

# **Повышение безопасности пищевых продуктов растительного происхождения, путем уменьшения содержания фитатов**

**Елисеева Людмила Геннадьевна**

доктор технических наук

профессор, кафедра Товароведения и товарной экспертизы, Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова

117997, Россия, г. Москва, ул. Стремянный Переулок, 36

**Махотина Ирина Алексеевна**

кандидат технических наук

доцент, кафедра Товароведения и товарной экспертизы, Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова

117997, Россия, г. Москва, ул. Стремянный Переулок, 36

**Калачев Сергей Львович**

кандидат технических наук

доцент, кафедра Товароведения и товарной экспертизы, Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова

117997, Россия, г. Москва, ул. Стремянный Переулок, 36

---

## **Аннотация.**

Предметом исследования является возможность повышения безопасности пищевого сырья путем уменьшения содержания антиалиментарного фактора — фитиновой кислоты и ее солей. Затрагивается вопрос обеспеченности населения пищевым белком, а также существующий на данный момент времени дефицит пищевого белка и ухудшение ситуации в будущем в связи с ростом численности мирового населения. Проблема достаточности белка во многих развивающихся странах связана не только с общим вопросом недоедания, но и с несбалансированностью питания, преобладанием в пище растительных источников белка, содержащих в своем составе антиалиментарные компоненты, небезопасные для здоровья человека. Наиболее распространенными из этих компонентов являются ингибиторы протеаз, алкалоиды, олигосахара, фитаты. Фитаты препятствуют биодоступности микронутриентов, в связи с чем растет дефицит этих жизненно важных компонентов в питании. Методология исследования базируется на изучении вопроса обеспеченности населения белковыми ресурсами, возможном влиянии на усвоение и биодоступность компонентов пищи антиалиментарных соединений, таких как фитаты. Методом сравнительного анализа оцениваются технологии уменьшения содержания фитатов. Для определения содержания фитатов применен метод непрямого количественного анализа, основанный на спектрофотометрии и анионообменной хроматографии. Новизна исследования заключается в использовании метода индуцированного автолиза для снижения содержания антиалиментарных

компонентов в растительных источниках белка. Авторами предложен вариант использования модификации метода непрямого количественного анализа фитатов в бобовых культурах. Получены следующие выводы: предложенный метод обработки позволяет снизить содержание фитатов в исходном растительном сырье более, чем на 25%. Использованный метод непрямого количественного анализа фитатов зарекомендовал себя как достаточно простой и надежный.

**Ключевые слова:** бобовые культуры, фитаты, фитиновая кислота, антиалиментарные компоненты, растительные источники белка, пищевая безопасность, люпин, индуцированный автолиз, биодоступность микронутриентов, дефицит белка

**DOI:**

10.25136/2409-7543.2019.1.28874

**Дата направления в редакцию:**

05-02-2019

**Дата рецензирования:**

06-02-2019

**Дата публикации:**

08-02-2019

**Повышение безопасности пищевых продуктов растительного происхождения, путем уменьшения содержания фитатов**

Проблема обеспеченности человека безопасным и адекватным питанием является одной из приоритетных для решения в большинстве стран мира, как на государственном, так и на международном уровне [1]. Численность мирового населения постоянно растет. К началу 2018 г. она составила около 7,6 млрд. человек, к 2030 г. прогнозируется рост до 8,55 млрд. чел., к 2050 г. - 9,772 млрд. чел., к 2100 г. - 11,184 млрд. чел. Постоянный рост численности населения ожидается до конца столетия, однако, темпы роста будут снижаться [2].

В таблице 1 представлены прогнозируемые темпы роста численности мирового населения в разрезе максимальные-средние-минимальные значения [2].

