

## ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВИНОГРАДНЫХ ВИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

<sup>1</sup>Ю.Ф. Якуба, <sup>2</sup>З.А. Темердашев, <sup>2</sup>А.А. Халафян

<sup>1</sup>Государственное научное учреждение Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства,  
Российская Федерация, 350901, г. Краснодар, ул. 40-лет Победы, 39,  
globa2001@mail.ru

<sup>2</sup>Кубанский государственный университет  
Российская Федерация, 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149,  
temza@kubsu.ru

Поступила в редакцию 14 июня 2014 г.,  
после исправлений – 2 сентября 2014 г.

Обсуждены вопросы оценки интегральной характеристики вин, получаемой в ходе установления их качества, указаны достоинства и недостатки существующих процедур. Рассмотрены способы инструментальной оценки качества вин, которые часто приводят к получению неоднозначных результатов. Показана возможность более простых решений оценки качества вин с использованием методов математического моделирования по определенным параметрам дегустации. Проанализированы и установлены параметры, формирующие качество виноградного вина, с использованием которых математическая модель способна дать дегустационную оценку вина, позволяющую решать оперативные задачи и существенно сократить продолжительность исследования. Методами математической статистики установлено наличие взаимосвязей между дегустационной оценкой и содержаниями летучих компонентов, построено адекватное линейное статистически значимое уравнение регрессии, при помощи которого возможно предсказать дегустационные оценки для вин высокого, среднего и низкого качества. С целью апробации предложенной модели предсказаны дегустационные оценки некоторых виноградных вин.

**Ключевые слова:** вино, корреляция, статистика, модель, компонент, регрессия

**Якуба Юрий Федорович** – канд. техн. наук, доцент, заведующий ЦКП ГНУ СКЗНИИСиВ.

**Область научных интересов:** высокоэффективный капиллярный электрофорез, капиллярная газовая хроматография, химия пищевых производств.

Более 100 опубликованных работ, в том числе автор ряда монографий и патентов.

**Темердашев Зауаль Ахлоевич** – докт. хим. наук, профессор, зав. кафедрой аналитической химии КубГУ.

**Область научных интересов:** анализ объектов окружающей среды, разработка аналитических схем контроля.

Более 180 опубликованных работ, в том числе автор ряда монографий и патентов.

**Халафян Алексан Альбертович** – докт. техн. наук, профессор кафедры прикладной математики КубГУ.

**Область научных интересов:** компьютерный анализ данных, построение и анализ вероятностно-статистических моделей.

Более 100 опубликованных работ, в том числе автор нескольких монографий, учебников, свидетельств о регистрации программ.

### Введение

Органолептические свойства вин формируются за счет взаимодействия ароматических и вкусовых характеристик, причем ароматические создают по большей части летучие соединения, с другой стороны, вкусовые компоненты оказывают влияние

на содержание летучих веществ в паровой фазе, их распределение и соотношение, что свидетельствует о неразрывности процесса дегустации [1]. Летучие компоненты вин, образующиеся в процессе алкогольного брожения виноградного сусла (спирты, альдегиды жирного и ароматического рядов, летучие кислоты, простые и сложные эфи-

ры, гетероциклические соединения, лактоны и т.д.), по своим свойствам разнообразны и, в основном, формируют органолептическую составляющую их аромата [2, 3]. Вкусовые характеристики вин определяют содержащиеся в них неорганические соединения, аминокислоты, пептиды, сахара, целый ряд фенольных соединений и т.д. Качество исходного сырья, технологические операции, используемые вспомогательные материалы в меньшей степени определяют химический состав и органолептические показатели винодельческой продукции [3, 4]. Именно эти факторы обуславливают сложности при создании универсальных физико-химических приборов, способных установить интегральную характеристику вин, сравнимую с оценкой дегустатора.

В данной работе рассмотрена математическая модель зависимости дегустационной оценки вин от содержания в них летучих веществ, входящих в состав вин и обуславливающих их органолептические свойства, с последующим прогнозированием их качества в заданных границах соответствия [5].

