Че Светлана Николаевна
канд. техн. наук, младший научный сотрудник Научно-исследовательской лаборатории экспертизы товаров НОУ ВПО Центросоюза РФ «Сибирский университет потребительской кооперации», 630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26, e-mail: proscien@sibupk.nsk.su

Бакайтис Валентина Ивановна
д-р техн. наук, профессор, проректор по научной работе НОУ ВПО Центросоюза РФ «Сибирский университет потребительской кооперации», 630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26, тел.: +7 (383) 346-45-39, e-mail: proscien@sibupk.nsk.su

Цапалова Инта Эрнестовна
д-р техн. наук, профессор, старший научный сотрудник Научно-исследовательской лаборатории экспертизы товаров, НОУ ВПО Центросоюза РФ «Сибирский университет потребительской кооперации», 630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26

Svetlana N. Che
Cand.Tech.Sci., Junior Researcher at the Research Laboratory Examination of Goods, Siberian University of Consumer Cooperation, 26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia, e-mail: proscien@sibupk.nsk.su

Valentina I. Bakaytis
Dr. Sci. (Eng.), Professor, Vice Rector for Academic Affairs, Siberian University of Consumer Cooperation, 26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia, phone: +7 (383) 346-45-39, e-mail: proscien@sibupk.nsk.su

Inta E. Tsapalova
Dr. Sci. (Eng.), Professor, Senior Researcher at the Research Laboratory Examination of Goods, Siberian University of Consumer Cooperation, 26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia

УДК 658.62.018+633.11

МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ)

Г.В. Шуршикова[1], В.И. Котарев[2], Н.М. Дерканосова[2,*], О.А. Василенко[2], Н.И. Золотарева[2]

[1]ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет», 394006, Россия, г. Воронеж, Университетская площадь, 1

[2]ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I», 394087, Россия, г. Воронеж, ул. Мичурина, д. 1

**e-mail: kommerce05@list.ru*

Дата поступления в редакцию: 21.04.2015
Дата принятия в печать: 29.04.2015

Качество продукции зависит от уровня функционально-технологических характеристик сельскохозяйственного сырья, определенного применительно к закономерностям формирования потребительских свойств отдельных пищевых продуктов. Современные условия формирования потребительского рынка определяют необходимость рационального использования потенциала отечественных сырьевых источников. Цель исследования – разработка методики комплексной оценки уровня качества сельскохозяйственной продукции, адаптированной на примере функционально-технологических свойств зерна пшеницы применительно к обеспечению потребительских свойств хлебобулочных изделий. Объект исследования – зерно пшеницы 3 класса (Воронежская область). Математический инструмент методики – теория нечетких множеств. Сформирован нечеткий классификатор для оценки свойств зерна; определено множество из шести показателей, формирующих функционально-технологические свойства зерна; значения показателей упорядочены и представлены лингвистическими переменными с трапециевидной функцией принадлежности; даны правила вычисления функций принадлежности. Учтены особенности описания отдельных показателей, например, «качество сырой клейковины». Для образца зерна пшеницы вычислены значения функций принадлежности лингвистических переменных «уровень показателя» для всех показателей и лингвистической переменной «уровень качества». Установлено, что исследуемый образец зерна имеет 2 (средний) уровень качества. Соответственно, может быть рекомендован в производстве хлебопекарной муки для подовых сортов, в том числе батонов, булок, слоеных изделий, продукции диетического назначения, за исключением аглютеновых, а также затяжного печенья, крекера. Определение уровней функционально-технологических свойств сельскохозяйственной продукции позволит направленно использовать сырье для производства продовольственных товаров для отдельного сегмента потребителей (детское, диетическое и другое специализированное питание), конкретных технологий (традиционных, ускоренных и т.д.), видов продукции и тем самым рационально использовать сырьевой потенциал агропромышленного комплекса.

Функционально-технологические свойства, уровень качества, методика оценки уровня функционально-технологических свойств, зерно пшеницы, теория нечетких множеств.

Введение

В современных условиях формирования потребительского рынка существенно возрастает роль рационального подхода к использованию потенциала отечественных сырьевых источников.

