

**Н.А. Шелегова, И.П. Овсянникова, Т.В. Урбанович, А.Н. Моргунов**

*Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия», г. Могилев, Республика Беларусь*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО И СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В МОДЕЛИРОВАНИИ РЕЦЕПТУРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ И ЭКСПЕРТИЗЕ КАЧЕСТВА НОВОЙ ВИНОДЕЛЬЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ**

**Аннотация:** Одним из перспективных направлений пищевой промышленности является расширение ассортимента винодельческой продукции за счет разработки новых оригинальных рецептур традиционных напитков. К таким напиткам можно отнести группу глинтвейнов. Целью исследований является разработка оригинальных рецептур глинтвейнов на основе фруктово-ягодных и виноградных виноматериалов, полученных с использованием плодов и ягод, произрастающих на территории Республики Беларусь. При моделировании рецептур новых напитков определялось оптимальное количественное сочетание компонентов купажей в целях получения изделий с наиболее гармоничными органолептическими свойствами. С целью подбора оптимальных композиций напитков производилась их экспертная оценка, включающая в себя следующие виды работ: формирование группы экспертов, подготовка экспертных анкет, опрос экспертов, обработка полученных результатов и их математический анализ, а именно вычисление степени согласованности мнений экспертов, коэффициента конкордации, распределение Пирсона и статистики Фридмана.

**Ключевые слова:** моделирование, рецептуры, винодельческая продукция, эксперты, статистика, ранжирование, согласованность

**N.A. Shelegova, I.P. Ovsyannikova, T.V. Urbanovich, A.N. Morgunov**

*Educational institution “Mogilev state University of food”, Mogilev, Republic of Belarus*

## **THE USE OF MEANS OF ECONOMIC-MATHEMATICAL AND STATISTICAL ANALYSIS IN THE SIMULATION OF COMPOUNDING COMPOSITIONS AND THE EXAMINATION OF THE QUALITY OF NEW WINE PRODUCTS**

**Abstract:** The aim of the research is to develop original recipes for mulled wine based on fruit-berry and grape wine materials, produced using fruits and berries that grow on the territory of the Republic of Belarus. The optimal quantitative combination of blending components in order to obtain products with the most harmonious organoleptic properties was determined in the simulation of new beverage formulations. With the aim of selecting the optimal compositions of drinks produced their expert evaluation, which includes the following activities: the formation of the group of experts, preparation of expert questionnaires, a survey of experts processing of the obtained results and their mathematical analysis, namely the calculation of the degree of consistency of experts, coefficient of concordance, the Pearson statistics distribution and Friedman.

**Keywords:** modeling, formulations, wine products, experts, statistics, ranking, consistency

Одна из важнейших задач общества в настоящее время — удовлетворение потребностей населения в высококачественных продуктах питания и напитках. Одним из перспективных направлений при решении этих задач является расширение ассортимента винодельческой продукции за счет разработки новых оригинальных рецептур традиционных напитков.

Винный напиток с использованием натурального сырья — это готовый винодельческий продукт с объемной долей этилового спирта от 9,0 % до 20,0 %, содержащий не менее 5 % плодового или виноградного виноматериала, произведенный с добавлением или без добавления этилового ректификованного спирта из пищевого сырья, ректификованного виноградного или ректификованного плодового спирта, плодово-ягодного спиртованного и концентрированного сока, сахаросодержащих веществ, натуральных ароматизирующих и натуральных вкусовых веществ [1].

К таким напиткам можно отнести группу глинтвейнов. Это напитки, которые рекомендуется употреблять исключительно в горячем виде, за счет чего они являются «сезонными», обладают согреваю-

щим действием в холодное время года. Традиционно в основе глнтвейнов — виноградные сухие или полусухие вина, а также ряд пряно-ароматических растений (корица, гвоздика и т.д.).

Целью исследований является разработка оригинальных рецептов глнтвейнов на основе фруктово-ягодных и виноградных виноматериалов, полученных с использованием плодов и ягод, произрастающих на территории Республики Беларусь.

Для обоснования целесообразности разработки новых рецептов глнтвейнов, на предварительном этапе работы проводилось маркетинговое исследование, которое позволило определить отношение потенциальных потребителей к традиционным винным напиткам группы «Глнтвейны» и установить готовность потребителей к расширению рецептурной линейки этих напитков.

Кроме того, проводимое маркетинговое исследование позволило установить предпочтения потребителей при выборе сырья для новых рецептов глнтвейнов.