Таблица 1 - Средние ежегодные темпы изменения численности мирового населения, %

|                         |              | Года      |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|-------------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                         |              | 2015-2020 | 2020-2025 | 2025-2030 | 2035-2040 | 2045-2050 | 2055-2060 | 2065-2070 | 2075-2080 | 2085-2090 | 2095-2100 |
| Значения темпа прироста | Максимальные | 1,27      | 1,24      | 1,18      | 1,0       | 0,96      | 0,91      | 0,85      | 0,83      | 0,81      | 0,77      |
|                         | Средние      | 1,09      | 0,98      | 0,87      | 0,7       | 0,56      | 0,42      | 0,32      | 0,24      | 0,17      | 0,11      |
|                         | Минимальные  | 0.91      | 0.71      | 0.55      | 0.37      | 0.14      | -0.09     | -0.26     | -0.43     | -0.58     | -0.7      |

---

Около 60% всего мирового населения живет в Азии (4,5 млрд чел.), 17% - в Африке (1,3 млрд. чел.), 10% - в Европе (742 млн. чел), 9% - в Латинской Америке и в странах Карибского бассейна - 646 млн. чел., и оставшиеся 6 % - в Северной Америке (361 млн. чел.) и Океании (41 млн. чел.).

Китай (1,4 млрд. чел.) и Индия (1,3 млрд. чел.) являются двумя наиболее населенными странами в мире, составляя по 19 и 18 % от общего количества соответственно.

Более чем половина ожидаемого роста численности мирового населения до 2050 года придется на страны Африки. Из ожидаемого прироста в 2,2 млрд. чел., на 1,3 млрд. чел увеличится численность, именно, в странах Африки. Вторым по приросту населения регионом в указанный период станет Азия, ожидаемый прирост более 750 млн. чел. [2].

Ожидаемый рост численности населения усилит все еще не решенную проблему обеспеченности пищевым белком. В настоящее время более половины мирового населения ощущает в питании острый дефицит белка, мировое производство животного белка в 4 раза меньше потребности в нем. Общий дефицит белка на планете составляет 10-25 млн. т год [3]. В связи с чем, как никогда ранее, стали максимально востребованы растительные источники белка, отличающиеся биодоступностью и дешевизной, в сравнении с животным белком.

Крайне тревожная ситуация с обеспеченностью пищевым белком в Индии. По данным [4] у 9 из 10 индийцев выявлен дефицит белка в питании. Проведенный анализ показал, что выявленный дефицит белка проявляется у 91% вегетарианцев и у 85% не вегетарианцев. Почти 60% белка в пищевой рацион индийцев поступает из злаковых культур. Данный белок отличается низкой усваиваемостью и качеством.

Аналогичная статистика существует и по другим регионам, испытывающим дефицит белка в питании, где основным источником белка являются растительные источники пищи. К таким регионам относится и Африка [5].

Пищевая ценность белков определяется их биологической ценностью и степенью усвояемости организмом, которая, в свою очередь, складывается из переваримости белка ферментами пищеварительного тракта и доли всасывания в тонком отделе кишечника.

Недостатком растительных источников белка, помимо неполноценного аминокислотного состава белков, является присутствие значительного количества природных компонентов, которые могут оказать негативное влияние на организм человека. Это могут быть обычные компоненты, присутствующие в чрезмерно высоких количествах, или компоненты с четко выраженной фармакологической активностью, токсические компоненты. Они могут избирательно ухудшать или блокировать усвоение нутриента, такие вещества принято называть антиалиментарными факторами питания [6].

К наиболее распространенным антиалиментарным факторам относятся — ингибиторы протеаз, лектины, алкалоиды, олигосахара, соли фитиновой кислоты (фитаты) и ряд других.

Некоторые из вышеназванных веществ проявляют высокую токсичность, часть — токсична только при определенных условиях, но большинство из них не представляет значительной опасности для здоровья человека, если продукты, их содержащие, не

употребляются в больших количествах [\[6\]](#).

Однако необходимо отметить, что в экономически слаборазвитых странах, основными белками, поступающими с пищей, являются, именно, растительные, потребление которых не отличается разнообразием, в связи с чем, в данных странах дефицит белка может быть вызван не только количественным недостатком белка, но и низкой его усвояемостью в связи с неполноценным аминокислотным составом белков, а также высоким содержанием антиалиментарных компонентов.

Более половины мирового населения испытывают дефицит микронутриентов и одна треть населения страдает от анемии и дефицита цинка, особенно, в развивающихся странах [\[7\]](#).

Одним из компонентов растительной пищи, который оказывает негативное влияние на усвоение белков, витаминов и минеральных веществ являются фитиновая кислота и ее соли (фитаты). Фитаты являются ингибитором, который хелатирует микронутриенты и препятствует их биодоступности моногастричным животным, в том числе, и человеку, в связи, с отсутствием у них фермента фитазы в пищеварительном тракте. Самыми сильными ингибиторами всасывания железа являются кальций, фитаты и полифенолы. Наиболее известными ингибиторами, мешающим усвоению цинка в организме также являются фитаты [\[8\]](#).

