МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»
Бийский технологический институт (филиал)
Кафедра Биотехнологии

Шестернин Владимир Игоревич

Разработка технологии натуральных красных вин и винных напитков из винограда, культивируемого в Алтайском крае

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства

Научный руководитель
к.х.н., доцент
Севодин Валерий Павлович

Массовая концентрация сахаров (г/дм^3)

Виноград	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Загадка Шарова	–	114,5±0,7	135,5±2,6	146,7±2,3	132,7±0,8	130,1±1,5	130,0±1,5
Дорнфельдер	159,7±0,6	114,4±0,5	71,9±2,2	120,8±1,5	147,3±1,4	141,2±1,4	–
Каберне северный	135,3±0,5	119,5±1,6	155,8±1,7	158,3±1,6	175,7±2,4	–	–
Мариновский	–	132,3±1,6	114,9±0,5	119,8±0,6	–	–	–
Память Домбковской	140,7±0,5	114,7±2,4	139,4±2,5	186,8±1,8	204,1±0,7	146,1±0,6	–
Зилга	154,6±1,7	120,4±0,6	171,3±1,5	150,5±1,5	114,9±0,4	106,3±0,8	138,0±0,8

Массовая концентрация титруемых кислот (г/дм^3)

Виноград	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Загадка Шарова	–	5,9±0,2	5,0±0,2	4,2±0,1	4,0±0,2	6,6±0,3	4,7±0,2
Дорнфельдер	9,8±0,1	10,2±0,2	14,8±0,3	10,9±0,2	10,1±0,2	9,1±0,3	–
Каберне северный	12,0±0,2	17,4±0,3	12,3±0,3	13,5±0,2	13,6±0,4	–	–
Мариновский	–	21,6±0,4	11,7±0,3	16,6±0,1	–	–	–
Память Домбковской	11,0±0,2	14,7±0,3	13,3±0,1	12,2±0,1	10,7±0,1	14,7±0,2	–
Зилга	6,1±0,1	8,3±0,2	5,7±0,2	9,2±0,1	10,9±0,1	12,7±0,1	8,7±0,1

Механический состав винограда Загадка Шарова (в процентах от массы поступившего винограда) и урожайность с куста (в кг)

Показатель	2009	2010	2011	2012	2013
Гребни	7,8	6,4	4,4	5,0	7,2
Кожица прессованная	7,0	8,1	9,2	8,6	8,8
Семена	2,3	2,9	1,8	3,2	3,1
Мякоть	72,3	77,3	82,3	78,7	80,9
Скелет	14,8	14,5	13,6	13,6	16,0
Твердый остаток	17,1	17,4	15,4	16,8	19,1
Структурный показатель	4,9	4,4	5,3	4,7	5,0
Некондиционная ягода	10,6	5,3	2,3	4,5	1,0
Урожайность с куста	3,2	3,5	3,4	7,4	3,2

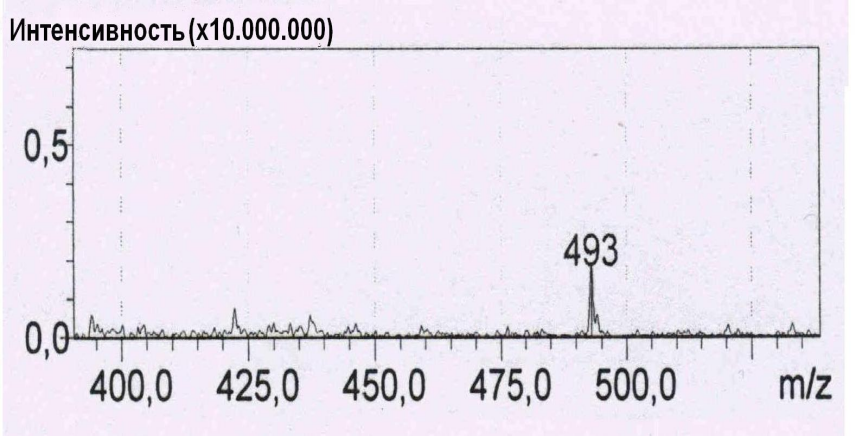
Сложение ягоды винограда Загадка Шарова

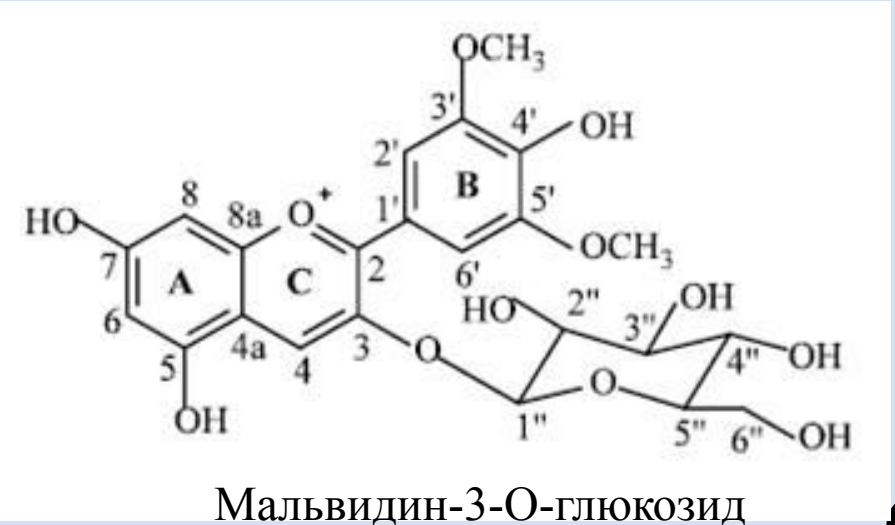
Показатель	2010	2011	2012	2013
Масса (в г) ягоды	1,80	1,85	2,42	2,12
Масса кожицы в грозди	32,30	80,37	40,13	31,19
Масса семян в грозди	3,70	7,58	6,76	4,74
Масса мякоти в грозди	92,10	145,48	133,51	108,50
Число семян в грозди	97	191	130	108
Масса 100 семян	3,80	4,10	4,88	2,74
Средняя масса 100 ягод	166,5	185,9	252,4	158,3
Средняя масса кожицы в 100 ягодах	39,50	55,44	51,40	36,62
Средняя масса семян в 100 ягодах	4,60	5,59	8,51	4,17
Средняя масса мякоти в 100 ягодах	100,7	100,5	169,6	105,4
Число семян в 100 ягодах	115	133	163	109
Показатель сложения	2,50	1,82	3,29	2,88

