

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА ПОЛИСОЛОДОВОГО ЭКСТРАКТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ

Е.М. Моргунова, М.Л. Микулинич

Изучено влияние фракционного помола солода из овса голозерного в составе смеси ячмень-пшеница-овес голозерный на качественные показатели экстракта. Выявлено, что в наибольшей степени фракционный помол овсяного солода влияет на показатели пищевой ценности, витаминный и минеральный составы экстрактов. С помощью обобщенной функции желательности предложен оптимальный фракционный помол овсяного солода: крупная крупка – 10 %, средняя крупка – 30 %, мелкая крупка – 30 %, мука – 30 %.

Введение

Одной из основных стадий получения полисолодового экстракта является затирание измельченных солодов с водой, однако степень помола солодов должна быть ограничена, т.к. измельченный солод до мучного состояния помимо положительной стороны – более активного осахаривания и выхода экстракта – будет иметь и отрицательную сторону – затруднение фильтрования дробины и образование комков солода, при этом снижается степень осахаривания и качество экстракта. Дробление солода позволяет ускорить процесс растворения экстрактивных веществ, а также все остальные физико-химические процессы, протекающие при затирании, поэтому определение степени помола солодов является актуальной задачей.

При затирании зернопродуктов при получении сусла используют помол в зависимости от используемого зернового сырья: крупная крупка – 5 % – 30 %, средняя крупка – 10 % – 30 %, мелкая крупка – 15 % – 35 %, мука – 20 % – 50 % [1–3]. Фракционный состав помола ячменного, пшеничного солодов изучен достаточно полно [1], тогда как данные по фракционному составу овса голозерного отсутствуют.

Цель данной работы – исследование влияния степени помола овсяного солода, полученного из овса голозерного, в смеси ячмень-пшеница-овес на качественные характеристики полисолодового экстракта.

Результаты исследований и их обсуждение

Сусло получали из равного соотношения сырья – 1:1:1. Фракционный состав помола овсяного солода представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Фракционный помол овсяного солода, полученного из овса голозерного

Степень фракционного помола	Содержание фракции овсяного солода в смеси, %						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Крупная крупка	5	20	5	5	10	15	5
Средняя крупка	25	30	30	40	30	30	20
Мелкая крупка	30	30	30	20	30	30	40
Мука	40	20	35	35	30	25	35

Смесь из солодов затирали при гидромодуле 1:5 классическим настойным способом с последующей фильтрацией.

В готовом полисолодовом сусле контролировали продолжительность осахаривания по йодной пробе, содержание сухих веществ – ареометрическим методом, скорость фильтрации и качество фильтрата [4].

Результаты исследований по влиянию степени измельчения при увеличении крупной крупки и уменьшении муки в смеси овсяного солода представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние степени измельчения на качественные показатели лабораторного сусла

Показатели качества лабораторного сусла	Образец				
	I	III	V	VI	VII
Содержание сухих веществ, %	16,4	15,6	15,5	15,3	15,0
Продолжительность осахаривания, мин	25	13	10	10	8
Качество фильтрата/прозрачность	слабо опалесцир.	прозрачный			
Скорость фильтрации, см ³ /ч	145	160	180	210	235

Из данных таблицы 2, видно, что при увеличении доли крупной крупки и уменьшении муки в смеси содержание сухих веществ уменьшалось на 8,5 %, скорость фильтрации – на 38,0 %. Сусло, содержащее 20 % – 30 % муки, осахаривалось достаточно быстро, в течение 8–10 минут. При содержании в смеси 40 % муки качество фильтрата ухудшалось и имело слабую опалесценцию.

Результаты исследований по влиянию степени измельчения при увеличении средней и уменьшении мелкой крупки в смеси овсяного солода представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Влияние степени измельчения на качественные показатели лабораторного сусла

Показатели качества лабораторного сусла	Образец		
	IV	III	VII
Содержание сухих веществ, %	15,4	15,6	16,0
Продолжительность осахаривания, мин	12	13	15
Качество фильтрата/прозрачность	прозрачный		
Скорость фильтрации, см ³ /ч	185	160	120

Как видно из таблицы 3, при увеличении доли мелкой крупки в смеси содержание сухих веществ экстракта увеличивалось на 3,5 % – 3,8 %, при этом скорость фильтрации уменьшалась. Быстрее всего осахаривалось сусло, полученное из смеси солодов, при помоле 5–40–20–35 (%) и продолжительность составляла 12 минут.