Открытие фитатов датируется периодом 1855-1856 гг. Хартинг первым описал маленькие круглые частицы в различных семенах растений похожие по своему размеру на крахмальные зерна картофеля [\[9\]](#).

Фитиновая кислота и фитаты (соли фитиновой кислоты, встречаются чаще всего в форме смешанного фитата кальция и магния) широко представлены в растительной пище, это связано с тем, что они являются основным фосфорсодержащим компонентом растений - запасаящая форма фосфора и инозитола в семенах, их содержание колеблется от 0,5 до 6% в бобовых, злаковых и масличных семенах [\[10\]](#). Фосфор, содержащийся в фитатах, составляет наибольшую часть (70-80%) от общего содержания фосфора в большинстве семян.

Фитаты обладают различными свойствами, по-разному влияющими на человека и животных. Эти компоненты работают в широком pH-диапазоне как сильные отрицательно заряженные ионы, в связи с чем, их присутствие в питание оказывает негативный эффект на биодоступность двухвалентных и трехвалентных ионов таких как цинк, двухвалентное и трехвалентное железо, кальций, магний, марганец и медь [\[11\]](#).

Декальцинирующий эффект фитатов растет по мере уменьшения соотношения кальция и фосфора в продукте и понижения обеспеченности организма человека витамином D [\[12,13,14\]](#). Фитиновая кислота вызывает снижение активности пищеварительных ферментов (амилаза, протеаза, липаза) [\[10\]](#).

Содержание фитатов существенно варьируется и по видам растений и по их представленности в конкретных частях, так, например, содержание фитатов в корнях и клубнях составляет менее 0,1%, а в семенах, ядрах, зерне может достигать до 10% [\[9\]](#).

В таблице 2 представлены данные по содержанию фитатов в злаковых и бобовых культурах, а также в орехах [\[9\]](#).

Таблица 2 - Содержание фитиновой кислоты/фитатов в злаковых, бобовых культурах и орехах г/100г продукта (сухого остатка)

| Продукт              | Содержание фитатов | Продукт                | Содержание фитатов |
|----------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| Пшеница (~25 сортов) | 0,39-1,35          | Чечевица               | 0,27-1,51          |
| Пшеничные отруби     | 2,1-7,3            | Соя                    | 1,00-2,22          |
| Зародыш пшеницы      | 1,14-3,91          | Концентрат белка сои   | 10,7               |
| Кукуруза             | 0,72-2,22          | Льняное семя           | 2,15-3,69          |
| Зародыш кукурузы     | 6,39               | Кунжут                 | 1,14-5,36          |
| Рис                  | 0,06-1,08          | Рапс                   | 2,50               |
| Рисовые отруби       | 2,56-8,7           | Концентрат белка рапса | 5,3-7,5            |
| Ячмень               | 0,38-1,16          | Подсолнечник жмых      | 3,9-4,3            |
| Сорго (~30 сортов)   | 0,57-3,35          | Арахис                 | 0,17-4,47          |
| Овес                 | 0,42-1,16          | Миндаль                | 0,35-9,42          |
| Рожь                 | 0,54-1,46          | Грецкий орех           | 0,2-6,69           |
| Просо                | 0,18-1,67          | Кешью                  | 0,19-4,98          |
| Тритикале            | 0,50-1,89          | Бразильский орех       | 0,29-6,34          |
| Дикий рис            | 2,20               | Фисташки               | 0,29-2,83          |
| Фасоль               | 0,61-2,38          | Фундук                 | 0,23-0,92          |
| Кормовые бобы        | 0,51-1,77          | Макадамия              | 0,15-2,62          |
| Горох                | 0,22-1,22          | Пекан                  | 0,18-4,52          |
| Вигна                | 0,37-2,90          | Кедровые орехи         | 0,2                |
| Нут                  | 0,28-1,60          |                        |                    |

Опасность потребления пищевых продуктов, содержащих большое количество фитатов, связана с несбалансированностью или недостаточностью питания, что чаще всего проявляется, именно, в развивающихся странах, а также с тем, что количество данного вещества не уменьшается в процессе традиционных способов приготовления пищи.