Идентификация антоциана

Значения Rf×100 антоциана винограда Загадка Шарова и литературные данные для мальвидин-3-О-глюкозида

Зона	Система			
	н-бутанол:уксусная кислота:вода (40:12:29)	н-бутанол:уксусная кислота:вода (4:1:5)	Вода: соляная кислота (97:3)	Уксусная кислота: соляная кислота: вода (15:3:82)
Образец	32	38	05	28
Мальвидин-3-О-глюкозид	33	38	06	29





Мальвидин-3-О-глюкозид

Химический состав кислот (мг/дм^3) сусел и сухих вин Загадка Шарова

Образец	Год	Винная	Яблочная	Лимонная	Янтарная
Вино	2009	1368 ± 43	897 ± 24	154 ± 12	1007 ± 18
Вино	2010	1792 ± 3	2920 ± 12	318 ± 3	1373 ± 12
Вино	2011	1805 ± 5	1572 ± 10	463 ± 7	1251 ± 14
Вино	2012	1670 ± 4	797 ± 5	433 ± 5	1306 ± 2
Купаж		2302 ± 6	2891 ± 19	626 ± 4	1468 ± 12
Сусло		4518 ± 21	1701 ± 12	–	–

Показатели фенольного состава и составляющие окраски виноматериалов Загадка Шарова

Показатель	2009 год	2010 год	2011 год
Массовая концентрация фенольных веществ, мг/дм^3	1105 ± 16	1510 ± 21	1890 ± 25
Содержание мономерных антоцианов, мг/л	18 ± 2	50 ± 2	173 ± 9
Массовая концентрация красящих веществ, г/дм^3	28 ± 2	52 ± 3	120 ± 8
Максимум видимой области спектра (pH 1,0), нм	512 ± 1	521 ± 1	521 ± 1
Процент цвета образованный полимерами, %	63,3 ± 1,2	47,0 ± 0,4	43,1 ± 0,5
Интенсивность цвета	2,89 ± 0,12	2,92 ± 0,21	2,17 ± 0,17
Суммарное содержание флаванонов, мг/дм^3	Следы	Следы	Следы
Суммарное содержание флавонолов, мг/дм^3	78 ± 3	69 ± 3	61 ± 4
Массовая концентрация лейкоантоцианов, мг/дм^3	124 ± 8	360 ± 11	315 ± 12

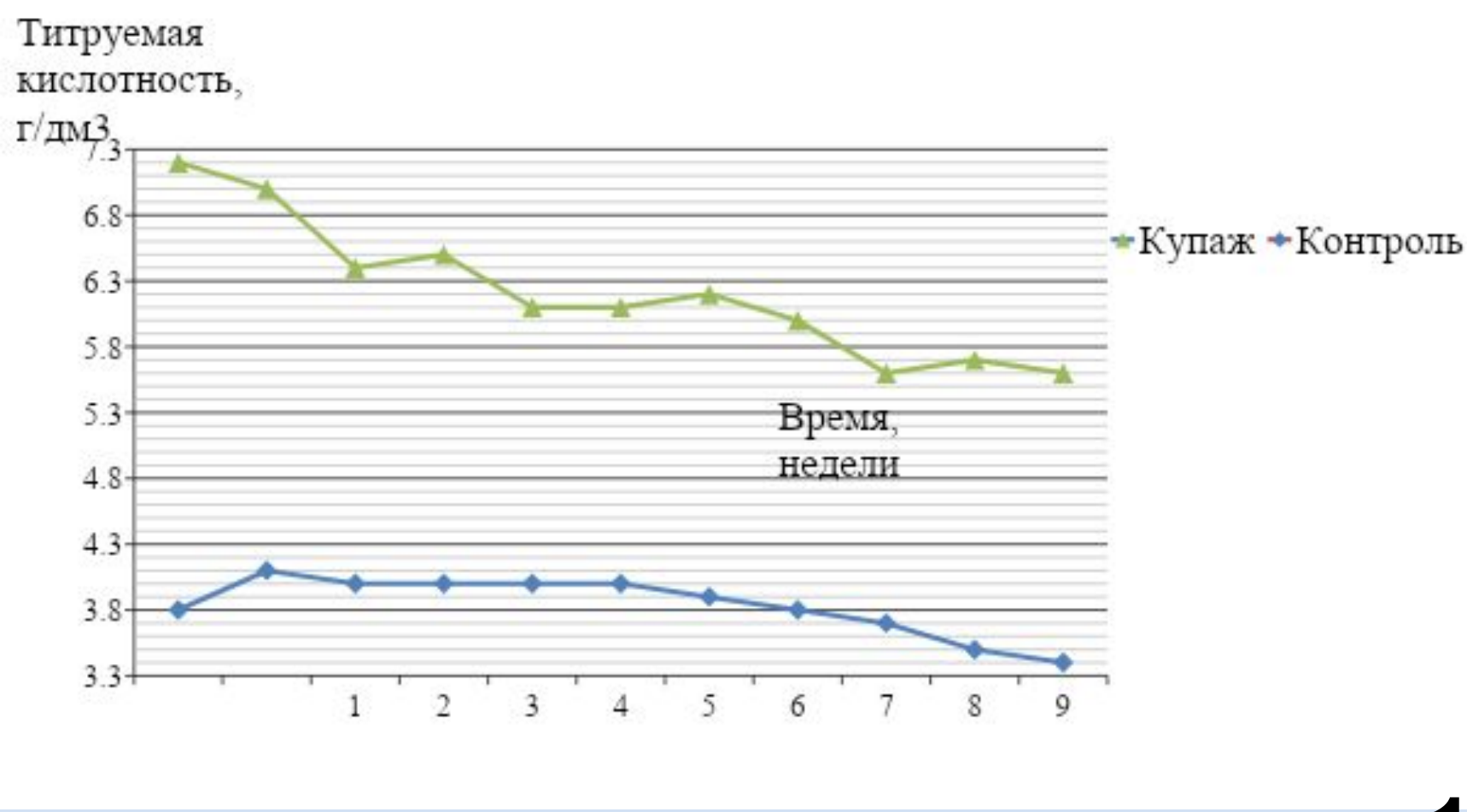
Общий балл дегустации купажных винных напитков (с виноматериалом из винограда Загадка Шарова) в зависимости от года