Полученные лабораторные образцы сусла концентрировали при температуре 60°C до содержания сухих веществ 75,0 %. В полученных экстрактах определяли титруемую кислотность, цвет, вязкость, содержание редуцирующих сахаров – по методу Бертрена, аминного азота – медным методом, белка – по методу Кьельдаля, витаминов В₁ и В₂ – флюорометрическим методом, β-каротина – фотоколориметрическим методом, цинка, меди и железа – атомно-эмиссионным методом, сумму полифенольных соединений – методом Левенталя [4–6].

Экспериментальные данные по определению физико-химических показателей и химического состава экстрактов представлены на рисунках 1–4.

Из данных, представленных на рисунке 1, следует, что с увеличением в смеси крупной или средней крупки и уменьшением муки или мелкой крупки, наблюдается снижение цвета, кислотности и вязкости полисолодового экстракта, что объясняется уменьшением в смеси доли муки и мелкой крупки с 40 до 20 %.

Обнаружено, что наибольшей вязкостью (1,31–1,32 мПа·с) обладает образец экстракта со степенью помола овса голозерного 5–25–30–40 и 5–20–40–35 (%).

Как видно из данных рисунка 2, наибольшее количество аминного азота и редуцирующих сахаров наблюдалось при содержании в смеси 30 % – 35 % муки, 30 % – 40 % мелкой крупки, 20 % – 30 % средней крупки и составило 270,0–272,4 мг/100 г экстракта и 70,4–70,8 г/100 г экстракта, соответственно.

Выявлено, что при увеличении в смеси доли крупной крупки с 10 до 20 % и уменьшении доли муки с 30 до 20 % наблюдается уменьшение содержания белка на 16,7 %, а при увели-

чении средней крупки с 20 до 40 % и уменьшении мелкой крупки с 40 до 20 % – уменьшение содержания на 12,9 %.



Рисунок 1– Зависимости влияния фракционного помола овса голозерного на кислотность, цвет и вязкость полисахаридового экстракта



Рисунок 2– Зависимости влияния фракционного помола овса голозерного на содержание белка, редуцирующих сахаров и аминного азота в полисахаридовом экстракте

Из рисунка 3 видно, что с увеличением в смеси мелкой и уменьшением средней крупки содержание витаминов в полисахаридовом экстракте увеличивается.

При содержании в смеси 35 %–40 % муки, 30 % средней и мелкой крупки содержание витаминов изменяется незначительно, а при содержании в смеси 15 % крупной крупки отмечено снижение витамина В₁ – на 36,5 %, витамина В₂ – на 31,3 %, β-каротина – на 27,8 %.

Обнаружено, что при содержании в смеси 35 % – 40 % муки, 30 % средней и мелкой крупки содержание минеральных веществ изменяется незначительно, однако при уменьшении мелкой и увеличении средней крупки содержание цинка и меди резко уменьшается, что снижает пищевую ценность экстракта.

Таким образом, можно отметить, что при содержании в смеси 35-40 % муки, 30 % средней и мелкой крупки и 5 % крупной крупки наблюдается уменьшение содержания питательных, минеральных веществ и витаминов по сравнению с экстрактом, содержащим 10 % крупной крупки и 30 % муки. Это объясняется образованием комков солода и недостаточной возможности перехода питательных веществ овсяного солода в сусло, что, соответственно, снижает показатели экстракта.