Значительное количество исследований посвящено уменьшению содержания фитатов в растительном сырье различными способами с целью повышения биологической доступности и уменьшения дефицита микроэлементов.

Существует несколько методов снижения содержания фитиновой кислоты в пищевом сырье и, как следствие, повышения пищевой ценности данного сырья. К этим методам относят генетическую модификацию, а также несколько методов предварительной обработки — вымачивание, проращивание, ферментация зерна с использованием фитазы [15].

В исследованиях ряда авторов было отмечено, что в процессе прорастания семян содержание фитатов значительно снижается [16].

Dagnia, и Petterson [17] в своих исследованиях отмечали снижение фитата в проращенных семенах в три раза, Reddy с коллегами [18] отмечал снижение содержания фитатов на 20,5-77,5%, в зависимости от вида бобовых. Большинство исследователей отмечают, что снижение содержания фитиновой кислоты идет на пятый день проращивания, однако, скорость снижения содержания фитатов зависит от вида и сорта

бобовых [19].

В связи с существенным эффектом, который оказывает процесс проращивания, нами был предложен процесс индуцированного автолиза для снижения содержания фитиновой кислоты и ее солей в бобовых культурах [20,21,22]. Данный метод частично воспроизводит ферментативные процессы, происходящие при прорастании семян, что приводит к увеличению пищевой ценности, улучшению функциональных свойств и инактивации антиалиментарных факторов. Процесс обработки включает следующие этапы: введение в суспензию муки бобовых кислоты для создания кислой среды, внесение в нее ферментных экзопрепаратов – кислых протеаз, активизирующих эндопротеазы сырья, последующая нейтрализация смеси и выдерживание ее в нейтральных условиях для осуществления процесса автолиза, имитирующего процесс прорастания [3].

На данный момент существует несколько способов количественной и качественной оценки содержания фитатов в растительных объектах, к ним относятся ВЭЖХ, спектрометрия индуктивно связанной плазмой, спектрометрия атомным излучением (ICP-AES), исключаящие мокрое озоление и спектрофотометрическое определение и др. [14]. Перечисленные методики требуют сложной техники и высококвалифицированного персонала, что доступно не во всех лабораториях. Поэтому был использован модифицированный метод непрямого количественного анализа, достаточно простой и надежный. Метод основан на спектрофотометрическом измерении и анионообменной хроматографии и включает следующие этапы: 1. Пробоподготовка - экстракция фитатов 2,4% соляной кислотой с последующим центрифугированием полученной суспензии 2. Пропускание отобранного супернатанта через анионообменную колонку, где фитаты элюируются раствором NaCl определенной концентрации. 3. Определение концентрации фитатов в элюате спектрофотометрическим методом.

Пробоподготовка состоит из следующих этапов: 1) 1 г пробы муки бобовых экстрагируют 20 мл 2,4% HCl в течение 2 часов. Если исследуемый образец отличается повышенной концентрацией жиров (более 5%), то перед экстракцией соляной кислотой необходимо провести обезжиривание. 2) Полученную суспензию центрифугируют 30 минут, скорость 8000 оборотов/минуту («Janetzki-T24», Германия). Супернатант в дальнейшем используют для определения в нем фитиновых кислот.

В работе использовали стеклянную колонку размером 0,7 x 15 см, которую набивали 1,5 г смолы (AG 1x4 хлорная форма). Подготовка колонки к работе включала промывку колонки 15 мл 0,7 н NaCl и 30 мл дистиллированной воды.

Перед нанесением пробы на колонку проводят разбавление, измеряют значение pH раствора и при помощи 1 н NaOH доводят его до 6,0. Из приготовленного раствора отбирают 10 мл и наносят на колонку. Проводят элюирование 15 мл 0,1 н NaCl (для удаления неорганических фосфатов), скорость протока - 1 мл/мин. Затем фитаты элюируют 15 мл 0,7 м NaCl. Полученный элюат используют для спектрофотометрического анализа.

