

## ХАРАКТЕРИСТИКА НОВЫХ СОРТОВ МУКИ ИЗ ОВСА ГОЛОЗЕРНОГО

*Т.А. Дубина, Л.А. Касьянова, С.Н. Баитова*

Исследованы физико-химические показатели качества различных сортов муки из овса голозерного в сравнении с мукой из овса пленчатого. Проведено исследование гранулометрической характеристики и микроструктуры муки из овса голозерного. Изучен химический состав и белковый комплекс новых сортов муки. Рассчитана энергетическая ценность различных сортов муки из овса голозерного.

### **Введение**

В настоящее время из овса пленчатого вырабатывают муку сортовую (высшего, первого и второго сорта) и муку овсяную. Традиционно овсяная мука, вырабатываемая в Республике Беларусь, представляет собой размолотую овсяную крупу, предварительно подвергнутую гидротермической обработке (ГТО). В технологическом процессе получения такой муки не происходит разделения анатомических частей зерновки. Помол проводят на молотковой дробилке или на рифленых или гладких вальцах. Обычно такая мука представляет собой продукт мелкого помола, не слишком белая, несколько грубее пшеничной муки [1].

В России разработаны способы получения овсяной муки из зерна и крупы из овса пленчатого, включающие очистку зерна от примесей, шелушение, шлифование. Затем шлифованную недробленую крупу пропаривают, подсушивают, размалывают на четырех размольных системах и просеивают [2, 3].

Недостатками этих способов являются значительное уменьшение в муке биологически активных веществ, так как при переработке зерна удаляются его ценные компоненты: зародыш, алейроновый слой, многослойные оболочки, богатые витаминами и другими биологически активными веществами, и выработка в процессе переработки овса или крупы только одного сорта овсяной муки. Кроме того, данная мука имеет более низкую биологическую ценность, так как крупа подвергается пропариванию.

В республике кроме овса пленчатого выращивают овес голозерный, имеющий ряд преимуществ. Ввиду отсутствия пленок в зерновке овса голозерного можно значительно снизить энергоемкость процесса его переработки в муку. Зерно овса голозерного имеет высокое содержание белка, жира, крахмала, витаминов при низком содержании клетчатки, содержит все незаменимые аминокислоты, органические соединения железа, фосфора, кальция, что обуславливает его высокую пищевую ценность [4, 5]. Из зерна овса голозерного получены новые сорта муки, показатели качества которой исследованы недостаточно. Поэтому необходимо провести исследование микроструктуры, физико-химических свойств и пищевой ценности новых сортов муки, которые являются основой для ее использования в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий.

Целью данной работы является комплексная оценка технологических свойств новых сортов муки из овса голозерного, выращенного в Республике Беларусь.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Перед помолом зерно овса голозерного подвергали ГТО со следующими режимами: влажность зерна на I драной системе 13,0 % – 14,0 %, длительность отволаживания – 3–4 часа. Затем производили размол зерна в муку сортовую на трех драных и трех размольных системах и в муку обойную – на трех драных системах. Полученная мука по показателям качества соответствовала ТУ ВУ 200127127.001-2011 «Мука из овса голозерного «Брестская».

Показатели качества исследуемых образцов муки определяли в соответствии с общепринятыми методиками: органолептические показатели качества муки – ГОСТ 27558; определение крупности муки – ГОСТ 27560; определение влажности муки – ГОСТ 9404; определение зольности муки – ГОСТ 27494; определение белка – по ГОСТ 10846; определение крахмала –

по ГОСТ 10845; определение сахаров – по методу Бертрана [6]; определение содержания жира – по ГОСТ 29033; определение клетчатки по методу Кюршнера и Ганека [7]; определение содержания аминокислот [6] и по ГОСТ 13496.21; определение содержания витаминов группы В [8]; определение содержания витамина Е [9]; определение содержания витамина РР – по ГОСТ 29140; определение фракционного состава белка [7].

Гранулометрический состав муки из овса голозерного определяли просеиванием навески муки массой 100 г на лабораторном рассеве РЛ-3М с использованием стандартных капроновых сит с размером ячеек от 70 до 650 мкм. Размер частиц схода продукта с определенного сита соответствовал полусумме размеров двух смежных сит, сходом и проходом которых получена данная фракция.