При этом, несмотря на принятое в международной практике обязательное выполнение только одного вида требования – безопасности, для формирования потребительских свойств пищевых продуктов важное место занимают и показатели качества, в том числе формирующие функционально-технологические свойства сельскохозяйственного сырья. Разработка методики комплексной оценки уровня качества с учетом всех функционально-технологических свойств относится к первоочередным задачам эффективного использования потенциала агропромышленного комплекса страны.

В соответствии с актуальными направлениями формирования потребительского рынка сельскохозяйственной продукции в работе была поставлена цель – разработка методики оценки уровня функционально-технологических свойств сельскохозяйственной продукции. Методика апробирована на примере зерна пшеницы, как одного из видов сельскохозяйственной продукции, формирующего статус безопасности продовольственного рынка.

С точки зрения формирования потребительских свойств готовой продукции функционально-технологические показатели сельскохозяйственного сырья играют немаловажную роль, обеспечивая такие характеристики, как структура, форма, цвет и внешний вид готовых изделий, выражающиеся как органолептическими, так и физико-химическими показателями. При этом формирование высоких потребительских свойств готовых изделий из одного и того же основного сырья требует его различные функционально-технологические свойства, а иногда и строго противоположные. Так, исследованиями В.Я. Черныха (Центр реологии пищевых сред ФБГНУ НИИ хлебопекарной промышленности) установлены критические контрольные точки функционально-технологических свойств муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта для хлебобулочных изделий [1–4]:

– среднеэквивалентный диаметр частиц муки – 100–110 мкм (при максимально возможной степени выравненности грансостава);

– цвет муки – отношение количества желтого к суммарному количеству белого и коричневого цветов – 0,4–0,5;

– способность муки к потемнению – 10–11 %;

– количество клейковины, не менее 28 %;

– общая деформация клейковины – 75–80 ед. пр. ИДК;

– «число падения» муки – (235±15) с;

– валориметрическая оценка теста – 45–54 е.в.;

– разжижение теста – 81–120 е.ф.;

– титруемая кислотность муки не более 3 град.

В то же время для формирования потребительских свойств мучных кондитерских изделий, например, сахарного печенья, требуется значительно меньшее содержание клейковины – 26 % с ограничительной нормой «не более».

Таким образом, качество продукции зависит от уровня функционально-технологических свойств сельскохозяйственного сырья, определенного применительно к конкретным закономерностям формирования их потребительских свойств. При этом одни характеристики, как правило, имеют решающее значение, вторые – второстепенное, несмотря на то, что и те и другие соответствуют требованиям нормативных документов. В связи с чем разработка подходов к градации сельскохозяйственной продукции как сырья с позиций обеспечения потребительских свойств готовых изделий отвечает принципам рационального подхода к ресурсам АПК.

Целью настоящего исследования явилась разработка методики комплексной оценки уровня качества сельскохозяйственной продукции, адаптированной на примере функционально-технологических свойств зерна пшеницы применительно к обеспечению потребительских свойств хлебобулочных изделий.

Объект и методы исследования

Объект исследования – зерно пшеницы 3 класса по ГОСТ Р 52554-2006. Исследования зерна пшеницы проводились стандартизированными методиками – по ГОСТ 10987-76, ГОСТ 27676-88, ГОСТ 10846-91, ГОСТ Р 54478-2011, ГОСТ Р 54895-2912.

Математический инструмент предложенной методики – теория нечетких множеств. Методика предусматривает последовательное выполнение **четырех этапов**.

Этап 1

Определяем множество показателей, характеризующих свойства зерна. Каждому показателю поставим в соответствие переменную X_i $(i=1,\ldots, n)$, где n – число показателей. Показатели определяются таким образом, что рост каждого отдельного показателя сопряжен с повышением или со снижением (если, например, речь идет о показателях безопасности) уровня качества зерна.

Этап 2

Определяем классификатор для оценки свойств зерна как разновидность так называемой «серой» шкалы Поспелова [5], представляющей собой полярную (оппозиционную) шкалу, в которой переход от свойства А+ к свойству А– происходит плавно. Шкалы удовлетворяют условиям:

а) взаимной компенсации между свойствами А+ и А– (чем в большей степени проявляется А+, тем в меньшей степени проявляется А–, и наоборот);

б) наличия нейтральной точки A_0, интерпретируемой как точка наибольшего противоречия, в которой оба свойства присутствуют в равной степени.

