

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ / FOOD TECHNOLOGY

Оригинальная статья / Original article

УДК 663.256

DOI: 10.21285/2227-2925-2017-7-2-137-143

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ БАТОНАЖЕ В ТЕХНОЛОГИИ ВИНОГРАДНЫХ СТОЛОВЫХ ВИН

© Н.М. Агеева*, С.А. Бирюкова*, У.А. Лисовец**

* Северо-Кавказский зональный НИИ садоводства и виноградарства, Российская Федерация, 350901, г. Краснодар, ул. 40 лет Победы, 39.

** Кубанский государственный технологический университет, Российская Федерация, 350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2.

*Работа посвящена исследованию влияния температуры на эффективность обменных процессов между клеткой и виноматериалом, в частности на изменение концентраций азотистых веществ – аминного азота и аминокислот, при батонаже в технологии белых столовых вин. Объектом исследований являлся белый столовый виноматериал из сорта винограда Совиньон, сброженный с применением активных сухих дрожжей вида *Saccharomyces cerevisiae* Killer (Bayanus) расы ИОЦ 18-2007 (Франция). По окончании брожения виноматериал разделили на четыре варианта, которые перемешивали с биомассой дрожжей и выдерживали при разной температуре в течение 4-х месяцев: 1 – 4–6 °С; 2 – 10–12 °С; 3 – 16–18 °С (контроль); 4 – 22–25 °С. Полученные результаты показали, что с увеличением температуры возрастает активность массообменных и окислительных процессов. Проведение батонажа является целесообразным при температуре 16–18 °С в течение 2–3 месяцев с периодическим перемешиванием.*

Ключевые слова: белые столовые вина, батонаж, аминокислоты, аминный азот.

Формат цитирования: Агеева Н.М., Бирюкова С.А., Лисовец У.А. Влияние температуры на эффективность обменных процессов при батонаже в технологии виноградных столовых вин // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2017. Т. 7, N 2. С. 137–143. 10.21285/2227-2925-2017-7-1-137-143

INFLUENCE OF TEMPERATURE ON THE EFFICIENCY OF EXCHANGE PROCESSES DURING THE BATONNAGE IN THE TECHNOLOGY OF GRAPE TABLE WINES

N.M. Ageeva*, S.A. Biryukova*, U.A. Lisovets**

* North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture and Viticulture, 39, 40 let Pobedy St., Krasnodar, 350901, Russian Federation.

** Kuban State Technological University, 2, Moskovskaya St., Krasnodar, 350072, Russian Federation.

*The aim of the work was to study the influence of temperature on the efficiency of metabolic processes between the cell and wine material, in particular, on the changes in the concentrations of nitrogenous substances – amine nitrogen and amino acids, during the batonnage in the technology of white table wines. The object of the study was a white table wine material from the Sauvignon grape variety fermented with application of active dry yeast of *Saccharomyces cerevisiae* Killer (Bayanus) species of race IOC 18-2007 (France). At the end of fermentation the wine material was divided into four sample, stirred with yeast biomass and kept at different temperatures for 4 months: 1 – 4-6 °C; 2 – 10-12 °C; 3 – 16-18 °C (control); 4 – 22-25 °C. The obtained results showed that the activity of mass-exchange and oxidation processes increases with an increase in the temperature. Carrying out the batonnage is advisable at the temperature of 16-18 °C during 2-3 months with periodic stirring.*

Keywords: white table wines, batonnage, amino acids, amine nitrogen

For citation: Ageeva N.M., Biryukova S.A., Lisovets U.A. Influence of temperature on the efficiency of exchange processes during the batonnage in the technology of grape table wines. *Izvestiya Vuzov. Prikladnaya Khimiya i Biotekhnologiya* [Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology]. 2017, vol. 7, no 2, pp. 137–143. (in Russian). DOI:10.21285/2227-2925-2017-7-2-137-143