Расчет энергетической ценности муки проводили путем умножения значений удельной энергетической ценности белков, жиров и углеводов на их содержание в продуктах. Энергетическая ценность принималась 16,7 кДж для белков; 37,6 кДж для жиров; 16,7 кДж для углеводов [10].

Крупность муки является одним из важнейших показателей качества, включенных в стандарты различных стран. Размеры частиц муки в значительной мере влияют на скорость протекания биохимических и коллоидных процессов при тестоприготовлении и, вследствие этого, на свойства полуфабрикатов и качество мучных изделий. На рисунке 1 представлена гранулометрическая характеристика различных сортов муки из овса голозерного.

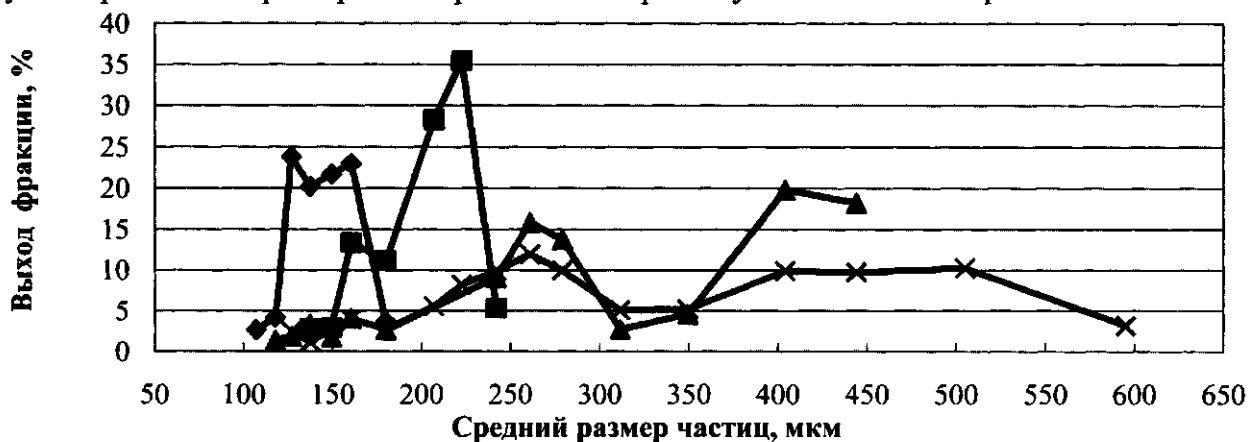
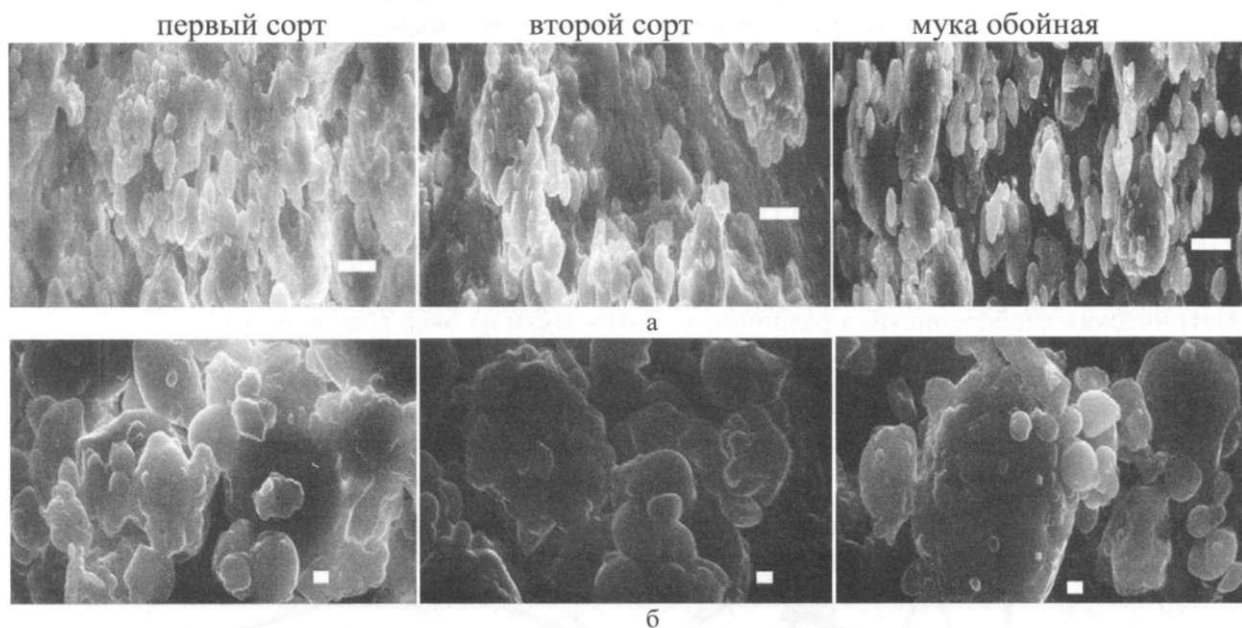