Винный напиток (Загадка Шарова + Сорт)	Концентрация сахаров, г/дм^3	Формула купажа	Год	Общий балл
Память Домбковской	40,1 ± 0,5	85:15	2009	8,5
	40,3 ± 0,5	7:3		7,9
	40,1 ± 0,6	1:1		8,0
	39,8 ± 0,2	3:7		7,4
	40,2 ± 0,4	15:85		7,6
Мариновский	51,3 ± 0,3	1:1	2010	7,7
Каберне северный	50,4 ± 0,7	1:1		8,6
Память Домбковской	31,1 ± 0,3	1:1		8,6
	51,6 ± 0,5	1:1		8,3
Память Домбковской	50,4 ± 0,5	1:1	2011	9,4

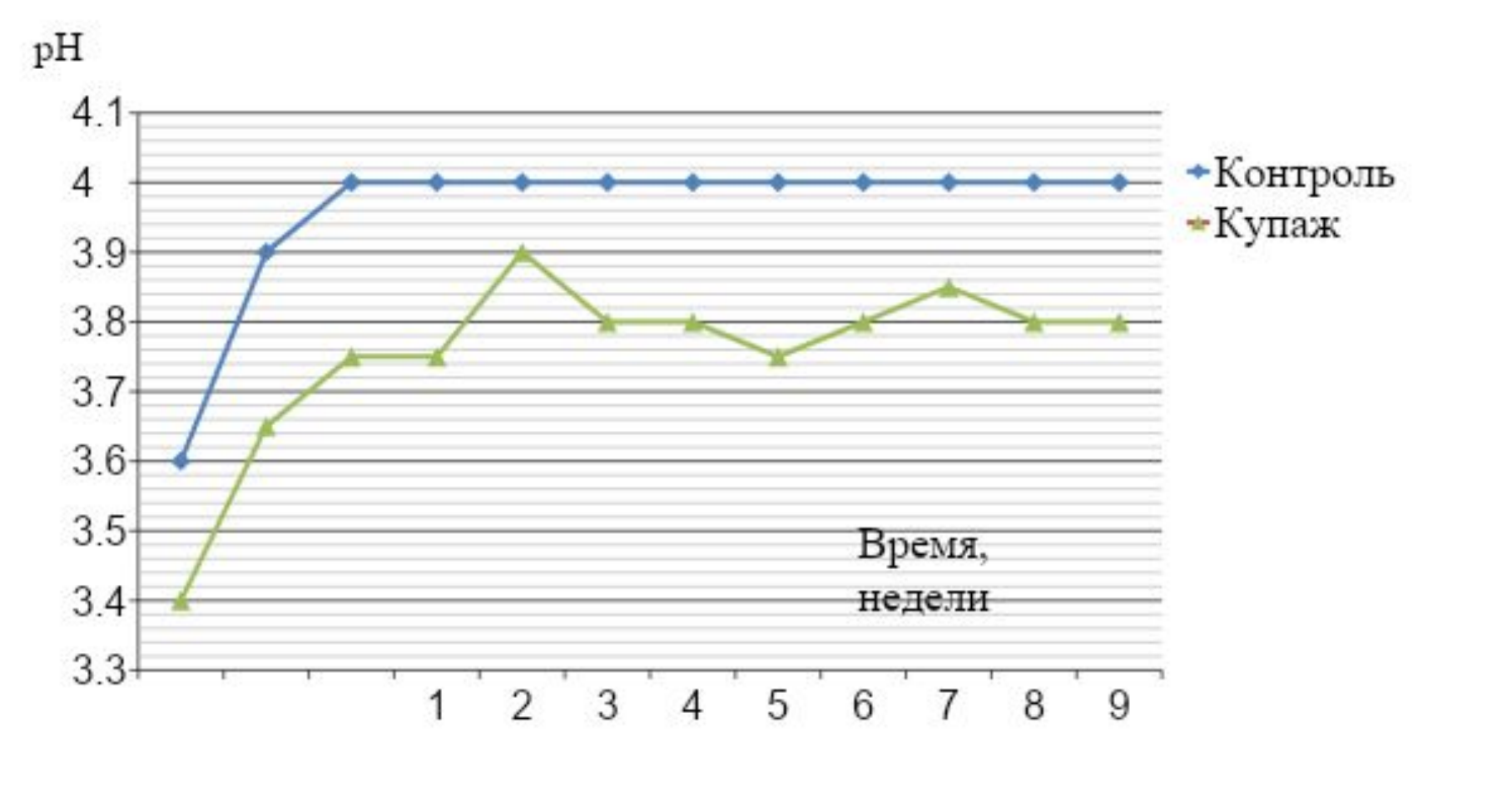
Изменение титруемой кислотности Загадка Шарова (Контроль) и образцов повышенной кислотности (Купаж), в процессе обработки (г/дм^3)