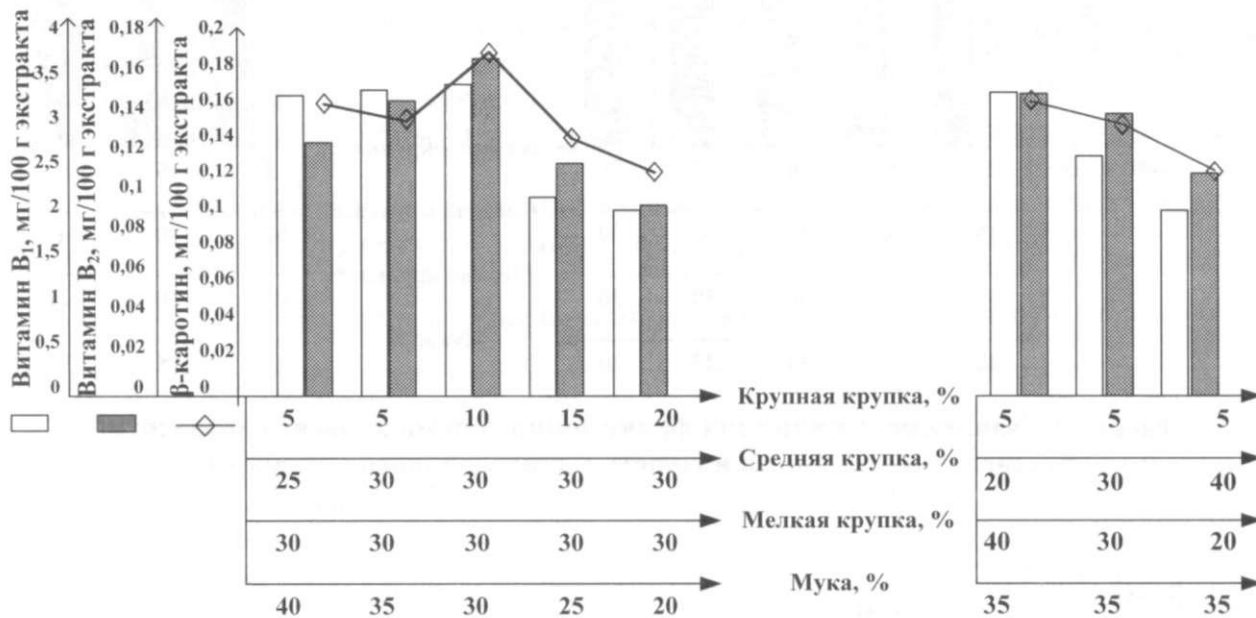


Рисунок 3— Зависимости влияния фракционного помола овса голозерного на содержание витаминов В₁, В₂ и β-каротина в полисолодовом экстракте

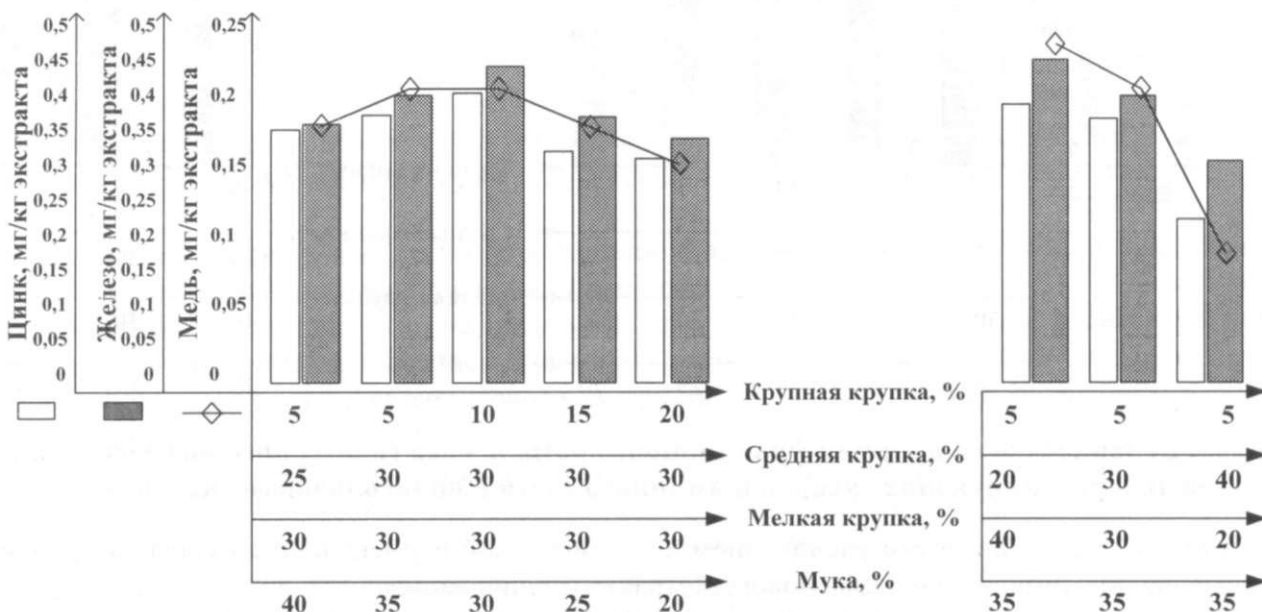


Рисунок 4— Зависимости влияния фракционного помола овса голозерного на содержание цинка, меди и железа в полисолодовом экстракте

Для выбора оптимального фракционного помола овсяного солода в композиции ячмень-пшеница-овес при получении полисолодовых экстрактов с высокими потребительскими свойствами использовали мультипликативный тип аддитивной модели комплексной оценки, выраженной в виде средневзвешенных арифметических величин [7, 8].

