.

Параметры двухшнекового экструдера: отноше-

Таблица 1 – Влияние порошка семян пажитника и овсяной муки на текстуру экструдатов при влажности 17%

№	Порошок семян пажитника (PSP)	Овсяная мука (ОМ)	Текстура (твердость) (Н)
1	2	6	20,37
2	4	6	25,18
3	2	12	22,02
4	4	12	25,8
5	1,58	9	19,16
6	4,41	9	25,45
7	3	4,75	25,35
8	3	13,2	23,54
9	3	9	26,01
10	3	9	27,35
11	3	9	25,92
12	3	9	26,23
13	3	9	26

ние длины шнека к диаметру 8:1; матрица диаметром 4 мм; время запуска в течение 30 минут; заданная температура 120 °С; скорость вращения шнека 240 об/мин. Затем образцы загружали в загрузочный бункер (скорость подачи доведена до 7 кг/ч). Экструдаты разрезали и охлаждали при комнатной температуре в течение 15 мин. Затем образцы упаковывали и хранили в эксикаторах.

Для определения текстуры (твердости) экструдата использовался анализатор текстуры (текстуrometer). Экструдаты длиной 40 мм сжимали зондом диаметром 75–75 мм со скоростью траверсы 5–3 мм/с. Сжатие генерирует кривую с силой на расстоянии (в ньютонах). Самое высокое первое пиковое значение было зафиксировано и это значение силы было принято в качестве измерения для текстуры.

Математическую обработку полученных данных проводили с применением методов математической статистики.

### Результаты и их обсуждение

При проектировании многокомпонентного продукта важной составной частью является исследование в модельной рецептурной среде структурно-механических параметров. Реологические свойства продукта характеризуют весь комплекс характеристик – качественные показатели, гидродинамические, включая сепарирование и тепловые процессы в технологии производства разрабатываемого продукта [2].

Если качественные показатели оцениваются энергетической, пищевой и биологической ценностью

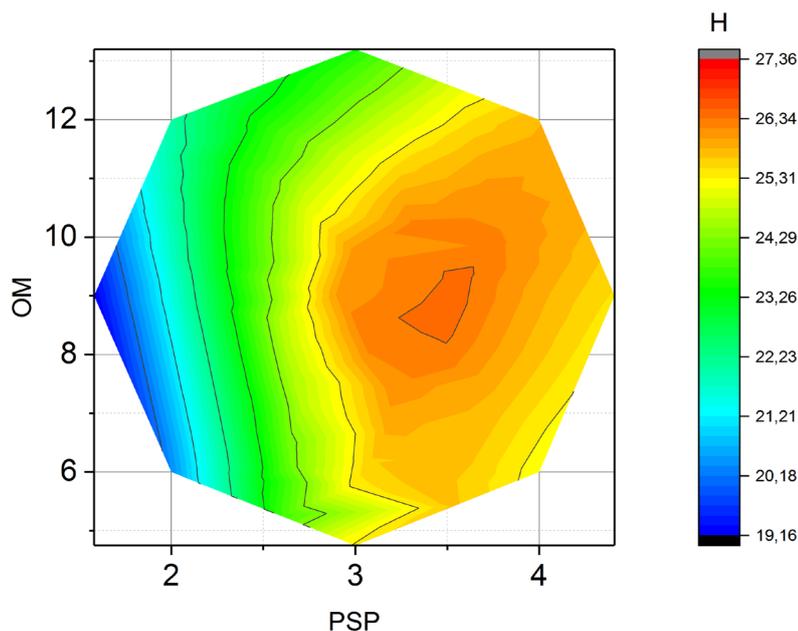


Рис. 1. График проекции поверхности отклика влияния твердости (Н) экструдата от добавки порошка семян пажитника (PSP) и овсяной муки (ОМ) к композитной смеси

продукта, то для оценки реологических параметров продукта используется ряд показателей. Одним из важных показателей, определяющих структуру, является текстура (твердость) экструдата [3–7].

Твердость экструдата определяли путем измерения силы, необходимой для разрушения экструдата. В текущем исследовании твердость экструдата изменялась от 19,16 до 27,35 Н (таблица 1).

Из регрессионного анализа было отмечено, что добавка порошка семян пажитника показала значительный положительный эффект на твердость экструдата, а добавка овсяной муки показала отрицательное влияние на твердость экструдата. Причина может заключаться в том, что более низкое расширение экструдатов может привести к увеличению твердости экструдата, поскольку высокое содержание белка и волокна в порошке семян пажитника приводит к снижению коэффициента бокового расширения. На рисунке 1 показана твердость экструдата в зависимости от содержания порошка семян пажитника и овсяной муки.

Предполагалось разработать продукт, который будет иметь минимальную объемную плотность,

максимальный коэффициент бокового расширения и минимальную твердость. Результат показал, что композитная смесь с добавкой от 2% до 3% порошка семян пажитника и от 6% до 8% овсяной муки может быть использована для разработки качественного экструдата с минимальной твердостью (текстурой).