Образец	До тепловой обработки		После тепловой обработки		После брожения на мезге	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013
Контроль	4,0±0,2	5,7±0,2	4,3±0,2	6,6±0,2	5,5±0,2	5,6±0,1
Купаж	7,1±0,3	9,9±0,3	7,2±0,3	10,0±0,2	7,0±0,2	8,4±0,2
Зилга	10,9±0,3	12,7±0,3	10,3±0,4	12,8±0,4	10,2±0,3	9,0±0,1

Изменение титруемой кислотности виноматериала Загадка Шарова (Контроль) и образцов повышенной кислотности (Купаж)



Изменение активной кислотности виноматериала Загадка Шарова (Контроль) и образцов повышенной кислотности (Купаж)



Общий балл дегустационной оценки

Образец	Сухие вина		Полусладкие винные напитки	
	2012	2013	2012	2013
Контроль	7,1 ± 0,4	7,6 ± 0,2	8,5 ± 0,5	8,9 ± 0,2
Купаж	7,9 ± 0,6	6,0 ± 0,4	7,8 ± 0,3	7,1 ± 0,4

Органолептическая диаграмма сортового и купажного вина

Физико-химические показатели образцов

Показатель	Сортовое вино	Ферментативная обработка	Ультразвуковая обработка до тепловой	Ультразвуковая обработка после тепловой	Купаж с виноградом Зилга
Массовая концентрация сахаров, г/дм^3	1,1±0,4	1,1±0,1	1,3± 0,1	1,3±0,1	0,8±0,1
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм^3	5,1±0,1	5,6±0,1	5,9±0,1	5,9±0,1	6,9±0,1
pH	3,80±0,05	3,70±0,05	3,70±0,05	3,80±0,05	3,40±0,05
Массовая концентрация летучих кислот, г/дм^3	0,4±0,1	0,5±0,1	0,3±0,2	0,3±0,1	0,4±0,1
Объемная доля этилового спирта, % об.	11,4±0,2	11,5±0,1	11,4±0,2	12,3±0,1	11,3±0,2
Приведенный экстракт, г/дм^3	29,2±0,1	31,5±0,2	29,2±0,1	28,1±0,1	36,2±0,1

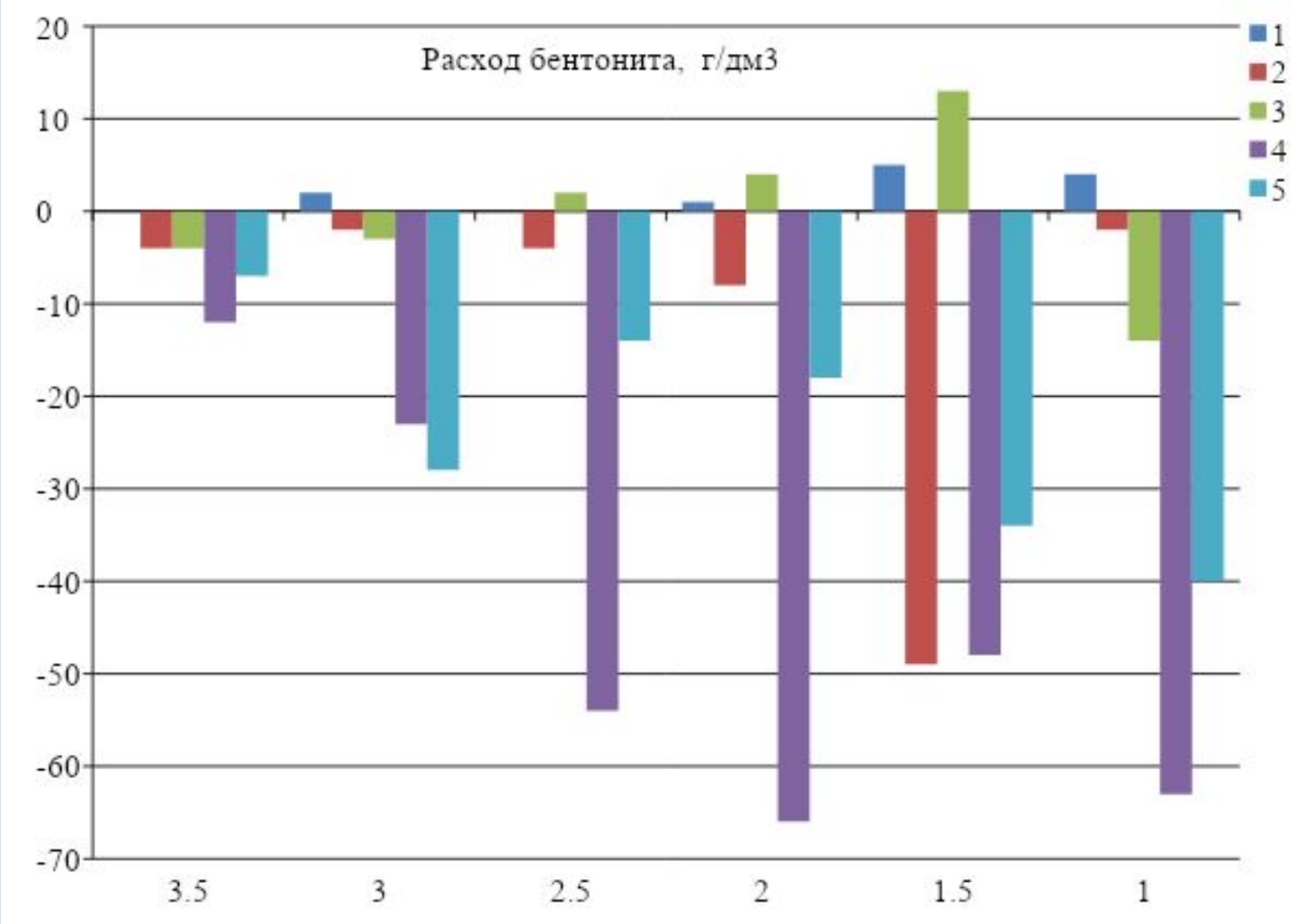
Физико-химические показатели и дегустационная оценка