Для получения комплексной оценки качества образцов экстрактов были выбраны следующие группы показателей: технологические показатели, показатели пищевой ценности, витаминного и минерального комплекса.

Экспертной группой определены и назначены коэффициенты весомости для каждого из внутри- и межгрупповых показателей качества.

Коэффициенты весомости показателей качества рассчитывали по данным, предоставленным экспертами, которые соответствовали требованию, выраженному в формуле(1):

$$\sum_{i=1}^n M_i = 1, \quad (1)$$

где M_i – коэффициент весомости i -го показателя;
 n – число показателей качества продукции.

$$M_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N M_{ij}, \quad i=1, 2, 3, \dots, n, (2)$$

где M_i – среднее арифметическое значение коэффициента весомости i -го показателя качества;

N – число экспертов;

M_{ij} – коэффициент весомости i -го показателя, данный j -м экспертом.

В качестве статистического показателя, характеризующего степень согласованности мнений экспертов, выбирали коэффициент вариации.

Определение относительных показателей осуществляли по частному критерию.

Для нахождения частного критерия использовали функцию желательности Харрингтона, позволяющую преобразовать фактор моделирования в безразмерную величину, которая выступает показателем соответствия его значения эталону. Определение проводили по формулам(3) и (4):

$$q = \frac{P_i}{P_{\text{баз}}} \quad (3)$$

$$q = \frac{P_{\text{баз}}}{P_i} \quad (4)$$

где P_i – значение i -го показателя (цвет, кислотность и т.д.) качества экстракта;

$P_{\text{баз}}$ – базовое значение i -го показателя качества экстракта.

По формуле (3) – если при увеличении показателя, качество экстракта улучшается.

По формуле (4) – если при увеличении показателя, качество экстракта ухудшается

Базовое значение принимали равным максимальному значению показателя качества, если при увеличении показателя качество экстракта улучшается; если при увеличении показателя качество экстракта ухудшается – равным минимальному значению показателя.

Результаты относительных показателей качества полисолодового экстракта в композиции ячмень-пшеница-овес голозерный представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты относительных показателей качества полисолодового экстракта в композиции ячмень-пшеница-овес голозерный

Показатель качества	Коэф. весомости (Mi)	Относительные показатели качества (Ki) в зависимости от степени помола овсяного солода						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
		Технологические показатели:	0,20					
Сухие вещества	0,20	1,00	0,98	0,95	0,94	0,95	0,93	0,91
Продолжительность осахаривания	0,20	0,32	0,53	0,62	0,67	0,80	0,80	1,00
Скорость фильтрации	0,20	0,83	1,00	0,75	0,65	0,67	0,57	0,51
Кислотность	0,20	0,95	0,91	0,97	1,00	0,98	1,00	1,03
Цвет	0,10	0,93	1,00	0,91	0,85	0,91	0,89	0,86
Вязкость	0,10	0,87	0,86	0,91	0,96	0,93	0,97	1,00
Показатели пищевой ценности:	0,20							
Полифенольные вещества	0,10	0,87	0,94	0,83	0,54	0,78	0,71	0,65
Редуцирующие сахара	0,40	0,98	0,99	0,97	0,88	1,00	0,94	0,89
Аминный азот	0,10	0,99	0,99	0,99	0,84	1,00	0,88	0,87
Белок	0,40	0,97	1,00	0,95	0,87	0,97	0,87	0,81
Витаминный комплекс:	0,30							
Витамин B ₁	0,40	0,71	0,72	0,57	0,44	0,74	0,47	0,44
Витамин B ₂	0,40	0,55	0,68	0,64	0,50	0,73	0,50	0,41
β-каротин	0,20	1,00	1,00	0,93	0,80	1,20	0,33	0,20
Минеральный комплекс:	0,30							
Цинк	0,40	0,88	0,98	0,93	0,58	1,00	0,80	0,78
Медь	0,20	0,78	1,00	0,87	0,39	0,87	0,78	0,70
Железо	0,40	0,64	0,80	0,71	0,55	0,86	0,66	0,61

Расчет обобщенного показателя качества осуществляли по формуле(5):

$$K_o = \sum_{i=1}^n M_i K_i, \quad (5)$$

где K_o – обобщенный показатель качества;

M_i – коэффициент весомости i-го показателя качества;

K_i – относительный показатель качества.

