

**«КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИТНЫХ МУЧНЫХ СМЕСЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ И РАЗЛИЧНЫХ БОБОВЫХ КУЛЬТУР»**

**Хамидова Ф.Ю., Раимов Ж.Ф.**

**Ташкентский государственный аграрный университет**

***Аннотация.** Исследована технология получения композитных смесей из муки зерна пшеницы и чечевицы. Установлена качественные показатели и физико-химическая характеристика композитных смесей.*

***Ключевые слова:** зерна пшеницы и чечевицы, композитная смесь муки, качественные показатели и физико-химическая характеристика, белковый состав композита.*

**"COMPREHENSIVE STUDY OF THE QUALITY AND PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF COMPOSITE FLOUR BLENDS OBTAINED FROM WHEAT GRAIN AND VARIOUS LEGUME CROPS"**

**Khamidova F.Yu., Raimov J.F.**

**Tashkent State Agrarian University**

***Annotation:** Technology of obtaining the composite mixtures from wheat and lentil flour has been studied. Qualitative indicators and physical-chemical characteristics of composite mixtures have been established.*

***Keywords:** grains of wheat and lentils, composite flour mixture, quality indicators and physical-chemical characteristics, protein composition of the composite.*

**Введение.** В последние время в республике большое внимание уделяется на расширение посевных площадей зерна пшеницы и чечевицы [1-3] такие виды зернобобовых культур являются основными источниками получения муки [4-6]. Составление композитных смесей муки из таких видов сырья представляется актуальным вопросам. Композиты характеризуются с высокой биологической ценностью.

Одним из путей создания продуктов, обеспечивающих здоровое питание, является обогащение их витаминами, минеральными веществами, белком и пищевыми волокнами [7, 8].

Важнейшая роль среди элементов питания принадлежит белкам, основная функция которых заключается в снабжении организма человека аминокислотами, необходимыми для синтеза собственных белков организма [9]. Белки являются пластическим материалом [10].

Кроме белков важное значение имеют пищевые волокна. Растительные пищевые волокна – комплекс биополимеров, включающий клетчатку, гемицеллюлозу, пектиновые вещества, лигнин [11]. Роль пищевых волокон в питании многообразна.

Учитывая выше изложенное, основное направление исследований было направлено на разработку композитных мучных смесей на основе пшеничной хлебопекарной муки, обогащенных полноценным белком, пищевыми волокнами и минеральными веществами за счет семян чечевицы.

**Цель работы** направлена на получение композитных мучных смесей из зерна пшеницы и чечевицы.

**Объектами исследования** явились семена чечевицы сорта Сарбон, измельченные до порошкообразного состояния с размером частиц 400–500 мкм, мука пшеничная хлебопекарная сортов высший, первый, второй, обойная и композитные мучные смеси на их основе.

**Методы исследования.** При исследовании химического состава измельченных семян чечевицы определяли следующие показатели: массовую долю воды – по ГОСТ Р 54951; белка – методом Кьельдаля; жира – экстракционным методом с предварительным гидролизом навески по ГОСТ 13496.15; пищевых волокон – по ГОСТ 13496.4; золы – по ГОСТ 27494; минеральных веществ: кальция – по ГОСТ 26570, магния – по ГОСТ 30502, фосфора – фотометрическим методом по ГОСТ 26657. Аминокислотный состав устанавливали с помощью аминокислотного анализатора Biochrom 30 (Biochrom, England) на колонке Ultropac в литий-цитратной буферной системе; содержание триптофана – по ГОСТ 13496.21. Коэффициент рациональности аминокислотного состава белков рассчитывали по методу Липатова [12].

**Результаты и их обсуждение.** Выбор чечевицы был обусловлен тем, что она обладает высокой пищевой и биологической ценностью. Семена чечевицы

отличаются высоким содержанием белка (21,3–36,0 %), сбалансированного по аминокислотному составу. В белках семян основными фракциями являются глобулины (85,9 %), причем белки по своей природе полноценные. Чечевица богата минеральными веществами, в том числе калием, кальцием, магнием, цинком, железом, медью и селеном. Кроме того, семена чечевицы характеризуются высоким содержанием витаминов:  $\beta$ -каротин, РР, В1, В2, В6. Семена чечевицы используют как в повседневном рационе, так и в лечебном, детском и вегетарианском питании [13]. Пшеничную хлебопекарную муку различных сортов выбрали как наиболее востребованное сырье в производстве многих продуктов питания. При оценке биологической ценности белка использовали следующие показатели.