Этап 3

Оценку показателя в смысле влияния его на уровень качества будем проводить в зависимости от его значения с использованием лингвистической

переменной. Введем лингвистическую переменную b_i = «значение показателя X_i». Универсальным множеством для переменной b_i является отрезок [n, m], где n – минимальное, m – максимальное значение показателя, а множеством значений переменной b_i – терм-множество B_i. Примем, что каждая лингвистическая переменная имеет трапециевидную функцию принадлежности, которая может быть определена четверкой чисел $x = (a_1, a_2, a_3, a_4)$, т.е. функция принадлежности каждого терма B_{ij} имеет вид (1).

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < a_1; \\ \dfrac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & \text{если } a_1 \le x < a_2; \\ 1, & \text{если } a_2 \le x \le a_3; \\ \dfrac{x - a_4}{a_3 - a_4}, & \text{если } a_3 < x \le a_4; \\ 0, & \text{если } x > a_4. \end{cases} \quad (1)$$

Определяем терм-множество для каждого показателя, будем использовать терм-множество из трех элементов-значений, т.е. $B_i = \{B_{i1}, B_{i2}, B_{i3}\}$:

B_{i1} – «низкий уровень показателя X_i»;

B_{i2} – «средний уровень показателя X_i»;

B_{i3} – «высокий уровень показателя X_i».

Этап 4

Определяем соответствие множества значений показателей, характеризующих уровень качества X_i (i=1,…, n), где n – число показателей к высказываниям об уровне качества $H = \{H_1, H_2, H_3\}$.

Для формирования правила перехода от оценок показателей к лингвистическим переменным надо определить вес (важность) показателя по степени вклада в уровень качества, т.е. сопоставить каждому показателю X_i его вес r_i, определяющий вклад показателя в уровень качества. Если веса показателей упорядочены, т.е. имеется информация о том, что $r_1 \ge r_2 \ge \ldots \ge r_n$ и больше никакой информации об этих величинах нет, то вес определяется по правилу Фишберна [4]:

$$r_i = \frac{2(n - i + 1)}{(n - 1)n}. \quad (2)$$

Если показатели равно предпочтительны или системы предпочтений нет, то будем считать, что они обладают равным весом:

$$r_i = 1/n. \quad (3)$$

При выбранной системе весов показателей правило перехода от значений показателей качества к весам термов лингвистической переменной g имеет вид [6]:

$$p_k = \sum_{i=1}^{n} r_i \mu_{ki}, \qquad k = 1, 2, 3. \quad (4)$$

Вычислив наблюдаемые веса каждого терма лингвистической переменной H_i, получим значения самой переменной h по формуле

$$h = \sum_{k=1}^{3} p_k \bar{h}_k, \quad (5)$$

где $\bar{h}_k$ – середина промежутка, который является носителем терма $H_k \in (a_{k1}, a_{k4}]$.

Результаты и их обсуждение

Апробируем методику градации сельскохозяйственной продукции по уровням качества на примере зерна пшеницы третьего класса. Исследования партий зерна пшеницы проводили в Воронежском филиале Федерального центра оценки безопасности и качества зерна и продуктов его переработки [7].

В соответствии с ГОСТ Р 52554-2006 зерно пшеницы делится на классы. Но в границах класса и классов можно выделить дополнительные градации, которые позволят направленно использовать конкретные партии зерна, например, для формирования потребительских свойств муки для хлебобулочных, мучных кондитерских, макаронных изделий и крупяной продукции.

Этап 1

В соответствии с ГОСТ Р 52554-2006 определим перечень показателей, характеризующих уровни качества (табл. 1) и класс зерна пшеницы. Значение показателя измеряется, либо определяется на качественном уровне по стандартизированным методикам. Анализ требований ГОСТ Р 52554-2006 обусловил выбор шести показателей качества, так как именно эти показатели и определяют, к какому классу относится зерно. В число показателей, определяющих уровень качества, не включены сорная, зерновая примесь, головневые, мараные, синегузочные зерна, зараженность вредителями, так как эти показатели при выполнении допустимых уровней фактически не влияют на функционально-технологические свойства зерна пшеницы. Кроме того, из показателей качества условно исключена массовая доля влаги, т.к. аналогично при выполнении требования по допустимому уровню влажность больше относится к факторам, сохраняющим свойства зерна и обусловливающим его экономические характеристики. Таким образом, заключение о фактическом уровне качества основывается на значениях 6 показателей качества. Каждому показателю поставим в соответствие переменную X_i (i=1,…, n), где n=6 – число показателей. Показатели определяются таким образом, что рост каждого отдельного показателя сопряжен с повышением качества зерна; если для какого-либо показателя наблюдается противоположная тенденция, то при анализе он заменяется на сопряженный. Например, если рассматривать показатель «качество клейковины» или «число падения», то при достижении определенной величины рост показателя рассматривается как снижение качества зерна. Применительно к функционально-технологическим свойствам зерна пшеницы для хлебопечения критическими точками соответственно для показателей можно признать 75 ед. прибора ИДК и 250 с.