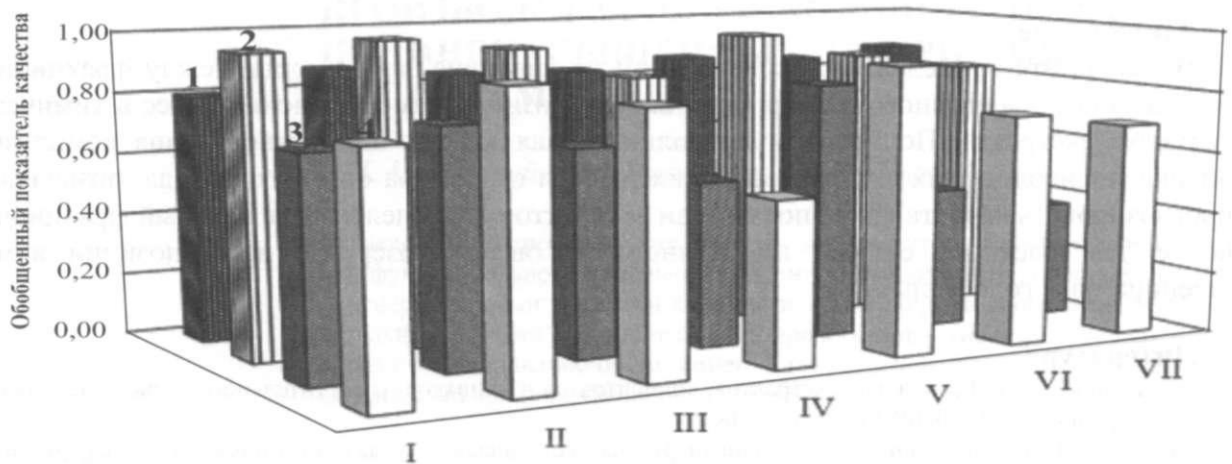
Результаты расчетов обобщенного показателя качества для композиции ячмень-пшеница-овес при получении полисолодового экстракта представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты расчетов обобщенного показателя качества полисолодового экстракта для композиции ячмень–пшеница–овес голозерный

Образец экстракта в зависимости от степени помола солода из овса голозерного	Технологические показатели	Показатели пищевой ценности	Витаминный комплекс	Минеральный комплекс	Обобщенный показатель качества полисолодового экстракта
I	0,80	0,96	0,70	0,76	0,79
II	0,87	0,99	0,76	0,91	0,87
III	0,84	0,95	0,67	0,83	0,81
IV	0,83	0,84	0,54	0,53	0,65
V	0,86	0,97	0,83	0,92	0,89
VI	0,85	0,88	0,45	0,74	0,70
VII	0,88	0,83	0,38	0,69	0,66

Используя данные таблицы 5 и пакет прикладных программ табличного процессора Excel, спроектирована мультипликативная модель показателей качества в зависимости от

фракционного помола овсяного солода в композиции ячмень-пшеница-овес при получении полисолодовых экстрактов (рисунок 5).



1 – технологические показатели; 2 – показатели пищевой ценности;
3 – витаминный комплекс; 4 – минеральный комплекс.

Рисунок 5– Мультипликативная модель обобщенного показателя качества в зависимости от фракционного помола овсяного солода в композиции ячмень-пшеница-овес голозерный при получении полисолодовых экстрактов

Анализируя результаты модели (рисунок 5), отмечено, что в большей степени фракционный помол овсяного солода в композиции ячмень-пшеница-овес голозерный влияет на показатели пищевой ценности, витаминный и минеральный составы экстрактов и в меньшей степени на технологические показатели.

Комплексная оценка влияния фракционного помола овсяного солода на качество экстракта представлена на рисунке 6.