Коэффициент утилитарности  $j$ -ой незаменимой аминокислоты  $\alpha_j$

$$\alpha_j = \frac{C_{\min}}{C_j} \quad (1)$$

Коэффициент рациональности аминокислотного состава  $R_c$ , численно характеризующий сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к физиологически необходимой норме (эталону). В случае, когда  $C_{\min} \leq 1$ , коэффициент рациональности аминокислотного состава может быть рассчитан по следующей формуле

$$R_c = \frac{\sum_{j=1}^n (\alpha_j A_j)}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad (2)$$

Показатель «сопоставимой избыточности» содержания незаменимых аминокислот ( $\sigma$ ), характеризующий суммарную массу незаменимых аминокислот, не используемых на анаболические нужды в таком количестве белка оцениваемого продукта, которое эквивалентно по их потенциально утилизируемому содержанию 100 г белка эталона.

$$\sigma = \frac{\sum (A_j - C_{\min} A_{\Sigma j})}{C_{\min}}$$

(3)

В вышеприведенных формулах приняты следующие обозначения:  $C_j$  – скор  $j$ -ой незаменимой аминокислоты оцениваемого белка по отношению к физиологической норме (эталону), дол. ед.;  $C_{\min}$  – минимальный скор незаменимых аминокислот оцениваемого белка по отношению к физиологической норме (эталону), дол. ед.;  $A_j$  – массовая доля  $j$ -ой незаменимой аминокислоты в сырье, г/100 г белка;  $A_{\Sigma j}$  – массовая доля  $j$ -ой незаменимой аминокислоты, соответствующая физиологически необходимой норме (эталону), г/100 г белка.

На первом этапе исследования определяли химический состав измельченных семян чечевицы и проводили сравнительный анализ с пшеничной хлебопекарной мукой. Химический состав компонентов композитных мучных смесей представлен в табл. 1.

**Таблица 1.**

**Химический состав компонентов композитных мучных смесей**

| Показатель         | Компонент композитной мучной смеси |        |        |         |                                     |
|--------------------|------------------------------------|--------|--------|---------|-------------------------------------|
|                    | Мука пшеничная хлебопекарная       |        |        |         | Измельченные<br>семена<br>чечевицы* |
|                    | сорт                               |        |        |         |                                     |
|                    | высший                             | первый | второй | обойная |                                     |
| Вода, %            | 14,0                               |        |        |         | 7,3                                 |
| Белки, %           | 10,3                               | 10,6   | 11,6   | 11,5    | 24,7                                |
| Жиры, %            | 1,1                                | 1,3    | 1,8    | 2,2     | 1,3                                 |
| Углеводы, %        | 70,1                               | 68,5   | 64,2   | 60,8    | 49,3**                              |
| Пищевые волокна, % | 3,5                                | 4,4    | 6,7    | 9,3     | 14,1                                |
| Зола, %            | 0,5                                | 0,7    | 1,1    | 1,5     | 3,2                                 |

|                     |           |           |           |            |         |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|------------|---------|
| Кальций, мг/100 г   | 18        | 24        | 32        | 30         | 76      |
| Магний, мг/100 г    | 16        | 44        | 73        | 94         | 75      |
| Фосфор, мг/100 г    | 86        | 115       | 184       | 336        | 180     |
| Соотношение Ca:Mg:P | 1:0,9:4,8 | 1:1,8:4,8 | 1:2,3:5,8 | 1:3,1:11,2 | 1:1:2,4 |

Как видно из данных, приведенных в табл.1., в муке пшеничной, независимо от ее сорта, а также в измельченных семенах чечевицы преобладают углеводы и белки. При этом содержание белков в измельченных семенах чечевицы составляет 24,7 %, что в 2,4–2,1 раза выше содержания в муке пшеничной (10,3–11,5 %). Кроме того, измельченные семена чечевицы превосходят муку пшеничную по содержанию пищевых волокон, минеральных веществ, в том числе кальция и магния.

В табл.2. приведен аминокислотный состав компонентов композитной мучной смеси.