Таблица 1

Показатели качества зерна пшеницы

Показатель	Обозначение показателя X_i в классификационной схеме	Наименование класса	Допустимые значения по ГОСТ Р 52554-2006
Массовая доля белка, % на СВ, не менее	X_1	1 класс	14,5
		2 класс	13,5
		3 класс	12,0
		4 класс	10,0
		5 класс	Не ограничивается
Массовая доля сырой клейковины, %, не менее	X_2	1 класс	32,0
		2 класс	28,0
		3 класс	23,0
		4 класс	18,0
		5 класс	Не ограничивается
Качество сырой клейковины, единицы прибора ИДК, не ниже	X_3	1 класс	Группы I – 45–75
		2 класс	Группы I – 45–75
		3 класс	Группы II – 20–100
		4 класс	Группы II – 20–100
		5 класс	Не ограничивается
Число падения, с, не менее	X_4	1 класс	200
		2 класс	200
		3 класс	150
		4 класс	80
		5 класс	Не ограничивается
Стекловидность, %, не менее	X_5	1 класс	60
		2 класс	60
		3 класс	40
		4 класс	Не ограничивается
		5 класс	Не ограничивается
Натура, г/л, не менее	X_6	1 класс	750
		2 класс	750
		3 класс	730
		4 класс	710
		5 класс	Не ограничивается

Этап 2

Сформируем классификатор в виде нечеткого лингвистического описания на отрезке [0,1] [4]. Введем лингвистическую переменную h = «значение уровня качества зерна 3 класса». Универсальным множеством для переменной g является отрезок [0,1], а множеством значений переменной h – терм-множество $H = \{H_1, H_2, H_3\}$, где H_i определяется следующим образом:

H_1 = «1 уровень качества», самый высокий уровень качества, например, с точки зрения функционально-технологических свойств для хлебобулочных изделий;

H_2 = «2 уровень качества»;

H_3 = «3 уровень качества», самый низкий.

Каждый терм из множества Н является именем нечеткого подмножества на отрезке [0,1]. Будем рассматривать эти нечеткие подмножества как трапециевидные нечеткие числа (формула 1).

Составим таблицу функций принадлежности каждого терма (табл. 2), используя формулу функции принадлежности трапециевидного нечеткого числа $x = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ (1).

Таблица 2

Функции принадлежности для терм-множества h

Терм H_k	Функции принадлежности нечеткого множества Н
H_1=«1 уровень качества» $H_1 \in [0;\ 0{,}4]$	$\mu_1 = \begin{cases} 1, & \text{если } 0 \le h \le 0{,}2; \\ 5(0{,}4 - h), & \text{если } 0{,}2 < h \le 0{,}4 \end{cases}$
H_2=«2 уровень качества» $H_2 \in (0{,}2;\ 0{,}8]$	$\mu_2 = \begin{cases} 1\text{-}5(0{,}4 - \mathrm{h}), & \text{если } 0{,}2 < h \le 0{,}4; \\ 1, & \text{если } 0{,}4 < h \le 0{,}6 \\ 5(0{,}8\text{-}h), & \text{если } 0{,}6 < h \le 0{,}8 \end{cases}$
H_3=«3, низший, уровень качества» $H_3 \in (0{,}6;\ 1]$	$\mu_3 = \begin{cases} 1\text{-}5(0{,}8 - h), & \text{если } 0{,}6 < h \le 0{,}8; \\ 1, & \text{если } 0{,}8 < h \le 1 \end{cases}$

В формулах функций принадлежности отброшены интервалы, на которых функция принимает нулевое значение.