Установлено, что целесообразно использование в рецептурах новых глнтвейнов такого сырья, как черная смородина, клюква, клубника.

В качестве пряно-ароматических компонентов в рецептурах новых глнтвейнов предполагается использование не только корицы и гвоздики, но и липового цвета, мелиссы, мяты перечной, тимьяна.

Целесообразность выбора указанного ассортимента плодово-ягодного и пряно-ароматического сырья была подтверждена на этапе изучения его химического состава и нативных свойств.

Таким образом, в составах новой винодельческой продукции полуфабрикаты на основе черносмородинового, клюквенного и клубничного соков, с добавлением корицы, гвоздики, мелиссы и тимьяна в виде настоев.

При моделировании рецептов глнтвейнов определялось оптимальное количественное сочетание компонентов купажей в целях получения изделий с наиболее гармоничными органолептическими свойствами.

С целью подбора оптимальных композиций глнтвейнов предварительно были приготовлены две композиции, содержащие выбранные полуфабрикаты виноделия в различных комбинациях, далее производилась их экспертная оценка, включающая в себя следующие виды работ: формирование группы экспертов (фокус-группы), подготовка экспертных анкет, опрос экспертов, обработка полученных результатов и их математический анализ.

Созданной фокус-группой было проведено ранжирование образцов глнтвейнов по органолептическим свойствам, выполнена математическая обработка полученных данных (степень согласованности мнений экспертов, коэффициент конкордации, распределение Пирсона и статистика Фридмана), которая позволила наиболее точно выявить образцы с наилучшими показателями и убедиться в достоверности экспертной оценки.

При органолептических испытаниях новой винодельческой продукции перед дегустаторами было поставлено задание: расположить образцы в порядке улучшения их органолептических свойств.

Для этого экспертам предлагают проранжировать (упорядочить) параметры в порядке возрастания важности, то есть минимальный ранг  $a_{ij} = 1$  получает наименее удачный образец, следующий, наименее гармоничный из оставшихся, получает ранг  $a_{ij} = 2$  и так далее.

Наиболее качественному образцу присваивается ранг  $n$ .

Степень согласованности мнений экспертов характеризуется коэффициентом конкордации  $W$ , который определяют по формуле:

$$W = \frac{12 \cdot S}{[n^2 \cdot (m^3 - m)]},$$

где  $S$  — сумма квадратов отклонений суммы рангов каждого объекта экспертизы от среднеарифметического рангов;  $n$  — число экспертов;  $m$  — число образцов.

Сумму квадратов отклонений суммы рангов каждого объекта экспертизы от среднеарифметического рангов определяют следующим образом:

$$S = \sum_{i=1}^n (a_i - t)^2,$$

где  $a_i$  — сумма рангов  $i$ -го образца;  $t$  — среднее значение суммы рангов.

Коэффициент конкордации показывает, насколько мнения экспертов согласованы между собой, может принимать значения от 0 (при отсутствии согласованности) до 1 (при полном единодушии), и если этот показатель  $W > 0,60$ , согласованность считается хорошей.

Существенность значения коэффициента конкордации устанавливают при помощи критерия  $\chi^2_w$  (распределение Пирсона):

$$\chi^2_w = \frac{12 \cdot S}{[m \cdot n \cdot (m+1)]},$$

Значение  $\chi^2_w$  сравнивают с табличным при заданном уровне значимости  $\alpha = 0,05$  и числе степеней свободы  $f = m - 1$ . При  $\chi^2_w > \chi^2_{\alpha}(f)$  степень согласия между экспертами не вызывает сомнения.

Результаты оценки образцов глинтвейна композиции № 1 экспертной группой, состоящей из пяти человек, представлены в табл. 1.

**Т а б л и ц а 1. Результаты ранжирования образцов глинтвейна композиции № 1 по органолептическим свойствам**  
**Table 1. The results of the ranking samples of mulled wine composition № 1 of organoleptic properties**

Номер образца	Номер эксперта					Сумма рангов	$ a_i - t $	$ a_i - t ^2$
	1	2	3	4	5			
1.1	1	1	1	1	1	5	10	100
1.2	2	2	2	4	2	12	3	9
1.3	5	4	5	5	5	24	9	81
1.4	3	5	3	2	3	16	1	1
1.5	4	3	4	3	4	18	3	9
						$\Sigma = 75$		$\Sigma = 200$