## Объекты исследования

Объектами исследования были натуральные красные и белые виноградные вина российского производства, полученные по традиционным технологиям - образцы вин, полученные из европейских (Каберне, Мерло, Алиготе, Рислинг, Саперави и т.д.) и гибридных сортов винограда (Бианка, Виорика, Молдова, Первенец Магарача и т.д.). Анализировались вина красные - «Мысхако», «Номерной резерв», Фанагория, «Шато Тамань», «Шато ле Гран Восток», а также купажные и произведенные в экспериментальных условиях вина. При оценке их качества не рассматривались вина из европейских сортов винограда, полученные по традиционным технологиям, но без применения сернистого ангидрида. Данная категория по вкусу существенно отличается от вин с применением технологии сульфитирования, поскольку вкусовые компоненты больше подвергаются окислительным процессам из-за отсутствия защитного действия сернистого ангидрида.

С учетом анализа литературных данных [1, 2, 6] и накопленного нами экспериментального материала в качестве веществ, формирующих органолептические свойства вин, были определены следующие летучие компоненты - ацетальдегид, этилацетат, метанол, суммарное содержание высших спиртов, уксусная кислота, фурфурол.

## Методы исследования

Статистическое моделирование взаимосвязи дегустационной оценки вин и содержания в них вышеперечисленных летучих компонентов, учет степени влияния на аромат и аналитическую оценку тех или иных компонентов вин в заданных грани-

цах соответствия качества осуществляли в среде пакета STATISTICA 10 [7].

Определение летучих компонентов, содержащихся в винах, осуществляли методом капиллярной газовой хроматографии [8, 9]. Параллельно представительной группой специалистов проводилась дегустация этих же вин с оценкой по 100-балльной системе. В качестве исходных критериев было принято относить вино к уровню высокого качества, если дегустационная оценка была выше 80 баллов, среднего качества - в случаях оценки в пределах 70-80 баллов и низкого качества - при оценке менее 70 баллов.

## Экспериментальная часть

С учетом дегустационных оценок изученных вин, из них были сформированы две группы (серии). Серия № 1, преимущественно, состояла из натуральных виноградных вин высокого и среднего качества - красные и белые вина «Мысхако», «Номерной резерв», «Фанагория», «Шато Тамань», «Шато ле Гран Восток», а также ряд вин из торговой сети с достаточно характерным содержанием летучих компонентов. Из них высокого качества - 36 шт., среднего качества - 75 шт., низкого качества - 39 шт. Серия № 2, преимущественно, состояла из натуральных виноградных вин низкого качества, обусловленного разными причинами, в том числе нарушением условий хранения и проявившимися из-за них изменений количественного содержания в них летучих компонентов: среднего качества - 36 шт., низкого - 114 шт. Принцип формирования вышеперечисленных групп был обусловлен необходимостью выявления (статистического обнаружения) зависимостей дегустационной оценки вин от количественного содержания в них летучих компонентов с учетом качества анализируемых образцов.

На начальном этапе обработки эмпирических данных в обеих группах вин по описательным статистикам (**Количество наблюдений, Среднее, Медиана, Минимум, Максимум, Стандартное отклонение**) анализировали средние содержания альдегида ( $C_A$ ), этилацетата ( $C_E$ ), метанола ( $C_M$ ), высших спиртов ( $C_{HA}$ ), уксусной кислоты ( $C_{AA}$ ), фурфурола ( $C_F$ ) (табл. 1 и 2). Медиана является альтернативной оценкой среднего для непрерывных величин с асимметричным распределением. Статистики Минимум, Максимум, Стандартное отклонение характеризуют степень разброса концентрации летучих веществ в обеих сериях вин относительно среднего значения для серии. При обработке массивов эмпирических данных по обеим группам вин по описательным статистикам было установлено, что статистически значимыми являются значения величин, полученные с точностью до третьего знака после запятой.