Этап 3

Определим терм-множество из трех элементов для каждого показателя X_i, т.е. $B_i = \{B_{i1}, B_{i2}, B_{i3}\}$:

B_{i1} – «низкий уровень показателя X_i»;

B_{i2} – «средний уровень показателя X_i»;

B_{i3} – «высокий уровень показателя X_i».

В табл. 3 значения показателей упорядочены по термам. Терм представлен четверкой чисел $x = (a_1, a_2, a_3, a_4)$, что соответствует трапециевидной функции принадлежности. Четверка определяется либо на основании экспертного опроса, либо формально.

Так, в связи со спецификой показателя качества сырой клейковины (X_3) низкий и средний уровень определяется парами чисел $x = (a_1, a_2, a_3, a_4)$, см. табл. 3.

Для формального определения четверки чисел можно использовать ряд коэффициентов. Так, если значение показателя пропорционально значению уровня качества, то ряд коэффициентов k_j представлен последовательностью (0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1). Таким образом, получить диапазоны для лингвистической переменной можно по формуле, например, для B_{11} (на примере массовой доли белка для зерна пшеницы 3 класса):

$$a_1 = X_{1min} + 0\cdot(X_{1max} - X_{1min}) = 12{,}0;$$
$$a_2 = X_{1min} + 0\cdot(X_{1max} - X_{1min}) = 12{,}0;$$
$$a_3 = X_{1min} + 0{,}2\cdot(X_{1max} - X_{1min}) = 12{,}3;$$
$$a_4 = X_{1min} + 0{,}4\cdot(X_{1max} - X_{1min}) = 12{,}6.$$

Это правило использовалось для определения значений термов B_{i1}, что показано в табл. 3.

Таблица 3

Оценки допустимых значений показателей в форме лингвистических переменных для зерна 3-го класса

Показатель X_i	Значение	Терм и значения коэффициентов		
		B_{i1} (0; 0; 0,2; 0,4)	B_{i2} (0,2; 0,4; 0,6; 0,8)	B_{i3} (0,6; 0,8; 1,0; 1,0)
X_1	От 12,0 до 13,5 % на СВ	12,0; 12,0; 12,3; 12,6	12,3; 12,6; 12,9; 13,2	12,9; 13,2; 13,5; 13,5
X_2	От 23 до 28 %	23,0; 23,0; 24,0; 25,0	24,0; 25,0; 26,0; 27,0	26,0; 27,0; 28,0; 28,0
X_3	От 20 до 100 единиц прибора ИДК	20,0; 20,0; 25,0; 30,0 или 100,0; 100,0; 95,0; 90,0	25,0; 30,0; 40,0; 45,0 или 95,0; 90,0; 80,0; 75,0	40,0; 45,0; 75,0; 80,0
X_4	От 150 до 200 с	150; 150; 160; 170	160; 170; 180; 190	180; 190; 200; 200
X_5	От 40 до 60 %	40; 40; 44; 48	44; 48; 52; 56	52; 56; 60; 60
X_6	От 730 до 750 г/л	730; 730; 734; 738	734; 738; 742; 746	742; 746; 750; 750

Этап 4

Определим значения функции принадлежности μ_{ij}, где i – индекс показателя (i=1…6), j – индекс терма (j =1..3), расчеты по формуле (1). Результаты по одному из образцов представлены в табл. 4, графическая иллюстрация на рис. 1. В последней строке табл. 4 вычислены веса термов p_k, k = 1, 2, 3 по формуле (4) при условии, что все показатели равно предпочтительны, т. е., в свою очередь обладают равным весом: $r_i = 1/n = 1/6$, для i = 1...6. В этом случае вес терма есть среднее арифметическое значений функции принадлежности μ_{ik} терма B_{ik}.