**Таблица 2.**

**Аминокислотный состав компонентов композитных мучных смесей**

| Аминокислота       | Эталон | Содержание аминокислоты, мг/г белка компонента |        |        |         |                                     |
|--------------------|--------|------------------------------------------------|--------|--------|---------|-------------------------------------|
|                    |        | Мука пшеничная хлебопекарная сорт              |        |        |         | Измельченные<br>семена<br>чечевицы* |
|                    |        | высший                                         | первый | второй | обойная |                                     |
| Валин              | 50     | 45,7                                           | 48,1   | 44,9   | 44,0    | 39,3                                |
| Изолейцин          | 40     | 41,7                                           | 50     | 47,9   | 49,6    | 30,8                                |
| Лейцин             | 70     | 78,3                                           | 76,7   | 71,8   | 69,6    | 58,3                                |
| Лизин              | 55     | 24,3**                                         | 25**   | 28,2** | 31,2**  | 58,3                                |
| Метионин + цистеин | 35     | 34,3                                           | 37,7   | 36,7   | 36,8    | 26,3**                              |
| Треонин            | 40     | 30,2                                           | 30     | 31,5   | 31,2    | 34,0                                |
| Триптофан          | 10     | 9,7                                            | 11,3   | 11,1   | 11,2    | 20,6                                |

|                       |     |      |      |      |      |      |
|-----------------------|-----|------|------|------|------|------|
| Фенилаланин + тирозин | 60  | 72,8 | 83   | 79,1 | 77,8 | 73,3 |
| Сумма НАК             | 360 | 337  | 362  | 351  | 351  | 341  |
| Скор, %               | 100 | 44   | 45   | 51   | 57   | 75   |
| Коэффициент $R_c$     | 1,0 | 0,47 | 0,45 | 0,53 | 0,58 | 0,79 |
| Показатель $\sigma$   | 0   | 40,3 | 43,6 | 32,5 | 26,0 | 9,4  |

Из данных табл. 2 следует, что белки пшеничной хлебопекарной муки не являются полноценными. Коэффициент рациональности аминокислотного состава ( $R_c$ ), численно характеризующий сбалансированность незаменимых аминокислот белков муки, значительно ниже (0,47; 0,45; 0,53; 0,58) по отношению к физиологически необходимой норме (1,0) и по сравнению с белками измельченных семян красной чечевицы (0,79). Кроме того, белки пшеничной муки отличаются величинами показателя «сопоставимой избыточности» содержания незаменимых аминокислот ( $\sigma$ ) (40,3; 43,6; 32,5; 26,0), которые значительно превышают эталон (0). При разработке композитных мучных смесей руководствовались основным принципом процесса создания нового продукта с повышенной биологической ценностью белка.

По мере добавления в пшеничную муку измельченных семян чечевицы повышается величина коэффициента аминокислотной сбалансированности белка ( $R_c$ ). Максимальное значение коэффициента аминокислотной сбалансированности белка отмечено при содержании измельченных семян чечевицы (%) в композитной мучной смеси с мукой пшеничной хлебопекарной высшего сорта – 48; первого сорта – 58; второго сорта – 44; сорта обойная – 42. Одновременно установлено снижение величины показателя  $\sigma$ . Аминокислотный состав вышеуказанных композитных мучных смесей и показатели биологической ценности белков представлены.

Анализ данных, представленных свидетельствует, что добавление в пшеничную хлебопекарную муку измельченных семян чечевицы позволяет создать продукт с высоким содержанием белка (18,9–17,0 %), пищевых волокон (11,32–8,6 %) и минеральных веществ (2,21–1,9 %), в том числе кальция и магния. При этом по сравнению с пшеничной сортовой мукой (табл.2.) соотношение Са:Mg:P в композитных мучных смесях ближе к оптимальному. Разработанные композитные мучные смеси по органолептическим показателям отличались от муки пшеничной хлебопекарной по запаху и цвету. Композитные мучные смеси имели следующие характеристики по цвету: на основе пшеничной хлебопекарной муки высшего и первого сортов – кремовый с включением мелких частиц красного цвета; пшеничной хлебопекарной муки второго сорта – кремовый с сероватым оттенком с включением мелких частиц серого цвета; пшеничной хлебопекарной муки обойной – кремовый с сероватым оттенком с заметными частицами оболочек зерна и с включением мелких частиц желтого цвета.