Как видно из табл. 1, для дегустационной серии № 1 средняя концентрация уксусной кислоты

Таблица 1

Описательные статистики по результатам газохроматографического анализа качества вин (серия № 1)

Переменная	Количество наблюдений	Среднее содержание, мг/дм <sup>3</sup>	Медиана, мг/дм <sup>3</sup>	Минимум, мг/дм <sup>3</sup>	Максимум, мг/дм <sup>3</sup>	Стандартное отклонение, мг/дм <sup>3</sup>
$C_A$	150	79.546	45.000	21.000	230.000	65.464
$C_E$	150	57.353	56.000	44.000	77.000	6.242
$C_M$	150	71.806	58.000	40.000	165.000	29.267
$C_{HA}$	150	349.520	250.500	210.000	750.000	160.816
$C_{AA}$	150	438.206	363.000	240.000	850.000	143.298
$C_F$	150	15.626	6.000	2.000	66.000	15.949

(438.206 мг/дм<sup>3</sup>) значительно выше средних содержаний других летучих компонентов, наименьшее значение у фурфурола (15.626 мг/дм<sup>3</sup>). Наибольшее значение медианы также соответствует уксусной кислоте (363 мг/дм<sup>3</sup>), наименьшее – фурфурулу (6 мг/дм<sup>3</sup>).

В серии № 2 (табл. 2) среднее содержание уксусной кислоты также выше средних содержаний остальных компонентов, при этом, как видно, со снижением качества вина, по сравнению с серией № 1, возрастает ее концентрация (558.58 мг/дм<sup>3</sup>). Аналогичная тенденция наблюдается и с фурфуролом, концентрация которого со снижением качества вина, по сравнению с серией № 1, также возрастает (45.933 мг/дм<sup>3</sup>). Наибольшее значение медианы соответствует уксусной кислоте (540 мг/дм<sup>3</sup>), а наименьшее – альдегиду (42 мг/дм<sup>3</sup>).

Для установления характера взаимосвязи дегустационной оценки вин с содержаниями в них

летучих веществ исследовали наличие взаимосвязи между величиной дегустационной оценки (*Est*) и концентрациями летучих веществ. В табл. 3 отображены коэффициенты корреляции Пирсона (*r*), характеризующие степень линейной связи между двумя величинами.

Принято считать [7], что в случаях, когда  $|r| \leq 0.250$ , то корреляция слабая, если  $0.250 < |r| \leq 0.750$  – корреляция умеренная,  $|r| > 0.750$  – корреляция сильная. Из табл. 3 следует, что коэффициенты корреляции величины *Est* и переменных  $C_A, C_M, C_{HA}, C_{AA}, C_F$  статистически значимы. Как видно, парные взаимосвязи *Est* с  $C_M, C_{HA}$  и  $C_F$  умеренные, а с  $C_A, C_E$  и  $C_{HA}$  – слабые, коэффициент корреляции с показателем  $C_E$  статистически незначим. С увеличением содержания летучих веществ, за исключением этилацетата, дегустационная оценка уменьшается.

Для серии № 2 коэффициенты парной корреляции величины *Est* с переменными  $C_A, C_E, C_{HA}$ ,

Таблица 2

Описательные статистики по результатам газохроматографического анализа качества вин (серия № 2)

Переменная	Количество наблюдений	Среднее содержание, мг/дм <sup>3</sup>	Медиана, мг/дм <sup>3</sup>	Минимум, мг/дм <sup>3</sup>	Максимум, мг/дм <sup>3</sup>	Стандартное отклонение, мг/дм <sup>3</sup>
$C_A$	150	71.480	42.000	21.000	230.000	50.668
$C_E$	150	85.166	63.000	44.000	175.000	39.154
$C_M$	150	97.673	98.000	41.000	165.000	32.837
$C_{HA}$	150	287.206	288.000	200.000	370.000	49.632
$C_{AA}$	150	558.580	540.000	310.000	900.000	178.495
$C_F$	150	45.933	56.000	5.000	97.000	27.061

Таблица 3

Коэффициенты корреляции Пирсона (*r*) между величиной дегустационной оценки и содержанием летучих веществ вина\*

Переменная	Серия № 1	Серия № 2
$C_A$	<b>- 0.250</b>	<b>- 0.294</b>
$C_E$	0.068	<b>- 0.217</b>
$C_M$	<b>- 0.510</b>	0,043
$C_{HA}$	<b>- 0.620</b>	<b>- 0.173</b>
$C_{AA}$	<b>- 0.200</b>	<b>- 0.268</b>
$C_F$	<b>- 0.600</b>	<b>0.239</b>

Примечание: \* – полужирным шрифтом выделены корреляции, значимые на уровне  $p < 0.050$