Среднее значение суммы рангов:

$$t = \frac{5 \cdot (5+1)}{2} = 15.$$

Определяем коэффициент конкордации:

$$W = \frac{12 \cdot 200}{[5^2 \cdot (5^3 - 5)]} = 0,8.$$

Значение распределения Пирсона:

$$\chi^2_w = \frac{12 \cdot 200}{[5 \cdot 5 \cdot (5+1)]} = 16.$$

Табличным значением  $\chi^2_{\alpha}$  при числе степеней свободы  $f = m - 1 = 5 - 1 = 4$  является 9,5. Следовательно,  $\chi^2_w > \chi^2_{\alpha}(f)$  и степень согласия между экспертами не вызывает сомнения.

Среднее значение суммы рангов:

$$t = \frac{5 \cdot (5+1)}{2} = 15.$$

Определяем коэффициент конкордации:

$$W = \frac{12 \cdot 224}{[5^2 \cdot (5^3 - 5)]} = 0,9.$$

Результаты оценки образцов глинтвейна композиции № 2 экспертной группой, состоящей из пяти человек, представлены в табл. 2.

Значение распределения Пирсона:

$$\chi^2_w = \frac{12 \cdot 224}{[5 \cdot 5 \cdot (5+1)]} = 17,92.$$

**Таблица 2. Результаты ранжирования образцов глинтвейна композиции № 2 по органолептическим свойствам**  
**Table 2. The results of the ranking samples of mulled wine composition № 2 of organoleptic properties**

Номер образца	Номер эксперта					Сумма рангов	$ a_i - t $	$ a_i - t ^2$
	1	2	3	4	5			
2.1	1	1	1	2	1	6	9	81
2.2	2	2	2	1	2	9	6	36
2.3	3	3	3	4	3	16	1	1
2.4	5	5	4	5	5	24	9	81
2.5	4	4	5	3	4	20	5	25
						$\Sigma = 75$		$\Sigma = 224$

Табличным значением  $\chi^2_a$  при числе степеней свободы  $f = m - 1 = 5 - 1 = 4$  является 9,5. Следовательно,  $\chi^2_w > \chi^2_a(f)$  и степень согласия между экспертами, как и в предыдущем случае, не вызывает сомнения.

При дальнейшей статистической обработке данных поставлена задача вычислить, существует ли разница между сравниваемыми образцами напитков, если дегустаторы давали целостную оценку качеству напитка.

Если бы все исследуемые образцы были бы одинаковыми, то суммы рангов для напитков также были бы одинаковы и равны средней сумме рангов (15).

В качестве статистического показателя, характеризующего степень различия между образцами напитков, выбирается величина, называемая статистикой Фридмана. Она равна:

$$F_R = \left[ \left( \frac{12 \cdot \sum_{i=1}^n a_i^2}{m \cdot n \cdot (n+1)} \right) - 3 \cdot m \cdot (n+1) \right].$$

Величина  $F_R$  имеет  $\chi^2$  распределение с  $(n - 1)$  степенями свободы.

Если  $F_R > \chi^2_{n-1}$ , то принимается альтернативная гипотеза о наличии существенных различий в органолептических свойствах образцов.

Результаты ранжирования образцов глинтвейна композиции № 1 представлены в табл. 3.

Статистика Фридмана ранжирования глинтвейна композиции № 1 равна:

$$F_R = \left[ \left( \frac{12 \cdot 1325}{5 \cdot 5 \cdot (5+1)} \right) - 3 \cdot 5 \cdot (5+1) \right] = 16.$$

**Таблица 3. Ранг образцов глинтвейна композиции № 1**  
**Table 3. The rank of mulled wine samples of the composition № 1**

Номер образца	Номер эксперта					Сумма рангов	Квадрат суммы рангов
	1	2	3	4	5		
1.1	1	1	1	1	1	5	25
1.2	2	2	2	4	2	12	144
1.3	5	4	5	5	5	24	576
1.4	3	5	3	2	3	16	256
1.5	4	3	4	3	4	18	324
						$\Sigma = 75$	$\Sigma = 1325$

Табличным значением  $\chi^2$  при числе степеней свободы  $f = n - 1 = 5 - 1 = 4$  и заданном уровне значимости  $\alpha = 0,05$  является 9,5. Следовательно,  $F_R > \chi^2_a(f)$  и существует значительная разница в свойствах образцов глинтвейна композиции № 1.