Таким образом, сравнительный анализ химического и аминокислотного составов муки пшеничной хлебопекарной и измельченных семян чечевицы показал значительное превосходство последних по содержанию белка и его биологической ценности, пищевых волокон и минеральных веществ, в том числе кальция и магния. Данные факты послужили для выбора семян чечевицы, измельченных до порошкообразного состояния с размером частиц 400–500 мкм, в качестве компонента при разработке композитных мучных смесей на основе пшеничной хлебопекарной муки с высокой пищевой и биологической ценностью.

**Мука из зерна ячменя местной селекции: производство и характеристики**

**Хамидова Ф.Ю., Раимов Ж.Ф.**

**Ташкентский государственный аграрный университет**

**Министерство сельского хозяйства Республики Узбекистан**

**Аннотация.** Предложена технология производства муки из местных сортов зерна ячменя. Установлены химический состав и технологические характеристики муки. Даны характеристика качества и физико-химических показателей муки из зерна ячменя.

**Ключевые слова:** местные сорта зерна ячменя, получение муки, показатели качества, технологическая характеристика.

## **Flour from locally bred barley grain: production and characteristics**

**Khamidova F.Yu., Raimov J.F.**

**Tashkent State Agrarian University**

**Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan**

### **Annotation.**

*Technology of production of flour from local varieties of lentil grains has been proposed. Chemical composition and technological characteristics of flour have been established. The characteristics of the quality and physical-chemical parameters of flour from lentil grains have been given.*

**Keywords:** local varieties of lentil grain, flour production, quality indicators, technological characteristics.

**Введение.** Зернобобовые культуры характеризуются с высоким содержанием белковых веществ в своем составе [1-3]. Отдельные из них используются для производства муки [4, 5].

Местные сорта зерна ячменя является сырьевыми источниками для производства муки высокого качеств. В связи с этим исследования направленные на производства муки из зерна ячменя представляется актуальным.

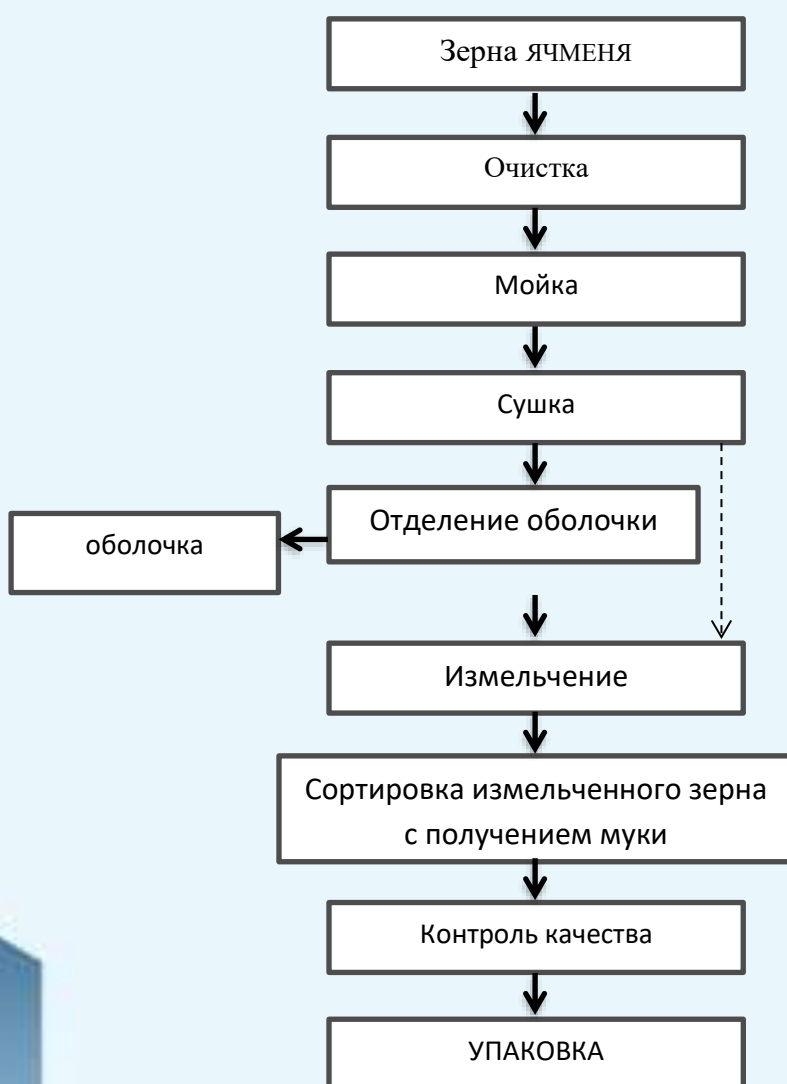
**Цель работы** направлена на производство муки из местного сорта зерна ячменя.