До определения оптической плотности на спектрофотометре, необходимо довести pH элюата до 3,0 при помощи 1 н HCl. Полученный раствор смешивают с реагентом Wage (смесь 0,03 % FeCl<sub>3</sub>\*6H<sub>2</sub>O с 0,3 % сульфосалициловой кислотой в дистиллированной воде) в соотношении 3:1 и интенсивно перемешивают 5 секунд. Измерение проводят против воды на спектрофотометре при длине волны 500 нм, в 1 см<sup>3</sup> кварцевой кювете. Концентрация фитиновой кислоты и ее солей определяют, исходя из предварительно

построенной калибровочной кривой [14,23,24].

В качестве объекта для исследования были использованы бобы люпина узколистного, обладающего высокой пищевой ценностью и низким содержанием антиалиментарных компонентов [25,26].

Выбор люпина в качестве объекта исследования связан с необходимостью подтверждения возможности использования дополнительных растительных источников белка помимо сои, обладающих достоинствами соевых белков и не имеющих их недостатков. На современном этапе развития пищевой промышленности семена люпина все более активно внедряются в пищевое производство [27,28].

Содержание фитатов в различных видах люпина составляет от 0,03 [29] до 1,2 % [30].

Для устранения влияния процесса вымачивания на содержание фитатов в исследуемых образцах, контрольный образец муки семян люпина подвергался аналогичным процессам обработки, что и модифицированная мука люпина, но без внесения ферментных препаратов пепсина.

Полученные значения содержания фитатов в исследуемых образцах представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание фитатов в исследуемых образцах муки люпина и сои, мг/г

| Вид муки                    | Мука люпина<br>нативная | Мука люпина<br>модифицированная | Соевая мука |
|-----------------------------|-------------------------|---------------------------------|-------------|
| Содержание фитатов,<br>мг/г | 10,43                   | 7,66                            | 17,50       |

Полученные в ходе проведенного эксперимента данные (таблица 3) позволяют говорить об изменении количественного содержания фитатов в модифицированной муке, полученной из семян люпина, их концентрация уменьшилась, по сравнению с контролем (мука люпина, не подвергнутая индуцированному автолизу) на 27%, и это позволяет рекомендовать данный метод модификации, как достаточно надежный, для снижения содержания антиалиментарных факторов в семенах бобовых.

## Библиография

1. Кудряшева А. А., Преснякова О. П. Продовольственная безопасность: показатели, критерии, категории и масштабы // Пищевая промышленность. – 2005. №8. С. 18-21.
2. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Prospects: The 2017 Revision Volume I: Comprehensive Tables (ST/ESA/SER.A/399). New York: United Nations.
3. Растительный белок: новые перспективы: Сборник статей. М.: Пищепромиздат, 2000. – 179 с.
4. Manish Mahajan Clinical Survey: Protein Consumption in Diet of Adult Indians: A General Consumer Survey / Indian Medical Gazette april 2015, 149-150 pp.
5. Richard D. Semba The rise and fall of protein malnutrition in global health / Annals of Nutrition and Metabolism 2016, 69(2), 79-88 pp.
6. Нечаев А. П., Витол И. С. Безопасность продуктов питания. – М: Издательский комплекс МГУПП, 1999. – 87 с.
7. Mayer J. E., Pfeiffer W. H., Beyer P. Biofortified crops to alleviate micronutrient