Показатель	Сортовое вино	Ферментативная обработка	Ультразвуковая обработка до тепловой	Ультразвуковая обработка после тепловой	Купаж с виноградом Зилга
Содержание мономерных антоцианов, мг/л	61 ± 4	32 ± 3	60 ± 4	93 ± 7	34 ± 4
Содержание красящих веществ, мг/дм^3	80 ± 3	61 ± 3	80 ± 4	95 ± 5	40 ± 3
Массовая концентрация фенольных веществ, мг/дм^3	1312±15	1078±11	1493±15	1016±10	883±8
Процент цвета образованный полимерами, %	41,9±0,3	60,5±0,7	39,8±0,3	34,8±0,5	43,3±0,2
Интенсивность окраски ($И_{520}$)	3,55±0,12	4,67±0,11	4,02±0,15	1,62±0,11	2,67±0,13
Интенсивность окраски ($И_{620}$)	4,11±0,12	5,46±0,12	4,61±0,18	1,78±0,16	3,06±0,14
Оттенок	0,76±0,04	0,83±0,02	0,73±0,05	0,94±0,02	0,86±0,03
Общий балл, сухое вино	7,6 ± 0,2	6,0 ± 0,5	7,2 ± 0,1	7,6 ± 0,2	6,0 ± 0,5
Общий балл, винный напиток	8,9 ± 0,2	7,6 ± 0,3	9,0 ± 0,2	7,9 ± 0,3	7,1 ± 0,4

Мутность обработанных образцов, NTU (ультразвуковая обработка совместно с бентонитом / ультразвуковая обработка совместно с бентонитом и желатином)

Образец	Расход бентонита, г/дм^3					
	3,5	**3,0**	**2,5**	**2,0**	**1,5**	**1,0**
Сортовое вино	0,5 / 2,1	0,6 / 4,0	0,9 / 0,8	1,7 / 3,8	14,4 / 4,2	20,8 / 10,9
Ферментативная обработка	0,8 / 0,4	0,4 / 0,5	0,3 / 0,6	0,8 / 0,6	1,3 / 0,8	1,9 / 1,1
Ультразвуковая обработка до тепловой	1,1 / 1,5	3,5 / 2,1	23,1 / 15,9	34,4 / 17,4	71,8 / 27,0	76,0 / 50,5
Ультразвуковая обработка после тепловой	6,8 / 1,6	5,4 / 2,4	2,6 / 13,3	3,1 / 1,6	5,2 / 5,4	16,1 / 9,9
Купаж с виноградом Зилга	4,0 / 1,1	2,0 / 0,4	3,4 / 0,3	1,4 / 0,4	1,6 / 0,9	1,8 / 1,6

Разность между процентом осадка контрольного опыта и обработанного образца (ультразвуковая обработка совместно с бентонитом)