Рисунок 1 – Гранулометрический состав муки из овса голозерного

Мука высшего сорта, полученная из зерна голозерного овса, характеризуется размером частиц от 115 до 180 мкм. Наибольший выход (88,6 %) имеют фракции с размером частиц 125–165 мкм. Мука высшего сорта отличается наличием большего количества мелкой фракции, чем мука первого сорта. Мука первого сорта отличается большими размерами частиц. Размер частиц составляет от 130 до 240 мкм. Наибольший выход (63,7 %) имеют фракции размером частиц 210 мкм. Мука второго сорта характеризуется размером частиц от 110 до 450 мкм. Основное содержание (75,0 %) составляют фракции муки с размером частиц 255–450 мкм. Анализ гранулометрического состава муки обойной показал, что она характеризуется размерами частиц от 130 до 600 мкм. Основные размеры частиц муки – 250–510 мкм, что значительно выше, чем у высшего и первого сортов. Следует отметить, что мука обойная характеризуется большей вариацией размеров частиц.

Микроструктура муки характеризует структурно-механические свойства теста и влияет на ход технологического процесса, что обуславливает качество готовых изделий. При изучении микроструктуры пробы муки из голозерного овса просматривали в электронном сканирующем микроскопе (увеличение в 1000 и 4000 раз) и фотографировали. Анализ фотографий микроструктуры овсяной муки (увеличение в 1000 раз) показал, что мука является неоднородной по структуре (рисунок 2 а). В муке имеют место крупные нераздробленные конгломераты, а также средние и мелкие углеводно-белковые ассоциаты. Нераздробленных конг-

ломератов мало, и они состоят из белковой матрицы мучнистого ядра эндосперма с включением в нее крахмальных зерен. Преобладают в муке из овса голозерного, в основном, средние и мелкие углеводно-белковые ассоциаты. Они представлены крахмальными зернами, которые покрыты непрерывным слоем прикрепленного белка, за счет которого происходит их сцепление. Белковая матрица объединяет мелкие зерна крахмала в отдельные структурные единицы. На поверхности белковой матрицы, образующей эти структурные единицы, возможно наличие глобул белка. В средних ассоциатах крахмальные зерна имеют величину от 10 до 15 мкм, мелкие ассоциаты состоят из отдельных крахмальных зерен размером от 2 до 7 мкм, соединенных между собой слоем белка.



а – среднее образование (увеличение в 1000 раз); б – зерна крахмала (увеличение в 4000 раз)

**Рисунок 2 – Микроструктура муки из овса голозерного**

В целом мука первого сорта обладает наличием частиц, более мелких, чем мука второго сорта. Обойная мука характеризуется наличием довольно крупных крахмальных зерен, окруженных мелкими частицами (1–2 мкм) (рисунок 2 б). Таким образом, микрофотографии свидетельствуют, что в муке из голозерного овса мало конгломератов, преобладают средние и мелкие углеводно-белковые ассоциаты.

Химический состав муки включает в себя следующие вещества: крахмал, белки, жиры, собственные сахара, клетчатку, золу, пентозаны, гемицеллюлозы, слизи, и прочие вещества (ферменты, витамины и др.). Химический состав муки из овса голозерного представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав муки из зерна овса голозерного

Сорт	Содержание, % на сухое вещество					
	белок	крахмал	сахар	жир	клетчатка	зольность
высший	13,2±0,3	61,8±4,6	1,3±0,2	4,9±1,2	0,72±0,24	0,77±0,05
первый	13,4±1,0	58,8±6,2	1,5±0,2	5,8±0,9	1,11±0,09	0,91±0,11
второй	14,8±0,9	55,3±3,4	1,8±0,6	6,1±0,3	1,68±0,15	1,46±0,15
обойная	14,0±1,0	56,9±4,0	1,7±0,1	5,7±1,1	1,73±0,05	1,83±0,13
мука из овса пленчатого	12,8±0,3	55,9±1,6	1,7±0,2	5,3±0,3	1,84±0,08	2,13±0,04