**Объектами исследования** являлись местные сорта зерна ячменя технологические стадии производства муки, показатель качества и физико-химическая характеристика муки, микроскопические анализы и оценка структуры муки.

**Методы исследования.** Для проведения экспериментальных анализов и оценок использованы современные способы, применены методы микроскопического анализа структуры и оценка биологических компонентов муки.

### **Результаты и обсуждение.**

Для получения ячменной муки в работе использована классическая схема получения муки из бобовых культур, включающая следующие основные операции: подготовка зерна к помолу, в том числе очистка от примесей, мойка, сушка, удаление семенных оболочек; помол, просеивание и контроль (рис.1).



**Рис.1. Схема производства муки из зерна ячменя**

В случае получения цельносмолотой муки операция обрушивания отсутствует. Инактивация ингибиторов трипсина не проводилась, поскольку

результаты изучения активности ингибиторов трипсина в бобах ячменя свидетельствуют о низкой трипсинингибирующей активности для зерна ячменя использованных в работе сортов.

В лабораторных условиях по указанной схеме была получена ячменная мука (цельносмолотая и из очищенного от семенных оболочек зерна ячменя) и исследован ее химический состав (табл.1).

Мука ячменная цельнозерновая — это продукт, получаемый путём перемалывания зёрен ячменя. С древних времён блюда из ячменной цельнозерновой муки готовили люди небогатого сословия, благодаря неприхотливости выращивания исходного сырья и его пользе. Именно из неё выпекали «сбежавшего» колобка или яшные лепёшки. Своими сбалансированными свойствами цельнозерновая мука смогла спасти не одну детскую жизнь, потому как из неё готовили питательную белковую смесь для ребёнка.

В наше время ценность данного продукта позволяет его применять в составе рецептов здорового питания. Мука ячменная цельнозерновая не только полезна, но и обладает приятным ореховым вкусом. Благодаря высокому содержанию клетчатки, полезных веществ и минералов используется в приготовлении любой выпечки и каш.

Мука ячменная цельнозерновая: польза для организма стимулирование и улучшение мозговой активности; улучшение памяти; повышение концентрации и способности к обучению; повышение жизненного тонуса;

профилактика заболеваний нервной системы; регуляция уровня сахара в крови; укрепление иммунитета; нормализация обмена веществ; профилактика анемии; выведение из организма шлаков, токсинов и лишней жидкости; восстановление кожного покрова, выравнивание его цвета; находящиеся в составе антиоксиданты очищают кровь от частиц под названием «свободные радикалы»; замедление процессов старения, избавление от мелких морщинок на лице; укрепление костного скелета, хрящевой ткани и зубов.

Содержащаяся в продукте клетчатка оказывает благотворное влияние на скорость обмена веществ при переваривании пищи. Она способствует лучшему

усвоению полезных компонентов и быстрому выведению из организма вредных веществ и токсинов, благодаря чему снижается вес. Поэтому ячменная цельнозерновая мука хороша для похудения. Важно не злоупотреблять продуктом, иначе его употребление произведёт обратный эффект.

**Таблица 1.**

**Химический состав муки, полученной из зерна ячменя**

| Показатель                      | Содержание, % на сухое вещество |
|---------------------------------|---------------------------------|
| Влага                           | 13.0                            |
| Белок                           | 10.0                            |
| Жир                             | 2.1                             |
| Клетчатка                       | 4.5                             |
| Зола                            | 2.6                             |
| Крахмал                         | 63.0                            |
| Сахара                          | 2.0                             |
| $\beta$ -глюканы                | 4.0                             |
| Минеральные вещества (К, Р, Mg) | 1.5                             |

Данные химического состава муки из зерна ячмени свидетельствуют, что преобладающими фракциями являются крахмальная и белковая. Результаты, представленные в табл.1.

Так как имеется польза ячменной муки имеются особые правила выбора муки ячменной. Выбирая ячменную цельнозерновую муку в магазине, важно уделить внимание качеству упаковки и информации, указанной на этикетке. Главное, чтобы срок годности был с необходимым запасом, а в составе не было посторонних добавок.