Результаты ранжирования образцов глинтвейна композиции № 2 представлены в табл. 4.

Статистика Фридмана ранжирования глинтвейна композиции № 2 равна:

$$F_R = \left[ \left( \frac{12 \cdot 1349}{5 \cdot 5 \cdot (5+1)} \right) - 3 \cdot 5 \cdot (5+1) \right] = 17,92.$$

Таблица 4. Ранг образцов глинтвейна композиции № 2  
Table 4. The rank of mulled wine samples of the composition № 2

Номер образца	Номер эксперта					Сумма рангов	Квадрат суммы рангов
	1	2	3	4	5		
2.1	1	1	1	2	1	6	36
2.2	2	2	2	1	2	9	81
2.3	3	3	3	4	3	16	256
2.4	5	5	4	5	5	24	576
2.5	4	4	5	3	4	20	400
						$\Sigma = 75$	$\Sigma = 1349$

Табличным значением  $\chi^2$  при числе степеней свободы  $f = n - 1 = 5 - 1 = 4$  и заданном уровне значимости  $\alpha = 0,05$  является 9,5. Следовательно,  $F_R > \chi^2_\alpha(f)$  и существует значительная разница в свойствах образцов глинтвейна композиции № 2 [2, 3].

В результате проведения экспертной оценки новой винодельческой продукции установлено, что напитки обладают хорошими потребительскими свойствами, характеризуются приятным гармоничным вкусом и букетом.

Экспертами проведено ранжирование образцов по органолептическим свойствам, выполнена математическая обработка полученных данных, которая позволила наиболее точно выявить образцы винных напитков с наилучшими показателями и убедиться в достоверности органолептической оценки.

Окончательным результатом научно-исследовательской работы стала разработка рецептур новой винодельческой продукции — глинтвейнов.

Согласно СТБ 1695–2006 «Вина плодовые крепленые марочные, улучшенного качества и специальной технологии и виноматериалы плодовые крепленые марочные, улучшенного качества и специальной технологии обработанные. Общие технические условия» [4] напитки могут быть отнесены к группе вин «Вина плодовые крепленые ароматизированные специальной технологии», поэтому окончательная разработка рецептур осуществлялась расчетным путем исходя из требований к данной группе вин по содержанию спирта, сахара и кислоты.

Принимая во внимание набор спирта, кислотность и величину остаточного сахара в натуральных полусухих виноматериалах, а также крепость пряно-ароматического компонента в рецептуры вносился сахарный сироп концентрацией 65,8 % и вода питьевая, соответствующая требованиям СанПиН 10-124 РБ 99 «Правила установления контролируемых показателей качества питьевой воды и составления рабочей программы производственного контроля качества питьевой воды» [5]. Разработанные рецептуры прошли апробацию в условиях производства, по результатам которой получили подтверждение соответствия физико-химических показателей требованиям СТБ 1695–2006 «Вина плодовые крепленые марочные, улучшенного качества и специальной технологии и виноматериалы плодовые крепленые марочные, улучшенного качества и специальной технологии обработанные. Общие технические условия»

#### Список использованных источников

1. Винодельческая промышленность. Термины и определения: СТБ 1650-2008. — Введ. 12.09.2008. — Минск : Госстандарт: Белорус. Гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2008. — 23 с.
2. Лисьев, В.П. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие <http://www.knigafund.ru/authors/41607/> В.П. Лисьев. — Евразийский открытый институт, 2010 г. — 220 с.
3. Шелегова, Н.А. Экспертная оценка органолептических показателей слабоалкогольных напитков / Н.А. Шелегова, Е.М. Моргунова, С.Л. Масанский // Сб. науч. тр. // Донецкий национальный университет экономики и торговли им. М.Туган-Барановского. — Донецк, 2010. — Т.1: Обладнання та технології харчових виробництв. — С. 294–299.
4. Вина плодовые крепленые марочные, улучшенного качества и специальной технологии и виноматериалы плодовые крепленые марочные, улучшенного качества и специальной технологии обработанные. Общие технические условия: СТБ 1695–2006. — Введ. 13.12.2006. — М. : Госстандарт : Изд-во Научно-производственное республиканское унитарное предприятие «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС), 2006. — 12 с.
5. Правила установления контролируемых показателей качества питьевой воды и составления рабочей программы производственного контроля качества питьевой воды: СанПиН 10-124 РБ 99. — Введ. 01.01.2000. — 12 с.
6. Шелегова, Н.А. Формирование экспертных комиссий для экспертизы крепких алкогольных напитков / Н.А. Шелегова, Т.В. Урбанович // Актуальные вопросы права, образования и психоло-

гии: сборник научных трудов / Учреждение образования «Могилевский институт Министерства внутренних дел», 2017. — С. 100.