Рис. 1. Пример значения функции принадлежности лингвистической переменной по показателю «Массовая доля белка, %»

Таблица 4

Первичная обработка показателей качества для образца пшеницы

Показатель		Значения функции принадлежности μ_{ik}		
X_i	Фактическое значение	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}
X_1	12,5	0,33	0,67	0
X_2	25,0	0	1	0
X_3	81,0	0	1,0	0
X_4	193,0	0	0	1,0
X_5	55,0	0	0,25	0,75
X_6	745	0	0,25	0,75
Вес терма p_k лингвистической переменной h: $p_k = \frac{1}{6}\sum_{i=1}^{6}\mu_{ki}, k = 1, 2, 3.$		**0,055**	**0,528**	**0,417**

Далее вычислим значение функции принадлежности лингвистической переменной h=«Уровень качества» для образца в соответствии с формулами (4) и (5) (табл. 5). Переход от веса терма p_k к значению лингвистической переменной h обусловлен тем, что самый высокий, первый уровень качества (H_1= «1 уровень качества») достигается при значениях B_{i3} – «высокий уровень показателя X_i», поэтому $p_j = p_k$, $j = 3 - k + 1$, $k = 1 \ldots 3$.

Таблица 5

Вычисление значений лингвистической переменной h = «уровень качества» для образца пшеницы

Вес терма p_j лингвистической переменной h*	Множество-носитель j-го терма лингвистической переменной h	Середина промежутка H_j, $\bar{h}_j$	$h_j = p_j \bar{h}_j$
Вес p_1= **0,417**	$H_1 \in [0;\ 0{,}4]$	0,2	0,0834
Вес p_2= **0,528**	$H_2 \in (0{,}2;\ 0{,}8]$	0,5	0,2640
Вес p_3= **0,055**	$H_3 \in (0{,}6;\ 1]$	0,8	0,0440
$h = \sum_{j=1}^{3} p_j \bar{h}_j =$			**0,3914**

Примечание. * см. последнюю строку табл. 4.

Используя табл. 1, найдем значения функций принадлежности μ_k(h), если h = 0,3914 (см. рис. 2):

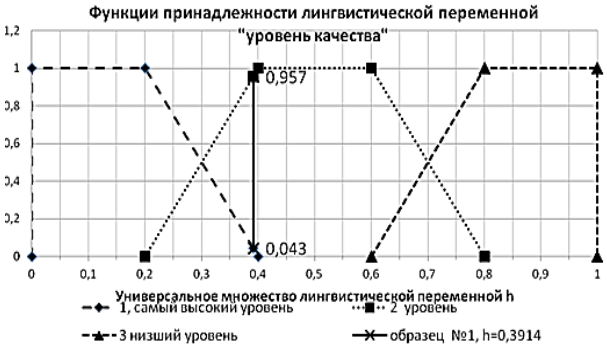

Рис. 2. Пример определения уровня качества по значениям функций принадлежности лингвистической переменной

для H_1=*«1, самый высокий уровень качества»:*

$$\mu_1(0{,}3914) = 5\cdot(0{,}4 - 0{,}3914) = 0{,}043;$$

для H_2=*«2 уровень качества»:*

$$\mu_2(0{,}3914) = 1 - 5\cdot(0{,}4 - 0{,}3914) = 0{,}957;$$

для H_3=*«3, самый низкий уровень качества»*:

$$\mu_3(0{,}3914) = 0.$$

Результаты расчетов показывают, что исследуемый образец зерна имеет 2 (средний) уровень качества с достаточно высоким значением функции принадлежности. Соответственно, может быть рекомендован для производства хлебопекарной муки для подовых сортов хлебобулочных изделий, в том числе батонов, булок, слоеных изделий, для хлебобулочных изделий диетического назначения, за исключением аглютеновых, а также затяжного печенья, крекера.

Таким образом, предложенная методика позволяет проводить градацию сельскохозяйственного сырья по функционально-технологическому назначению и, соответственно, реализовывать механизм рационального использования потенциала сырьевого ресурса по целевому назначению.