### Выводы

Полученные результаты подтверждают, что на свойства полученного экструдата влияют добавки в различных пропорциях порошка семян пажитника и овсяной муки. Результат показал, что композитная смесь с добавкой от 2% до 3% порошка семян пажитника и от 6% до 8% овсяной муки может быть использована для разработки качественного экструдата с минимальной твердостью (текстурой). Причем различные уровни содержания порошка семян пажитника и овсяной муки могут быть использованы для разработки экструдированного продукта в зависимости от желаемых свойств конечного продукта.

### Список литературы

- [1] Корячкина С. Я., Дегтяренко Т. Н., Вертяков Ф. Н., Вострикова Р. М. Производство экструдированных крекеров повышенной пищевой и биологической ценности // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2003. №1. С. 25-26.
- [2] Витченко, А. С., Гаврилова, Н. Б. Исследование влияния компонентного состава на качественные и реологические показатели молочных каш для геродиетического питания // Техника и технология пищевых производств. 2013. № 1 (28). С.8-12.
- [3] Курочкин А.А., Фролов Д.И., Воронина П.К. Определение основных параметров вакуумной камеры модернизированного экструдера // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4 (32). С. 172–177.
- [4] Теоретическое описание процесса взрывного испарения воды в экструдере с вакуумной камерой / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, П.К. Воронина // Инновационная техника и технология. 2015. № 1 (02). С. 29–34.
- [5] Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов и пищевых волокон / А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов // Техника и технология пищевых производств. 2016. № 3 (42). С. 104–111.
- [6] Способ производства хлебобулочных изделий : пат. 2579488 Российская Федерация : МПК А 21 D 8/02 / Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Д.И. Фролов, Н.Н. Шматкова ; 2014146596/13 ; заявл. 19.11.2014 ; опубл. 10.4.2016, Бюл. №10. 8 с.
- [7] Курочкин А.А., Фролов Д.И. Поликомпонентный экструдат на основе зерна пшеницы и семян расторопши пятнистой // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4. С. 76–81.

## THE EFFECT OF ADDITIVES ON THE TEXTURE OF COMPOSITE EXTRUDATES

*Frolov D.I.*

The production technology of cereals and their semi-finished products allows us to produce a variety of food products with a given structure and adjustable functional properties. The basis for the addition of functional additives served as a composite flour in the ratio (rice flour: chickpea flour: corn flour – 60:30:10). Mathematical processing of the data was performed using the methods

of mathematical statistics. From regression analysis, it was noted that the addition of fenugreek seed powder showed a significant positive effect on the hardness of the extrudate, and the addition of oatmeal showed a negative effect on the hardness of the extrudate. The result showed that the composite mixture with the addition of 2% to 3% fenugreek seed powder and 6% to 8% oatmeal can be used to develop a high-quality extrudate with a minimum hardness (texture).

**Keywords:** *food extrusion, extrudate, composite mixture, oats, fenugreek.*

---

## References

- [1] Koryachkina S. Ya., Degtyarenko T. N., Vertyakov F. N., Vostrikova P. M. Proizvodstvo ekstrudirovannykh krekerov povyshennoi pishchevoi i biologicheskoi tsennosti // *Izvestiya VUZov. Pishchevaya tekhnologiya*. 2003. No. 1. pp. 25–26.
- [2] Vitchenko, A. S., Gavrilova, N. B. Issledovanie vliyaniya komponentnogo sostava na kachestvennye i reologicheskie pokazateli molochnykh kash dlya gerodieticheskogo pitaniya // *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*. 2013. No. 1 (28). pp. 8–12.
- [3] Kurochkin A. A., Frolov D. I., Voronina P. K. Opredelenie osnovnykh parametrov vakuumnoi kamery modernizirovannogo ekstrudera // *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2015. No. 4 (32). pp. 172–177.
- [4] Teoreticheskoe opisanie protsessa vzryvnogo ispareniya vody v ekstrudere s vakuumnoi kameroy / D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, P. K. Voronina // *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya*. 2015. No. 1 (02). pp. 29–34.
- [5] Ekstrudaty iz rastitel'nogo syr'ya s povyshennym soderzhaniem lipidov i pishchevykh volokon / A. A. Kurochkin, P. K. Voronina, G. V. Shaburova, D. I. Frolov // *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*. 2016. No. 3 (42). pp. 104–111.
- [6] Sposob proizvodstva khlebobulochnykh izdelii: pat. 2579488 Rossiiskaya Federatsiya: MPK A 21 D8/02 / G. V. Shaburova, P. K. Voronina, A. A. Kurochkin, D. I. Frolov, N. N. Shmatkova; 2014146596/13; zayavl. 19.11.2014; opubl. 10.4.2016, Byul. № 10. 8 p.
- [7] Kurochkin A. A., Frolov D. I. Polikomponentnyi ekstrudat na osnove zerna pshenitsy i semyan rastoropshi pyatnistoi // *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2015. No. 4. pp. 76–81.