Таблица 4

Результаты регрессионного анализа для серий вин № 1 и № 2\*

Параметр	BETA		B <sub>i</sub>		t		p	
	№ 1	№ 2	№ 1	№ 2	№ 1	№ 2	№ 1	№ 2
Свободный член	-	-	95.631	66.076	31.229	14.567	0.000	<b>0.000</b>
C <sub>A</sub>	-0.459	-0.516	-0.044	-0.033	-5.918	-2.529	<b>0.000</b>	<b>0.013</b>
C <sub>E</sub>	0.025	0.099	0.025	0.008	0.583	0.419	0.560	0.676
C <sub>M</sub>	-0.248	0.282	-0.053	0.028	-3.307	2.555	<b>0.001</b>	<b>0.012</b>
C <sub>HA</sub>	-0.765	-0.021	-0.029	-0.001	-4.913	-0.140	<b>0.000</b>	0.889
C <sub>AA</sub>	-0.277	0.048	-0.012	0.001	-3.537	0.219	<b>0.001</b>	0.827
C <sub>F</sub>	0.028	0.045	0.011	0.005	0.183	0.216	0.850	0.829

Примечания: \* – полужирным шрифтом выделены уровни значимости  $p < 0.050$ ; BETA – коэффициенты уравнения множественной регрессии, вычисленные по нормированным исходным данным; B<sub>i</sub> – искомые коэффициенты уравнения множественной регрессии; t – значения критерия Стьюдента для оценки статистической значимости коэффициентов уравнения; p – уровни значимости для t.

C<sub>AA</sub> и C<sub>F</sub> статистически значимы. При этом взаимосвязи слабые или близки к слабым, а взаимосвязь с C<sub>M</sub> – статистически незначимая. С увеличением в вине содержания всех летучих компонентов, за исключением фурфурола и метанола, дегустационная оценка уменьшается.

Установленные корреляционные взаимосвязи между дегустационной оценкой (Est) и показателями концентраций перечисленных выше летучих компонентов в винах позволяют описать их уравнением множественной линейной регрессии вида:

$$Est = b_0 + b_A C_A + b_E C_E + b_M C_M + b_{HA} C_{HA} + b_{AA} C_{AA} + b_F C_F \quad (1)$$

где  $b_0$  – свободный член,  $b_A, \dots, b_F$  – искомые коэффициенты уравнения.

В табл. 4 отображены итоговые результаты построения множественной линейной регрессии для обеих серий вин (в обозначениях сохранена терминология пакета STATISTICA). В терминологии регрессионного анализа, дегустационная оценка Est выступает как зависимая переменная (отклик), концентрации летучих компонент являются независимыми переменными (предикторами).

Из последнего столбца табл. 4 следует, что, с учетом критерия Стьюдента, все прогностические параметры (предикторы), за исключением C<sub>E</sub> и C<sub>F</sub>, в модели статистически значимы.

Регрессионные коэффициенты BETA позволяют сравнить вклады каждого предиктора в предсказание отклика. Так, например, в отклик Est, из статистически значимых предикторов, наибольший вклад вносит предиктор C<sub>HA</sub> (BETA = -0.77), а наименьший – C<sub>M</sub> (BETA = -0.25). Отрицательный знак коэффициентов означает, что с увеличением значений соответствующих предикторов диагно-

стическая оценка уменьшается, а в случаях с положительным знаком – оценка возрастает.

В соответствии с приведенными результатами уравнение линейной множественной регрессии для дегустационной серии № 1 примет вид:

$$Est = 95.631 - 0.044C_A + 0.025C_E - 0.053C_M - 0.029C_{HA} - 0.012C_{AA} + 0.011C_F \quad (2)$$

Значения статистик, определяющих качество построенной модели, для серии № 1 составили:  $R = 0.869$ ,  $R^2 = 0.757$ ,  $F(6,14) = 74.080$ ,  $p < 0.000$ . Так как уровень значимости критерия Фишера для серии № 1  $p < 0.05$ , то построено статистически значимое уравнение. Коэффициенты множественной корреляции  $R$  (0.869) и детерминации  $R^2$  (0.757) имеют значения, близкие к 1. Это означает, что построено адекватное уравнение регрессии, описывающее примерно 76 % изменчивости отклика Est.