Список литературы

1. Болтенко, Ю.А. Разработка реологических критериев управления свойствами пшеничного теста и качеством хлебобулочных изделий: дис. … канд. техн. наук: 05.18.01 / Болтенко Юрий Алексеевич. – М.: МГУПП, 2010. – 177 с.
2. Черных, В.Я. Регулирование состояния углеводно-амилазного комплекса хлебопекарной муки: учеб. пособие / В.Я. Черных, М.А. Ширшиков. – М.: ИК МГУПП, 2003. – 138 с.
3. Черных, В.Я. Управление хлебопекарными свойствами пшеничной муки / В.Я. Черных // Хлебопекарное и кондитерское производство. – 2014. – № 10. – С. 12–14
4. Черных, В.Я. Методология управления реологическими свойствами полуфабрикатов и готовых изделий хлебопекарного производства / В.Я. Черных, Е.В. Жирнова // Хлебопечение России. – 2015. – № 1. – С.14–17.
5. Поспелов, Д.С. «Серые» и/или «черно-белые» [шкалы] / Д.С. Поспелов // Прикладная эргономика. Специальный выпуск «Рефлексивные процессы». – 1994. – № 1.– С. 29–33.
6. Конышева, Л.К. Основы теории нечетких множеств / Л.К. Конышева, Д.М. Назаров. – СПб: Питер, 2011. – 192 с.
7. Статистическая оценка хлебопекарного потенциала зерна пшеницы / Н.М. Дерканосова, М.Д. Горожанина, Л.Ш. Довлатов, Л.П. Попова // Хлебопродукты. – 2014. – № 2. – С. 58–61.

METHODS FOR COMPLEX EVALUATION OF THE QUALITY LEVEL OF AGRICULTURAL PRODUCTS (BY THE EXAMPLE OF WHEAT GRAIN)

G.V. Shurshikova[1], V.I. Kotarev[2], N.M. Derkanosova[2,*], O.A. Vasilenko[2], N.I. Zolotareva[2]

[1]Voronezh State University,
1, Universitetskaya pl., Voronezh, 394006, Russia

[2]Voronezh State Agricultural University
named after Emperor Peter I,
1, ul. Mitchurina, Voronezh, 394087, Russia

**e-mail: kommerce05@list.ru*

Received: 21.04.2015
Accepted: 29.04.2015

The product quality depends on the level of functional and technological characteristics of agricultural raw materials as determined in relation to the laws of formation of consumer properties of certain foods. Current conditions of forming the consumer market determine the need for the rational use of the potential of domestic raw material sources. The purpose of the research is to develop a comprehensive method for evaluating the quality level of agricultural products adapted by the example of functional and technological properties of wheat in relation to the provision of consumer properties of bakery products. The object of the study is wheat grain of class 3 (the Voronezh region). The mathematical tool of this method is the theory of fuzzy sets. Fuzzy classifier for grain property evaluation has been developed; the set of six indices that form the functional and technological properties of grain has been determined; the values of indices have been arranged and presented by linguistic variables with trapezoidal membership function; the rules for calculating the membership functions are given. Features for describing individual indices, for example, «the quality of raw gluten», have been considered. For the sample of wheat grain, the values of membership functions of linguistic variables «index level» for all indices and linguistic variable «quality level» have been calculated. It has been determined, that the studied sample of grain has the second (medium) quality level. Therefore, it can be recommended for the production of bread flour for special sorts, including long loaves, small loaves, flaky pastry, dietetic products, except gluten-free, flaky cookies and biscuits. Evaluation of the level of functional and technological properties of agricultural products enables to use raw materials for the production of foods for a certain segment of consumers (children, dietary and other special food), specific technologies (traditional, accelerated, etc.), and types of products and thereby to exploit efficiently the resource potential of agro-industrial complex.

Functional and technological properties, quality level, method for evaluation the level of functional and technological properties, wheat grain, the theory of fuzzy sets.