- malnutrition. *Curr Opin Plant Biol.* 2008 Apr; 11(2), 166-170 pp.
8. Gbenyi D. I., Nkama I., Badau M. H. Modeling of residual polyphenols, phytic acid and protein digestibility of extruded sorghum-cowpea formulated foods/ *Food science and quality management* 2016, Vol. 48, 18-26 pp.
  9. Schlemmer Ulrich, Frølich Wenche, Prieto Rafel M. and Grases Felix Phytate in foods and significance for humans: Food sources, intake, processing, bioavailability, protective role and analysis/*Mol. Nutr. Food Res.* 2009, 53, 330 – 375 pp.
  10. Lott J., Ockenden I. et al. Phytic acid and phosphorus in crop seeds and fruits: a global estimate seed / *Science Research.* – 2000. № 10. P. 11–33.
  11. Wu, P., Tian J. C., Walker C. E. and Wang F. C. Determination of phytic acid in cereals. A brief review. *Tnt. Journal of Food Science and Technology*, 2009, 144, 1671-1676 pp.
  12. Layrisse M., García-Casal M. et al. Iron bioavailability in humans from breakfasts enriched with iron bis-glycine chelate, phytates and polyphenols / *The journal of nutrition*, 2000 (Sep.). № 130 (9), 2195-2199 pp.
  13. Hidvegi M., Lasztity R. Phytic acid content of cereals and legumes and interaction with proteins // *Periodica Polytechnica. Ser.Chem.Eng.* – 2002. Vol. 46. № 1–2. P. 59–64.
  14. Graf E., Dintzis F. High-performance liquid chromatographic method for the determination of phytate // *Analitical Biochemistry.* – 1982. № 119, 413-417 pp.
  15. Raj Kishor Gupta, Shivraj Singh Gangoliya, and Nand Kumar Singh Reduction of phytic acid and enhancement of bioavailable micronutrients in food grains / *J Food Sci Technol*, 2015 Feb; 52(2): 676–684 pp.
  16. Vashishth A., Ram S., Beniwal V. Cereal phytases and their importance in improvement of micronutrients bioavailability / *3 Biotech* 2017 May; 7(1):42.
  17. Dagnia S., Petterson D. et al. Germination alters the chemical composition and protein quality of lupin seeds / *Journal of the Science of Food and Agriculture.* – 1992. Vol.60. Issue 4, 419-423 pp.
  18. Reddy N., Sathe S., Salunke D. 1982 Phytates in legumes and cereals. *Advances in Food Research.* – 1982. Vol. 28 P. 1-93.
  19. Lu S., Kim H. et al. Changes in phytase activity and phytate during the germination of six canola cultivars / *J. Food Sci.* – 1987. Vol. 52, 173-175 pp.
  20. Елисеева Л. Г., Рыжакова А. В., Махотина И. А., Белкин Ю. Д. Влияние собственных эндоферментов на модификацию химического состава и технолого-функциональные свойства растительных белковых препаратов люпина / *Плехановский научный бюллетень*, 2012, 2(2), стр. 21-34.
  21. Елисеева Л. Г., Рыжакова А. В. и др. Управление качеством пищевых функциональных ингредиентов. Монография – М.: Палеотип, 2013.-210 с.
  22. Браудо Е. А., Даниленко А. Н. и др. Повышение пищевой ценности белков люпина методом ограниченного ферментативного гидролиза // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология.*-2006. № 2-3 (291-292). С. 69-70.
  23. Fruhbeck G., Alonso R. A modified method for the indirect quantitative analysis of phytate in foodstuff / *Analytical biochemistry.* – 1995. № 225. P. 206-212.
  24. Vaintraub I., Lapteva N. Colorimetric determination of phytate in unpurified extracts of seeds and the products of their processing // *Analytical biochemistry.* – 1988. Vol. 175. Issue 1. P. 227-230.
  25. Musco N., Cutrignelli M. I., Calabrò S., Tudisco R. et al. Comparison of nutritional and antinutritional traits among different species (*Lupinus albus* L., *Lupinus luteus* L., *Lupinus angustifolius* L.) and varieties of lupin seeds. / *J Anim Physiol Anim Nutr*

- (Berl), 2017 Dec;101(6):1227-1241 pp.
26. Елисеева Л. Г., Рыжакова А. В. и др. Удовлетворение потребностей населения в пищевом белке – важнейшая задача обеспечения продовольственной безопасности России // Плехановский научный бюллетень, 2012, 2(1), стр. 7-16.
  27. Елисеева Л. Г., Рыжакова А. В. и др. Характеристика потребительских преимуществ и конкурентоспособности белковых препаратов люпина // Товаровед продовольственных товаров, 2012, № 2, с. 19-20.
  28. Awad R. A., Salama W. M., Farahat A. M. Effect of lupine as cheese base substitution on technological and nutritional properties of processed cheese analogue / Acta Sci Pol Technol Aliment, 2014 Jan-Mar;13(1):55-64 pp.
  29. Prusinski J. White Lupin (*Lupinus albus* L.) – Nutritional and Health Values in Human Nutrition – a Review / Czech J. Food Sci., 35, 2017 (2): 95–105 pp.
  30. Mohamed A. A. and Rayas-Duarte P. Composition of *Lupinus albus* / Cereal Chem., 1995, Vol. 72(6): 643-647 pp