7. Научно-практическое моделирование оригинальных напитков с оптимизацией значащих факторов / Н.А. Шелегова [и др.] // Стратегия развития индустрии гостеприимства и туризма: материалы конференции Международной научной конференции 15 января — 15 апреля 2017 года / Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, Орел, 2017. — С. 57.

### References

1. Wine industry. Terms and definitions: STB 1650-2008. — J. 12.09.2008. — Minsk: State Standard: Belarusian State Institute of standardization and certification, 2008. — 23 p.
2. *Lishev, V. P.* Probability Theory and mathematical statistics: textbook / V. P. Lishev. — Eurasian open Institute, 2010-220С.
3. *Shelegova, N.* Expert evaluation of the organoleptic characteristics of alcoholic beverages / N. Shelegova, E. M. Morgunova, S. L. Masanskii // Proc. scientific. Tr. // Donetsk national University of Economics and trade. M. Tugan-Baranovsky. — Donetsk, 2010. — Vol. 1. — pp. 294–299.
4. Wines fruit fortified vintage, improved quality and special technology and wine materials fruit fortified vintage, improved quality and special technology processed. General specifications: STB 1695-2006. — 13.12.2006. — М.: State standard: publishing house of Scientific production Republican unitary enterprise «Belarusian state Institute of standardization and certification» (BelGISS), Gosstandart., 2006. 12 p.
5. Rules of establishment of the controlled indicators of quality of drinking water and drawing up the working program of production control of quality of drinking water: SanPiN 10-124 RB 99. — 01.01.2000. 12 p.
6. *Shelegova, N. A.* Formation of expert commissions for the examination of alcoholic beverages / T. V. Urbanovich // Actual issues of law, education and psychology: collection of scientific papers / educational institution «Mogilev Institute of the Ministry of internal Affairs», 2017. — P. 100.
7. *Shelegova, N.* Scientific and practical modeling of original drinks with optimization of significant factors / A. Yu. Bolotko, I. P. Ovsyannikova, T. V. Urbanovich / Strategy of hospitality and tourism industry development: proceedings of the conference of the International scientific conference January 15 — April 15, 2017 / Oryol state University. I. S. Turgenev, Orel, 2017. — P. 57.

### Информация об авторах

*Шелегова Наталья Анатольевна* — кандидат технических наук, доцент кафедры товароведения и организации торговли учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия» (пр. Шмидта, 3, 212027, г. Могилев, Республика Беларусь). E-mail: Shelegova.natasha@yandex.ru

*Овсянникова Инна Поликарповна* — старший преподаватель кафедры информатики и автоматизации технологических процессов и производств учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия» (пр. Шмидта, 3, 212027, г. Могилев, Республика Беларусь). E-mail: mailto:Shelegova.natasha@yandex.ru polikarpovna@mail.ru

*Урбанович Татьяна Валерьевна* — магистрант учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия» (пр. Шмидта, 3, 212027, г. Могилев, Республика Беларусь). E-mail: keisi93@mail.ru

*Моргунов Артем Николаевич* — аспирант учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия» (пр. Шмидта, 3, 212027, г. Могилев, Республика Беларусь). E-mail: mti67@rambler.ru

### Information about authors

*Shelegova Natalia Anatolievna* — Ph.D. (Engineering) educational institution “Mogilev State University of Food” (Shmidt Ave, 3, 212027, Mogilev, Republic of Belarus). E-mail: Shelegova.natasha@yandex.ru

*Ovsyannikova Inna Polikarpovna* — Lecturer educational institution “Mogilev State University of Food” (Schmidt Ave, 3, 212027, Mogilev, Republic of Belarus). E-mail: polikarpovna@mail.ru

*Urbanovich Tatiana Valerievna* — graduate student educational institution “Mogilev State University of Food” (Shmidt Ave, 3, 212027, Mogilev, Republic of Belarus). E-mail: keisi93@mail.ru

*Morgunov Artem Nikolaevich* — postgraduate educational institution “Mogilev State University of Food” (Shmidt Ave, 3, 212027, Mogilev, Republic of Belarus). E-mail mti67@rambler.ru