Данное уравнение можно использовать для прогнозирования дегустационной оценки вин высокого и среднего качества, если известны концентрации (мг/дм<sup>3</sup>) в вине рассмотренных выше летучих веществ. При этом желательно, чтобы значения предикторов (концентрации летучих компонент) принадлежали диапазонам изменения, определяемым минимальными и максимальными величинами [7] (см. табл. 1). При проведении вычислений незначимые предикторы C<sub>E</sub> и C<sub>F</sub> из модели можно исключить.

Значения статистик, определяющих качество построенной модели, для серии № 2 составили:  $R = 0.380$ ,  $R^2 = 0.144$ ,  $F(6,14) = 4.018$ ,  $p < 0.001$ . Малые значения коэффициентов множественной корреляции  $R$  (0.38) и детерминации  $R^2$  (0.144) свидетельствуют о том, что для данной серии построено статистически значимое, но не достаточно адекватное уравнение регрессии, описывающее все-



го 14 % изменчивости отклика *Est*, что делает нецелесообразным использовать данное уравнение для прогнозирования дегустационной оценки вин низкого качества.

Для унификации математической модели прогнозирования дегустационной оценки данные химического анализа серий вин № 1 и № 2 были объединены в общий массив и также построено уравнение линейной множественной регрессии. Результаты регрессионного анализа представлены в табл. 5.

Значения статистик, определяющих качество построенной модели, для объединенной серии составили:  $R = 0.822$ ,  $R^2 = 0.676$ ,  $F(6, 29) = 101.880$ ,  $p < 0.000$ . Коэффициенты множественной корреляции  $R$  (0.822) и детерминации  $R^2$  (0.676) свидетельствуют о том, что построено адекватное, статистически значимое уравнение регрессии, описывающее примерно 68 % изменчивости отклика.

В общей регрессионной модели все предикторы, за исключением  $C_E$ , статистически значимы, коэффициенты *BETA* имеют отрицательный знак. Это означает, что увеличение содержания летучих компонент ведет к уменьшению дегустационной оценки. Из статистически значимых предикторов наибольший вклад в отклик *Est* вносит предиктор  $C_F$ , далее –  $C_{AA}$ ,  $C_{HA}$ ,  $C_A$  и  $C_M$ .

Уравнение линейной множественной регрессии с учетом объединения дегустационных серий вин имеет вид:

$$Est = 92.843 - 0.033C_A + 0.002C_E - 0.021C_M - 0.017C_{HA} - 0.015C_{AA} + 0.161C_F \quad (3)$$

Органолептическое определение метанола, ввиду нейтральности его аромата, в напитках практически невозможно. С другой стороны, несмотря на незначительный вклад  $C_M$  в регрессионную модель и не относясь к главным характеристическим компонентам виноградного вина, данное вещество представляет собой наиболее ядовитое и токсичное вещество для всех групп алкогольных напитков. Наличие метанола в винах легко устанавливается хроматографически, а предложенная математическая модель позволяет получать упрощенную ин-

Таблица 5

Результаты регрессионного анализа по объединенным данным\*

Параметр	<i>BETA</i>	<i>B</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Свободный член уравнения	-	92.843	90.147	0.000
$C_A$	-0.325	-0.033	-5.601	<b>0.000</b>
$C_E$	0.008	0.002	0.129	0.897
$C_M$	-0.117	-0.021	-2.317	<b>0.021</b>
$C_{HA}$	-0.343	-0.017	-8.487	<b>0.000</b>
$C_{AA}$	-0.432	-0.015	-5.992	<b>0.000</b>
$C_F$	-0.717	-0.161	-16.232	<b>0.000</b>

Примечание: \* – полужирным шрифтом выделены уровни значимости  $p < 0.050$ .

тегральную характеристику качества вин с учетом его содержания.

Уравнение (3) можно использовать для прогнозирования дегустационной оценки вин высокого, среднего и низкого качества. Попытки построить адекватные нелинейные множественные регрессионные модели более высокого порядка не увенчались успехом.

Математическую модель (3) использовали для прогнозирования дегустационной оценки вин, произведенных из европейской группы сортов винограда российского производства и закупленных из розничной сети (два образца вин были искусственно сфальсифицированы на основе красного, не сортового виноматериала), качество которых параллельно было определено специалистами (табл. 6).