Сортовое вино

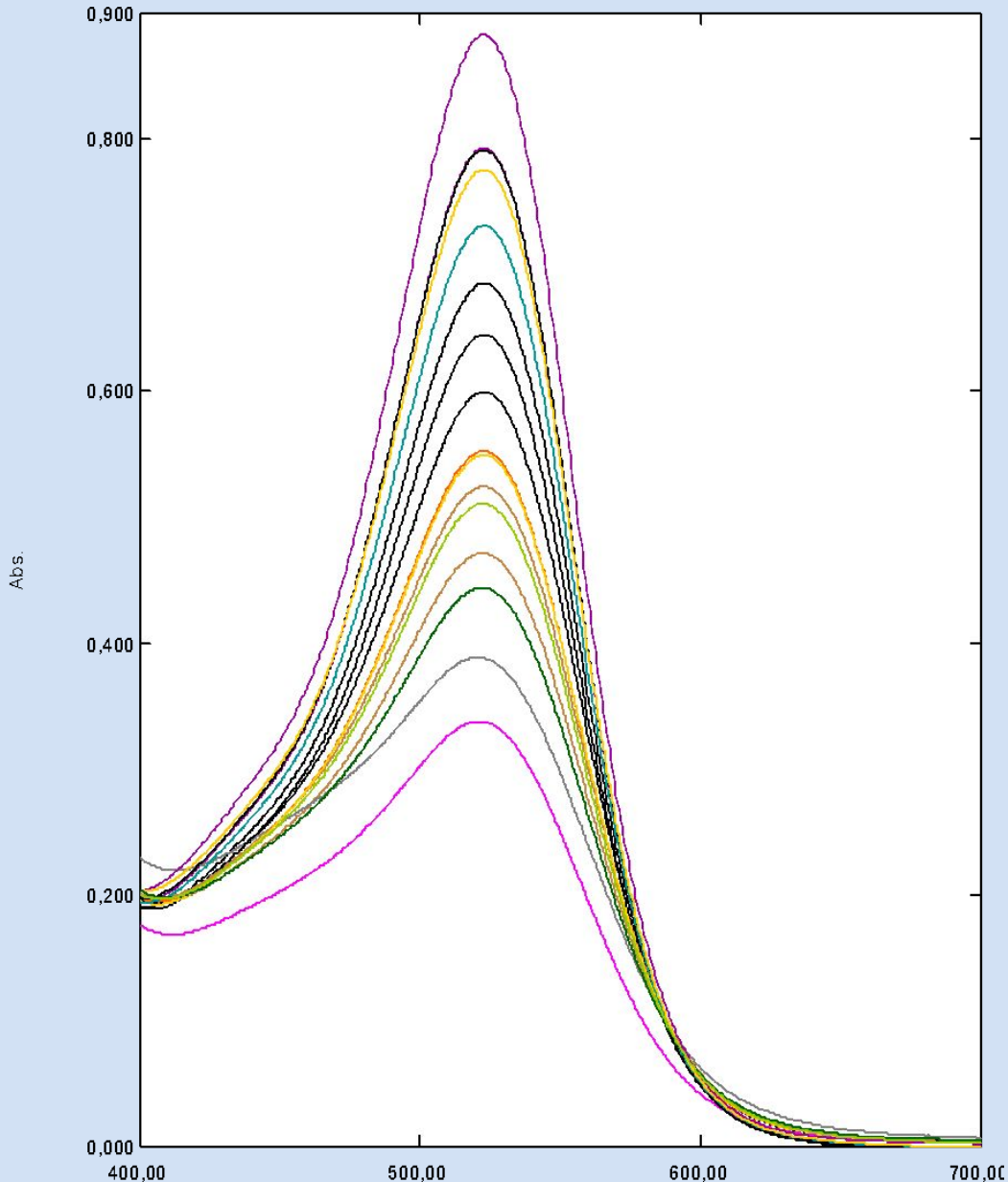
Ферментативная обработка

Ультразвуковая обработка до тепловой

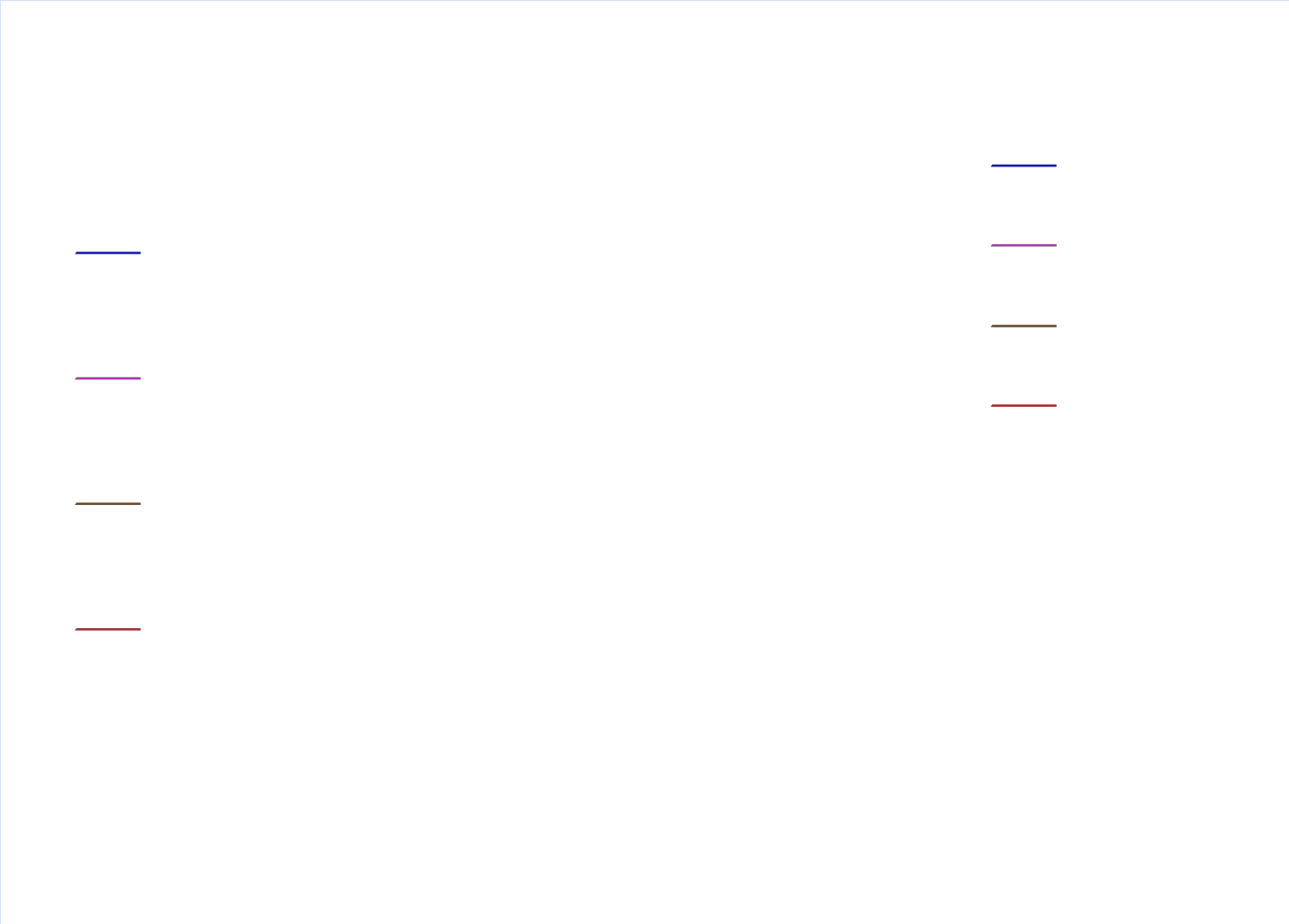
Ультразвуковая обработка после тепловой

Купаж с виноградом Зилга

Изменение спектра винного напитка Загадка Шарова



Зависимость содержания мономерных антоцианов винного напитка от времени (мг/дм^3)