Содержание белка в более высоких сортах муки ниже, что объясняется неравномерностью распределения белков по объему зерновки: от центра к периферии содержание белков увеличивается. Мука высшего и первого сортов состоит в основном из чистого эндосперма центральной части зерновки, мука второго сорта – из периферийной части эндосперма. Количе-

ство крахмала в эндосперме от центра зерновки к периферии снижается. Этим объясняется различное содержание крахмала в высшем сорте, первого и второго сортах муки и муки обойной. Высший и первый сорт муки, состоящий из центральной части эндосперма, высший сорт содержит 61,8 % крахмала, первый сорт – 58,8 %, а второй сорт, полученный из периферийной части эндосперма – 55,3 %, обойная мука, полученная практически из цельного зерна, – 56,9 % крахмала. Содержание сахаров в муке из овса голозерного низкое: в высшем сорте – 1,3 %, в первом сорте – 1,7 %, во втором сорте – 1,8 %, в обойной муке – 1,3 %. Содержание сахара изменяется в различных сортах муки. Второй сорт содержит больше сахаров из-за большего содержания в них периферийных слоев эндосперма и зародыша. Содержание жира в муке из овса голозерного достаточно высокое по сравнению с пшеничной и ржаной мукой. Мука обойная и мука второго сорта, содержащие большее количество зародыша, характеризуются высоким содержанием жира, что следует учитывать при ее хранении. Наиболее распространенным органическим соединением, образующим структурную основу оболочек растительных клеток, является клетчатка. У голозерного овса она содержится, главным образом, в стенках клеток алейронового слоя. Клетчатка является элементом, снижающим питательную ценность продукта, но улучшающим обмен веществ. Содержание клетчатки в муке из овса голозерного высшего и первого сортов ниже (0,72 % – 1,11 %) по сравнению с мукой второго сорта и обойной. Однако следует отметить, что клетчатка зерна овса является растворимой, в отличие от нерастворимой клетчатки пшеницы и других зерновых культур, и частично усваивается организмом, чем способствует лучшему обмену веществ.

Зольность является одним из показателей качества муки. Минеральные вещества в зерне размещены неравномерно. Основное количество их находится в оболочках, алейроновом слое и зародыше. Мука высшего и первого сортов содержит меньшее количество оболочечных частиц, она характеризуется низкой зольностью (0,67 % – 0,91 %), а мука второго сорта и обойной приближена к зольности зерна. Мука высшего и первого сортов, полученная из овса голозерного, характеризуются средним содержанием крахмала, сахара, жира и низким содержанием клетчатки и зольности. Мука второго сорта и обойная характеризуются более низким содержанием крахмала, сахара, жира и более высоким содержанием клетчатки и зольности.

Результаты исследования фракционного состава белковых веществ муки представлены в таблице 2. Фракционный состав белковых веществ муки характеризуется высоким содержанием альбуминов и глобулинов. Содержание проламинов, глютелинов и небелкового азота находится примерно на одинаковом уровне. Азот входит в состав не только белковых веществ. В муке присутствуют и небелковые азотистые соединения, главным образом, свободные аминокислоты и амиды. Мука из овса голозерного имеет высокое содержание нерастворимого остатка (9 % – 11 %).

Таблица 2 – Фракционный состав азотистых веществ муки из зерна овса голозерного, % азота фракции от общего извлеченного азота

Сорт муки	Альбумины и глобулины, %	Проламины (авенин), %	Глютелины, %	Небелковый азот, %	Нерастворимый остаток, %
первый	37,5±1,2	15,3±0,5	16,9±0,2	20,5±0,5	9,8±0,2
второй	38,2±1,6	16,8±0,4	17,1±0,3	18,7±0,6	9,2±0,1
обойная	38,1±0,9	16,0±0,6	16,9±0,4	17,9±0,3	11,1±0,5

Биологическая ценность белков определяется сбалансированностью аминокислотного состава. Сопоставление аминокислотного состава белков исследуемых сортов муки с белком муки овсяной из овса пленчатого показало, что белок муки из овса голозерного более близок к «идеальному». Лимитирующими аминокислотами являются треонин и лейцин (рисунок 3).