По оценкам экспертов «Каберне», «Алиготе», «Рислинг» были идентифицированы как вина высокого качества, «Мерло» и два сфальсифицированных продукта – как вина низкого качества. В последней строке табл. 6 приведены диагностические оценки, вычисленные по уравнению (3). Как видно, сухие вина «Каберне», «Алиготе», «Рислинг» следует отнести к винам высокого качества, т.к. расчетные оценки имеют значения более 80.

Таблица 6

Сравнительная дегустационная и статистическая оценка качества вин российского производства

Параметр, мг/дм <sup>3</sup>	Каберне	Алиготе	Рислинг	Мерло	Фальсификат 1	Фальсификат 2
$C_A$	2	18	52	20	5	12
$C_F$	39	145	63	35	22	14
$C_M$	156	31	40	246	4	3
$C_{HA}$	200	248	300	800	63	27
$C_{AA}$	72	416	180	280	20	100
$C_F$	3	2	3	8	0	1
Дегустационная оценка, балл	86	80	79	66	60	62
Предсказанная (статистическая) оценка <i>Est</i> , балл	85.582	81.754	83.096	70.575	91.267	90.614

Образец «Мерло» следует отнести к вину низкого качества, так как вычисленная по уравнению (3) оценка имеет значение ниже 70. Как видно из табл. 6, предложенная по уравнению регрессии классификация вин совпала с оценкой дегустаторов для первых четырех вин. Напротив, фальсифицированные вина 1 и 2 по предсказанным (статистическим) значениям оценки следует отнести к винам высокого качества. Следовательно, регрессионная модель ошибочно прогнозирует значение оценки для фальсификатов. Данное противоречие объясняется тем, что образцы фальсифицированных вин по своему химическому составу резко отличаются от использованных в выборке проб натуральных виноградных вин достаточно разного уровня качества, но являющихся натуральными. Уравнение регрессии построено в соответствии с установленной парадигмой – чем меньше содержание в вине летучих веществ, тем дегустационная оценка вина выше. В фальсифицированных винах, полученных с использованием ректифицированного спирта, как и следовало ожидать, найдены низкие содержания высших спиртов и других летучих веществ, которые выходят из диапазонов изменения, определенным минимальными и максимальными величинами объединенных серий вин, что и обусловило результат ошибочного прогнозирования дегустационной оценки для них.

## Выводы

Методами математической статистики установлена взаимосвязь дегустационной оценки вин с содержаниями в них основных летучих веществ разных классов (ацетальдегид, этилацетат, метанол, суммарное содержание высших спиртов, уксусная кислота, фурфурол), что позволило с определенной долей вероятности прогнозировать дегустационную оценку виноградных вин. Математическая модель, описывающая взаимосвязь дегустационной оценки с содержанием в них летучих веществ, показыва-

ла удовлетворительную сходимостью с данными по дегустации экспертами вин высокого, среднего и низкого качества, которые преимущественно верно оцениваются в соответствии с органолептическими свойствами. Построенная математическая модель не предназначена для идентификации фальсифицированных вин с явными пороками, дефектами и нарушениями условий регламента производства.

Положительный результат проведенных независимых испытаний свидетельствует о правильности выбранных категорий летучих компонентов, включающих разные классы веществ, достаточно корректно отражающих общую специфику технологии производства вина.

*Работа выполнена с использованием научного оборудования ЦКП ГНУ СКЗНИИСиВ и ЦКП «Эколого-аналитический центр» ФГБОУ ВПО «КубГУ»*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Валушко Г.Г., Шольц-Куликов Е.П. Теория и практика дегустации вина. Симферополь: Таврида, 2005. 232 с.
2. Родопуло А.К. Основы биохимии виноделия. М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1983. 240 с.
3. Шольц Е.П., Пономарев С.В. Технология переработки винограда. М.: Агропромиздат, 1990. 447 с.
4. Якуба Ю.Ф. Прямое определение фенилаланина, триптофана и тирозина в винах // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2008. Т. 74, № 2. С. 15-18.
5. Меньшов В.А., Гагарин М.А., Яковлев П.В. Проблемы контроля качества и идентификации продукции виноделия методами математической статистики // Виноград и вино России. 1997. № 2. С.14-20.
6. Handbook of Enology. Vol. 2 / P. Ribereau-Gayon (et al.). West Sussex. England. John Wiley & Sons Ltd, 2006. 438 p.
7. Халафян А.А. STATISTICA 6. Математическая статистика с элементами теории вероятностей. М.: Бинум, 2010. 491 с.
8. Jackson R.S. Wine science. Principles and application. A.P., 2008. 789 p.
9. Яшин Я.И., Яшин Е.Я., Яшин А.Я. Газовая хроматография. М.: Транслит, 2009. 528 с.