Состав, калорийность, пищевая ценность на 100 грамм. Количественный состав того или иного вещества в муке ячменной цельнозерновой варьируется в зависимости от степени свежести и способа хранения продукта. Также имеют значение экологические особенности места произрастания исходной культуры и использованные агротехнические методы для её выращивания.

Гликемический индекс-30 (низкий).

Калорийность: 280 Ккал.

Энергетическая ценность: белки – 10 г; жиры – 1,6 г; углеводы – 56,1 г;

Химический состав: Клетчатка — 1,5 г; Вода — 14 г.;

Витамины: В; В1; В2; В5; В6; В9; В12; Е; А; D; Н; С; К; РР.

Минералы: Калий — 147 мг; Кальций — 58 мг; Магний — 63 мг; Натрий — 10 мг; Сера — 105 мг; Фосфор — 275 мг; Железо — 0,7 мг; Марганец — 1,034 мг; Медь — 343 мкг; Селен — 37,7 мкг; Цинк — 2 мг.

Биоактивные вещества: бета-каротин; холин; крахмал; насыщенные Омега-3, Омега-6; Моно- и дисахариды (сахара).

Анализ физико-химических и функционально-технологических показателей ячменной муки позволяет прогнозировать следующие перспективные направления ее использования в рецептурах пищевых систем. Мука ячменная может использоваться в качестве структурообразующей добавки, влагоудерживающего компонента, для восполнения дефицита белка в рецептуре хлеба, хлебобулочных, макаронных, мучных и сахаристых кондитерских изделий, мясных изделий, соусов и майонезов, овощных и мясорастительных консервов [10]. Данные табл. 1 и 2 свидетельствуют, что для ячменной муки характерна достаточно высокая кислотность. Следовательно, добавка ячменной муки будет способствовать увеличению кислотности композитной муки. Очевидно, это один из факторов, обуславливающих ускорение процесса брожения теста и сокращение технологического процесса приготовления хлеба.

Цвет ячменной муки – светло-желтый, что связано с высоким содержанием каротиноидов (содержание бета-каротина составляет 0,09мг/100г). Поэтому значение показателя белизны для ячменной муки достаточно низкое и находится на уровне, характерном для пшеничной муки второго сорта.

Основным достоинством пищевых волокон является их роль в нормализации пищеварения. Таким образом, результаты проведенных исследований позволили разрабатывать технологии получения муки из зерна ячменя и устанавливать качественные показатели физико химической характеристики полученной продукции.

### **Список использованной литературы:**

1. Казаков Е.Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Е.Д. Казаков. М: Агропромиздат, 1989. – 368 с.
2. Антипова Л.В. Ячмень: перспективы использования в технологии пищевых продуктов: монография / Л.В. Антипова, Е.Е. Курчаева, В.И. Манжесов [и др.] - Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2010. - 255 с.
3. Боднар Г.В, Лавриненко Г.Т. Зернобобовые культуры. // Москва, Колос, 2015. С. 159-162.
4. Васнева И.К., Бакуменко О.Е. Ячменя - сырье для производства продуктов антистрессовой направленности // Пищевая промышленность. - 2010. - №8. - С. 20-23.
5. Aasim, M. In Vitro regeneration from plumule explants of lentil (.Lens culinaris Medik.) / M. Aasim, K.M. Khawar, S. Ozcan // Legumes for Global Health. Legume Crops and Products for Food, Feed and Environmental Benefit: 5th International Food Legumes Research Conf. (IFLRC V) & 7th European Conf. on Grain Legumes (AEP VII) (April 26-30, 2010, Antalya). - Antalya, 2010.-P. 175.
6. Ермаков А.И. Методы биохимического исследований растений / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош. – Л.: Агропроимздат, 1987. – 430 с.
7. Нечаев А.П. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Кочеткова и др.; под ред. А.П. Нечаева. – СПб: ГИОРД, 2007. – 640 с.
8. Плешаков Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений. — М.: «Колос».- 2008.-439 с.
9. Нечаев А.П. Белки пшеницы. Технология получения и применения (состояние, проблемы, пути развития) / А.П. Нечаев, Г.Н. Дубцова, В.В. Колпакова// Известия вузов. Пищевая технология. – 1995.- №1-2.-С.28-30.



10. Васнева И.К., Бакуменко О.Е. Ячмень - сырье для производства продуктов антистрессовой направленности // Пищевая промышленность. - 2010. - №8. - С. 20-23.