References

1. Boltenko Y.A. *Razrabotka reologicheskikh kriteriev upravleniia svoistvami pshenichnogo testa i kachestvom khlebobulochnykh izdelii.* Diss. kand. tekhn. nauk [Developing of rheologic standarts of management of properties wheat pastry and quality of bakery. Cand. tech. sci. diss.]. Moscow, 2010. 177 p.
2. Chernykh V.Ya., Shirshikov M.A. *Regulirovanie sostoianiia uglevodno-amilaznogo kompleksa khlebopekarnoi muki* [Regulation of state of carbohydrate-amylase complex of bread flour], Moscow, Moscow State University of Food Production Publ., 2003. 138 p.
3. Chernykh V.Ya., Zhirnova E.V. Upravlenie khlebopekarnymi svoistvami pshenichnoi muki [Management of baking properties of wheat flour]. *Konditerskoe i khlebopekarnoe proizvodstvo* [Confectionary and bread baking]. 2014, no. 10, p. 12-14.
4. Chernykh V.Ya., Zhirnova E.V. Metodologiia upravleniia reologicheskimi svoistvami polufabrikatov i gotovykh izdelii khlebopekarnogo proizvodstva [Management methodology of rheological properties of semi-finished and finished products for bakery production]. *Khlebopechenie Rossii* [Baking in Russia]. 2015, no. 1, p. 14-17.
5. Pospelov D.S. «Serye» i/ili «cherno-belye» (shkaly) [“Gray” and/or “Black and White” (scales)]. *Prikladnaia ergonomika. Spetsial'nyi vypusk «Refleksivnye protsessy»* [Applied ergonomics. Special edition “Reflexive prozesses”]. 1994, no. 1, p. 29-33.
6. Konysheva L.K., Nazarov D.M. *Osnovy teorii nechetkikh mnozhestv* [Fundamentals of theory of fuzzy sets]. St. Petersburg, Piter Publ., 2011. 192p.
7. Derkanosova N.M., Gorozhanina M.D., Dovlatov L.Sh., Popova L.P. Statisticheskaia otsenka khlebopekarnogo potentsiala zerna pshenitsy [Statistical assessment of baking potential of grain of wheat]. *Khleboprodukty* [Bread products]. 2014, no. 2, p. 58-61.

Дополнительная информация / Additional Information

Методика комплексной оценки уровня качества сельскохозяйственной продукции (на примере зерна пшеницы) / Г.В. Шуршикова, В.И. Котарев, Н.М. Дерканосова и др. // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 37. – № 2. – С. 143–150.

Shurshikova G.V., Kotarev V.I., Derkanosova N.M., Vasilenko O.A., Zolotareva N.I. Methods for complex evaluation of the quality level of agricultural products (by the example of wheat grain) . *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 37, no. 2, pp. 143–150. (In Russ.)

Шуршикова Галина Владимировна
канд. техн. наук, доцент кафедры информационных технологий и математических методов в экономике ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет», 394006, Россия, г. Воронеж, Университетская площадь, 1

Котарев Вячеслав Иванович
д-р с.-х. наук, профессор кафедры товароведения и экспертизы товаров, ректор ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I», 394087, Россия, г. Воронеж, ул. Мичурина, д. 1, тел.: +7 (473) 253-86-31

Дерканосова Наталья Митрофановна
д-р техн. наук, профессор, декан факультета технологии и товароведения, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I», 394087, Россия, г. Воронеж, ул. Мичурина, д. 1, тел.: +7 (4732) 55-87-97, e-mail: kommerce05@list.ru

Василенко Ольга Александровна
канд. техн. наук, доцент кафедры товароведения и экспертизы товаров, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I», 394087, Россия, г. Воронеж, ул. Мичурина, д. 1, тел.: +7 (4732) 55-87-97

Золотарева Наталья Ивановна
аспирант факультета технологии и товароведения, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I», 394087, Россия, г. Воронеж, ул. Мичурина, д.1

Galina V. Shurshikova
Cand.Tech.Sci., Associate Professor of the Department of Information Technology and Mathematical Methods in Economics, Voronezh State University, 1, Universitetskaya pl., Voronezh, 394006, Russia

Vyacheslav I. Kotarev
Dr. Sci. (Agr.), Professor of the Department of Technology and Commodity Research, Rector, Voronezh State Agricultural University named after Emperor Peter I, 1, ul. Mitchurina, Voronezh, 394087, Russia, phone: +7 (473)253-86-31

Natalia M. Derkanosova
Dr. Sci. (Eng.), Professor, Dean of the Faculty of Technology and Commodity Research, Voronezh State Agricultural University named after Emperor Peter I, 1, ul. Mitchurina, Voronezh, 394087, Russia, phone: +7 (4732) 55-87-97,
e-mail: kommerce05@list.ru

Olga A. Vasilenko
Cand.Tech.Sci., Associate Professor of the Department of Technology and Commodity Research, Voronezh State Agricultural University named after Emperor Peter I, 1, ul. Mitchurina, Voronezh, 394087, Russia, phone: +7 (4732) 55-87-97

Natalya I. Zolotareva
Postgraduate Student of the Faculty of Technology and Commodity Research, Voronezh State Agricultural University named after Emperor Peter I, 1, ul. Mitchurina, Voronezh, 394087, Russia