## ORGANOLEPTIC ESTIMATION OF GRAPE WINES QUALITY WITH THE USE OF STATISTICAL MODELLING METHODS

<sup>1</sup>Yu F. Yakuba, <sup>2</sup>Z.A. Temerdashev, A.A.<sup>2</sup> Khalaphyan

<sup>1</sup>North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture and Viticulture of the Russian Academy of Agricultural Sciences,

ul. 40 let Pobedy, 39, Krasnodar, 350901, Russian Federation  
globa2001@mail.ru

<sup>2</sup>Kuban State University,

ul. Stavropol'skaya, 149, Krasnodar, 350040, Russian Federation  
temza@kubsu.ru

Discussed the evaluation of the integral wines characteristics derived in the course of establishing wines quality and pointed out the strengths and weaknesses of the existing procedures. The methods of instrumental evaluation of wine quality, which often results in ambiguous results, are enclosed. Demonstrated the possibility of using simpler quality control solutions by utilizing mathematical modeling

methods for certain tasting parameters. Analyzed and determined parameters that form the quality of wine and that can be used in a mathematical model to give an assessment of wine tasting that in turn allows solving operational problems and significantly reduce the duration of the wine evaluation. Applied methods of mathematical statistics and established the presence of the relationship between tastings ratings and the volatiles contents, built adequate statistically significant linear regression equation using which it is possible to predict the tasting ratings for the wines of high, medium and low quality. For the purpose of testing the proposed model predicted tasting evaluation of some wines.

**Keywords:** wine, correlation, statistics, model, a component, regression

## REFERENCES

1. Valuiko G.G., Shol'ts-Kulikov E.P. *Teoriia i praktika degustatsii vina* [Theory and practice of degustation of wine]. Simferopol', Tavrida, 2005. 232 p. (in Russian).
2. Rodopulo A.K. *Osnovy biokhimii vinodeliia* [Fundamentals of Biochemistry winemaking]. Moscow, Legkaia i pishchevaia promyshlennost' Publ., 1983. 240 p. (in Russian).
3. Shol'ts E.P., Ponomarev S.V. *Tekhnologiia pererabotki vinograda* [Technology conversion of grapes]. Moscow, Agropromizdat, 1990. 447 p. (in Russian).
4. Yakuba Yu.F. [Direct determination of phenylalanine, tryptophan and tyrosine residues in wines]. *Zavodskaiia laboratoriia. Diagnostika materialov* [Industrial Laboratory. Diagnostics of materials], 2008, vol. 74, no. 2, pp.15-18 (in Russian).
5. Men'shov V.A., Gagarin M.A., Iakovlev P.V. [Problem of control of quality and identification of winemaking products by methods of mathematical statistics]. *Vinograd i vino Rossii* [Grape and wine of Russia], 1997, no. 2, pp. 14-20 (in Russian).
6. Ribereau-Gayon P., Dubourdieu D., Doneche B., Lonvaud A. Handbook of Enology. Vol. 2. Chichester, West Susses, England, John Wiley & Sons Lt., 2006, 438 p.
7. Khalapjan A.A. *STATISTICA 6. Matematicheskaia statistika s elementami teorii veroiatnostei* [STATISTICA 6. Mathematical statistics with elements of theory of probability]. Moscow, Binom, 2010. 491 p. (in Russian).
8. Jackson R.S. Wine science. Principles and application. A.P., 2008. 789 p.
9. Iashin Ia.I., Iashin E.Ia., Iashin A.Ia. *Gazovaia khromatografiia* [Gas chromatography]. Moscow, Translit, 2009. 528 p. (in Russian).