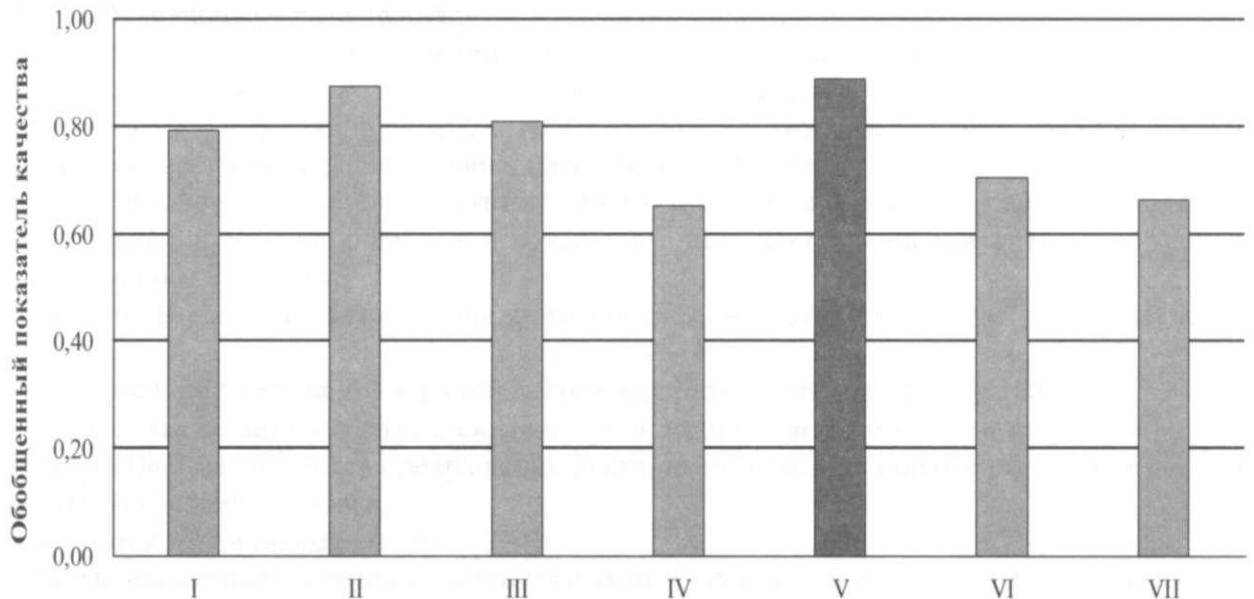


Рисунок 6– Комплексный обобщенный показатель качества в зависимости от фракционного помола овсяного солода в композиции ячмень-пшеница-овес при получении полисолодовых экстрактов

В результате применения обобщенной функции желательности полученный комплексный показатель качества (рисунок 6) позволил выбрать оптимальный фракционный помол овсяного солода (образец V): крупная крупка – 10 %, средняя крупка – 30 %, мелкая крупка – 30 %, мука – 30 %.

Заключение

В результате проведенных исследований установлена зависимость между фракционным составом помола овсяного солода в составе композиции ячмень-пшеница-овес и химическим составом экстракта. Получена мультипликативная модель аддитивного типа комплексной оценки полисолодовых экстрактов в зависимости от помола овсяного солода, позволяющая прогнозировать качественные показатели экстрактов. Определен оптимальный фракционный помол для овсяного солода, полученного из овса голозерного в композиции ячмень-пшеница-овес голозерный.

Литература

- 1 Домарецкий, В.А. Технология экстрактов, концентратов и напитков из растительного сырья: учеб.пособие / В.А. Домарецкий. – М.: ФОРУМ, 2011. – 448 с.
- 2 Гарш, З.Э. Совершенствование технологии ржаных солодовых экстрактов с применением экструзии: дис. канд. техн. наук: 05.18.01 / З.Э. Гарш; НОУ ДРО «Международная промышленная академия». – Москва, 2010. – С. 78–79.
- 3 Емельянова, Н.А. Затираание зернопродуктов в производстве полисолодовых экстрактов / Н.А. Емельянова, А.В. Данилевская, В.Н. Кошечкина [и др.] // Пищевая промышленность, 1989. – С. 56–57.
- 4 Косминский, Г.И. Технология солода, пива и безалкогольных напитков: лабораторный практикум по техническому контролю производство / Г.И. Косминский. – 2-е издание. – Минск: Дизайн ПРО, 2001. – 352 с.
- 5 Виноградова, А.А. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств / А.А. Виноградова, Г.М. Мелькина, Л.А. Фомичева. – М.: Агропромиздат, 1991. – 335 с.
- 6 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, 1987. – 430 с.
- 7 Тележко, Л.Н. Комплексная оценка качества поликомпонентных крупяных запеканок / Л.Н. Тележко, М.А. Кашкано // Известия вузов. Пищевая технология. – 2014. – № 1. – С.101–106.
- 8 Фомин, В. Н. Квалиметрия. Управление качеством. Сертификация: учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Ось-89, 2007. – 384 с.

Поступила в редакцию 01.06.2015