Содержание витаминов в муке из овса голозерного представлено в таблице 3.

Мука из овса голозерного характеризуется более высоким содержанием витаминов, чем му-

ка из овса пленчатого, особенно наблюдается высокое содержание витамина В<sub>5</sub>. Содержание витаминов в муке первого сорта несколько ниже, чем в муке второго сорта, обойной, что объясняется наличием в данных сортах муки некоторого количества зародыша и алейронового слоя. При размоле зерна овса голозерного в муку обойную содержание витаминов в муке по сравнению с зерном практически не изменяется, так как данный сорт муки представляют собой размолотое зерно.

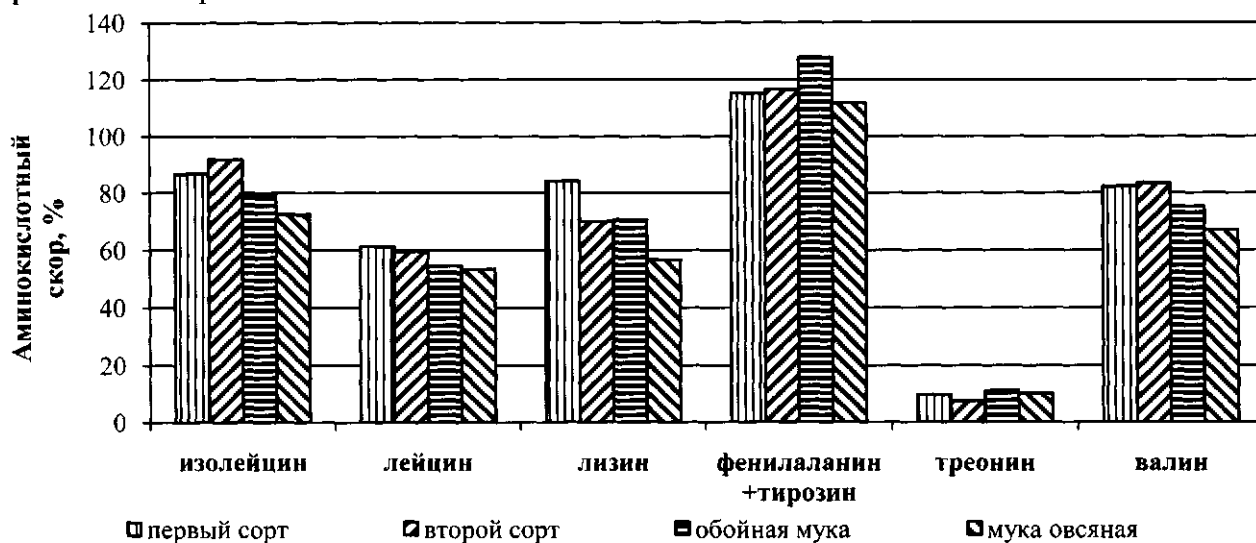


Рисунок 3 – Аминокислотный скор белка муки из овса голозерного

Таблица 3 – Содержание витаминов в муке

Сорт	Содержание витаминов, мг/кг			
	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	В <sub>5</sub>	Е
первый	2,7±0,2	1,2±0,2	10,5±0,5	8,5±0,3
второй	7,5±0,3	1,5±0,3	17,6±0,6	13,8±0,5
обойная	6,1±0,1	2,8±0,1	19,1±0,2	12,6±0,4
мука овсяная из овса пленчатого	5,0±0,3	1,5±0,1	15,3±0,4	11,1±0,2

Пищевая ценность продукта отражает полноту его полезных свойств, включая степень обеспечения физиологических потребностей человека в основных пищевых веществах и энергии. Величина пищевой ценности выражается путем определения степени удовлетворения каждого из наиболее важных для организма человека пищевых веществ, содержащихся в продукте, средним величинам потребности человека в пищевых веществах и энергии. Энергетическая ценность – это количество энергии (ккал, кДж), высвобождаемое в организме человека из пищевых веществ продуктов питания для обеспечения его физиологических функций. Пищевая и энергетическая ценность продуктов питания должна не только соответствовать физиологическим потребностям различных групп населения в необходимых количествах веществ и энергии, но и обеспечивать профилактическую направленность изделий и предупреждать хронические заболевания человека. Поэтому в работе проведен расчет энергетической ценности новых сортов муки из овса голозерного (таблица 4).