Значения параметров модели первого порядка для содержания антоцианов

Винный напиток	A_0(среднее)	k_0	E
Контроль	124	$1{,}3 \cdot 10^8$	$5{,}1 \cdot 10^4$
Купаж	199	$3{,}1 \cdot 10^8$	$5{,}4 \cdot 10^4$
ЛК	82	$1{,}8 \cdot 10^8$	$5{,}3 \cdot 10^4$

Значения параметров модели для процента окраски образованной полимерами

Винный напиток	X_0	k_0	E
Контроль	30,7	$1{,}5 \cdot 10^{10}$	$6{,}5 \cdot 10^4$
Купаж	37,7	$2{,}2 \cdot 10^3$	$2{,}4 \cdot 10^4$
ЛК	37,7	$2{,}0 \cdot 10^8$	$5{,}4 \cdot 10^4$

Значения параметров модели нулевого порядка для оттенка

Винный напиток	T_0	k_0	E
Контроль	0,78	$1{,}9 \cdot 10^8$	$5{,}6 \cdot 10^4$
Купаж	0,94	$3{,}8 \cdot 10^7$	$5{,}3 \cdot 10^4$
ЛК	0,96	$3{,}0 \cdot 10^9$	$6{,}4 \cdot 10^4$

Содержание мономерных антоцианов (*A*), полученное расчётным путем исходя из спектральных данных, позволило сделать предположение, что падение их концентрации подчиняется уравнению реакции первого порядка:

$$\frac{dA}{d\tau} = -kA, \qquad (1)$$

Для произвольного момента времени т зависимость содержания антоцианов имеет вид:

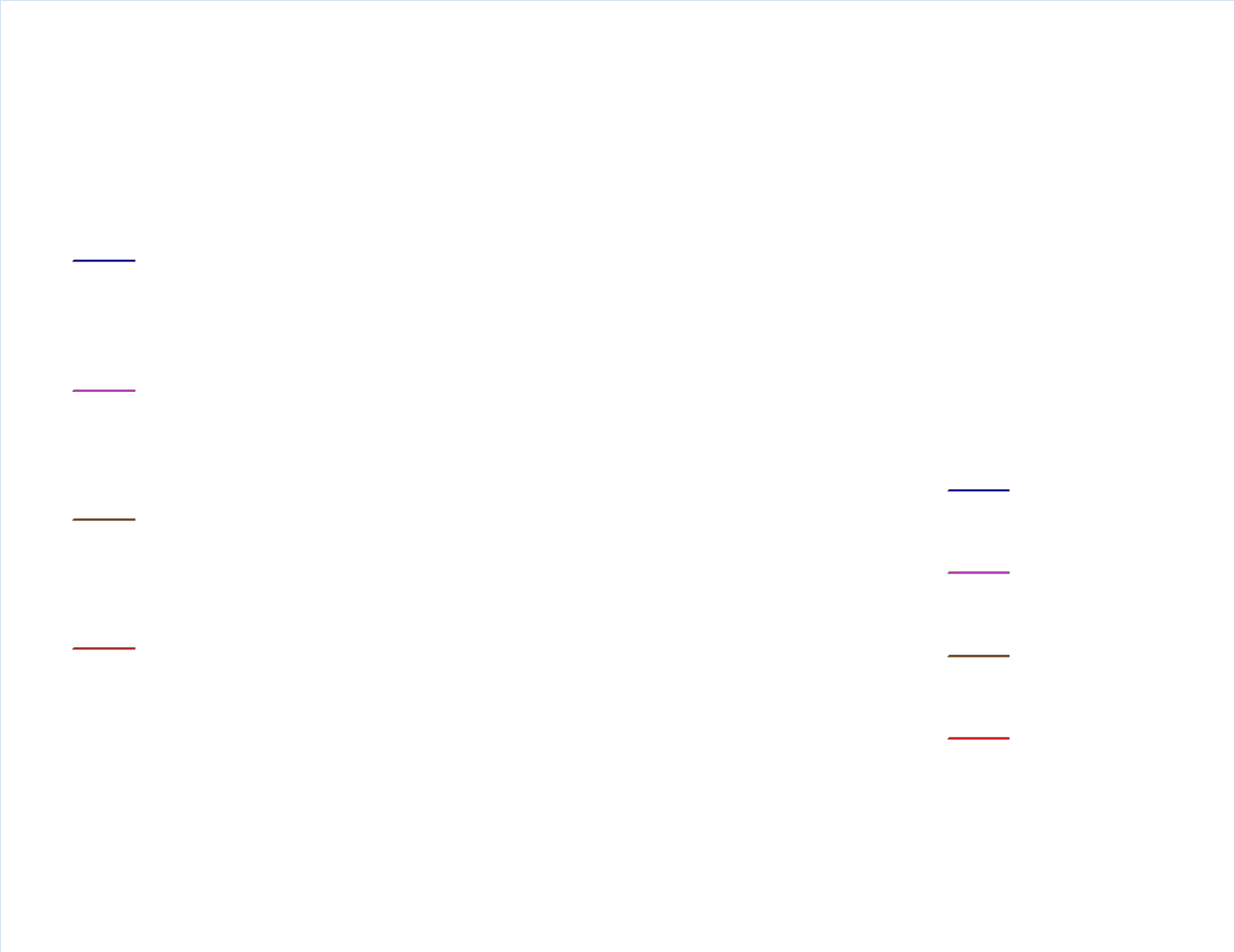
$$A = A_0 e^{-k\tau}, \qquad (2)$$

где *k* – константа скорости реакции, зависит от температуры *t* по закону Аррениуса:

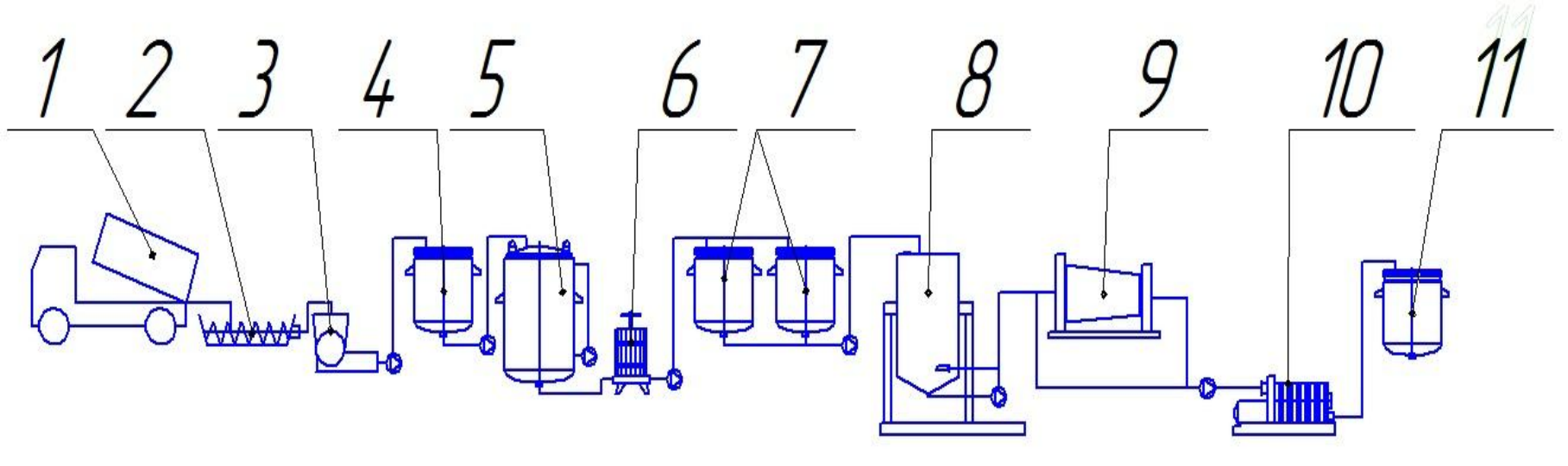
$$k = k_0 e^{-\frac{E}{R(t+273)}}, \qquad (3)$$

где k_0 – предэкспоненциальный множитель; *E* – энергия активации, Дж/кмоль; *R* – газовая постоянная 8,31 кДж/(кмоль·°K); *t* – температура, °C.

Зависимость процента цвета образованного полимерами винного напитка от времени (%)



Технологическая схема получения вин



1 – транспорт
2 – шнек-питатель
3 – дробилка-гребнеотделитель
4 – пастеризатор
5 – винификатор
6 – пресс
7 – выдерживатель
8 – осветлитель
9 – центрифуга
10 – фильтр-пресс
11 – термостатируемая емкость

Выводы работы:

1. Разработана научно обоснованная технология производства натуральных вин и винных напитков, из винограда культивируемого в Алтайском крае и собранного в период технической зрелости, сформированная на использовании в качестве главного сырья винограда сорта Загадка Шарова. Показана возможность использования винограда Загадка Шарова и других сортов винограда с красной ягодой, культивируемого в Алтайском крае, для производства вин и винных напитков.

2. Изучен механический и химический состав красных сортов винограда, что позволило определить режимы и способы обработки при получении вин и винных напитков.

3. Исследован состав антоцианов кожицы винограда Загадка Шарова. Выделен и идентифицирован мажорный антоциан: 3-O-β-D-глюкозилокси-4’,5,7-тригидрокси-3’,5’-диметоксифлавилиум хлорид.

4. Подобраны оптимальные режимы обработки при получении вин и винных напитков. Показано, что применение пектолитического ферментного препарата Rapidase CR влияет на потребительские свойства, ускоряет сбраживание, увеличивает титруемую кислотность и интенсивность окраски винограда Загадка Шарова. Показано, что при обработке мезги винограда Загадка Шарова ультразвуком увеличивается общее содержание фенольных соединений и антоцианов.

5. Выполнен органолептический анализ полученных вин и винных напитков и установлено соотношение основных компонентов состава продукта. Для виноградов Зилга и Загадка Шарова, формула купажа составляет 1:1, и является предпочтительной в технологии.

6. Определены кинетические модели, позволяющие на основе связи интенсивности окраски, а также комплекса антоцианов и температурных условий, отражать возможность производства винных напитков, при получении которых используется длительная тепловая обработка в присутствии воздуха.

7. Разработаны технические условия и технологические инструкции на производство вин и винных напитков из ранних сортов винограда культивируемого в Алтайском крае.