Таблица 4 – Энергетическая ценность муки из овса голозерного, кДж

Сорт муки	Белки	Жиры	Углеводы	Энергетическая ценность
высший сорт	194,0	162,1	927,3	1283,4
первый сорт	196,9	191,9	886,2	1275,0
второй сорт	217,5	201,8	839,1	1258,5
обойная	205,7	188,6	861,2	1255,5

Из представленных данных следует, что наибольшей энергетической ценностью обладает мука высшего сорта из зерна овса голозерного. Несколько ниже энергетическая ценность муки первого, второго сортов и муки обойной. Различие энергетической ценности муки по сортам обусловлено различным химическим составом данных сортов муки.

### Заключение

В результате проведенных исследований изучена гранулометрическая характеристика, микроструктура, химический состав и пищевая ценность новых сортов муки из овса голозерного. Определены размеры частиц различных сортов муки и ее основные фракции. Установлено, что овсяная мука является неоднородной по структуре, в ней присутствуют крупные нераздробленные конгломераты, а также средние и мелкие углеводно-белковые ассоциаты. В муке высшего сорта преобладают мелкие крахмальные гранулы с размером частиц от 2 до 5 мкм, которые объединены в более крупные скопления, в муке первого и второго сортов размер крахмальных гранул больше (от 4 до 9 мкм). Химический состав муки различных сортов имеет существенные отличия. Мука высшего и первого сортов характеризуются средним содержанием крахмала, сахара, жира и низким содержанием клетчатки и зольности. Мука второго сорта и обойная характеризуются более низким содержанием крахмала, сахара, жира и более высоким содержанием клетчатки и зольности. Однако содержание белка во всех сортах муки из овса голозерного выше, чем у муки из овса пленчатого и белок муки из овса голозерного более близок к «идеальному». Установлено, что основной фракцией белковых веществ муки являются альбумины и глобулины (37,5 % – 38,1 %). Примерно в равных количествах (15 % – 20 %) присутствуют проламины, глютелины и небелковый азот. Полученные результаты свидетельствуют о более высокой пищевой ценности новых сортов муки из овса голозерного в сравнении с мукой из овса пленчатого и характеризуют ее как ценное сырье для производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий.

### Литература

- 1 Правила организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах [Текст]: нормативно-технический материал: ТКП 293–2010(02150). – Введен 01.04.2011. – Минск: Министерство сельского хозяйства и продовольствия РБ, 2010. – 201 с.
- 2 Способ переработки овса: пат. 2090262 Российская Федерация, МПК7 В 02В 5/00 /Ю.М. Кацнельсон; заявитель ООО Научно – производственная маркетинговая фирма «Техномельсервис». – № 96104581/13; заявл. 20.03.96; опубл. 20.09.97.
- 3 Способ переработки овсяной крупы: пат. 2090090 Российская Федерация, МПК 7 В 02В 5/00 / Ю.М. Кацнельсон; заявитель ООО Научно – производственная маркетинговая фирма «Техномельсервис». – № 96104581/13; заявл. 20.03.96; опубл. 20.09.97.
- 4 Курятникова, Н.А. Овес голозерный - ценная продовольственная культура / Н.А. Курятникова, З.А. Кирасилов // Научные основы семеноводства и агротехнологий с.-х. культур в условиях Евро-Северо-Востока РФ / Мордов. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва. – Саранск, 2007. – С. 187–190.
- 5 Ленкова, Т. Голозерный овес заслуживает особого внимания / Т. Ленкова, Т. Соколова // Комбикорма. – 2006. – № 2. – С.54–55.
- 6 Плешков, Б.П. Практикум по биохимии растений / Б.П. Плешков. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 255 с.
- 7 Ермаков, А.И. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков [и др.]; под ред. А.И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. – 430 с.
- 8 Премиксы. Методы определения витаминов группы В: ГОСТ Р 50929–96. – Введ. 01.01.97. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. институт стандартизации и сертификации, 1997. – 40 с.
- 9 Премиксы. Методы определения витаминов А, D, Е: ГОСТ Р 50928–96. – Введ. 01.01.1997. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. институт стандартизации и сертификации, 1997. – 24 с.
- 10 Нечаев, А.П. Пищевая химия. Лабораторный практикум: пособие для вузов / А.П. Нечаев [и др.]; под ред. А.П. Нечаева. – СПб: ГИОРД, 2006. – 304 с.

*Поступила в редакцию 26.11.2014*