ВВЕДЕНИЕ

В современном виноделии «батонаж» стал одним из важнейших технологических приемов в технологии виноградных столовых вин, при котором протекают массообменные процессы между дрожжевой клеткой и виноматериалом [1–3]. Дрожжи относятся к гетеротрофным культурам, потребляющим в процессе своего развития органические вещества среды. При контакте виноматериала с дрожжами в процессе выдержки клетками чаще всего потребляются азотистые вещества. Процесс батонажа ведется в анаэробных условиях с периодическим перемешиванием среды и доступом небольшого количества воздуха. Однако многие особенности и механизмы процесса по-прежнему остаются неизученными. Из общения со специалистами винодельческих предприятий удалось выяснить, что при идентичности технологий переработки винограда и брожения сусла батонаж, т.е. последующий контакт виноматериала с дрожжевым осадком для извлечения ценных компонентов клетки, проводится по-разному. Различается продолжительность процесса (от 1 до 6 мес), периодичность перемешивания (от ежедневного до 1–2-х раз в месяц), температура выдержки (от 10–12 °С до 22–23 °С), наличие или отсутствие аэрации при перемешивании и т.п. В связи с этим качество вин также изменяется, особенно их окраска. Так, при органолептической оценке 14 образцов виноматериала сухого столового белого Шардоне и 12 образцов столового белого Совиньон было отмечено существенное различие в окраске. Она варьировала: для Шардоне – от телесной с зеленоватым оттенком до соломенно-золотистой; для Совиньона – от соломенной до соломенной с розовинкой и золотистой. Возможно, помимо других причин, это можно объяснить режимами проведения батонажа.

Известно [4–6], что при батонаже виноматериалы обогащаются азотистыми веществами дрожжевых клеток (живых, угнетенных и мертвых), в том числе аминокислотами, которые оказывают определенное влияние на качество вина, принимая участие в химических реакциях и физико-химических процессах.

Исследования [6, 7] показали, что при брожении сусла температура среды влияет не только на качественный состав аминокислот, но и на их концентрацию. Брожение при тем-

пературе 10–12 °С приводит к замедлению массообменных процессов между клеткой и виноматериалом, но способствует активации внутриклеточного метаболизма. В связи с этим большой интерес представляет влияние температуры на изменение аминокислотного состава виноматериала при батонаже – продолжительном контакте виноматериала с дрожжевой биомассой.

Цель работы – установить влияние температуры на динамику аминного азота и аминокислот при батонаже в технологии белых столовых вин.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В качестве объектов исследования использовали белый столовый виноматериал из сорта винограда Совиньон, полученный в результате сбраживания сусла с применением активных сухих дрожжей вида *Saccharomyces cerevisiae* Killer (Bayanus) расы ИОЦ 18-2007 (Франция). По окончании брожения виноматериал перемешивали с биомассой дрожжей, делили на четыре варианта, которые выдерживали при различной температуре в течение 4-х месяцев: 1 – 4–6 °С; 2 – 10–12 °С; 3 – 16–18 °С (контроль); 4 – 22–25 °С. На основании ранее проведенных исследований батонаж проводили один раз в месяц путем перемешивания в течение 30–40 мин.

Контроль осуществляли путем определения массовой концентрации аминного азота методом формольного титрования по Серенсену [8]. Один раз в месяц отслеживали концентрацию аминокислот (высокоэффективная жидкостная хроматография, Agilent Technologies).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Механизм проникновения компонентов из дрожжевой клетки в среду чрезвычайно сложен и до конца не изучен. Считается, что при этом происходит как «пассивная», так и «активная» диффузия. При «активном переносе» вещество соединяется с белком (ферментом), расположенным на мембране дрожжей, при этом расходуется энергия АТФ [9]. Таким образом, поглощается или переходит в среду только тот субстрат, для которого в клетке имеется специфичный транспортный механизм. В отличие от этого ряд веществ переходит из клетки в среду вследствие разницы концентраций их

внутри клетки и в среде, при этом температура может быть как активирующим, так и тормозящим фактором.

При автолизе, протекающем во время батонажа, из дрожжей в вино переходят аминокислоты, причем не только содержащиеся в среде, но и синтезированные дрожжами [4, 7, 10]. Считается, что выделение дрожжами азотистых веществ связано с актом брожения и обуславливается повышением проницаемости клеточной оболочки, которая, в свою очередь, активируется при повышении температуры.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что направленность и активность автолитических процессов, а также состав продуктов автолиза дрожжей зависят от температуры. Анализ экспериментальных материалов (табл. 1) показал, что выдержка винома- териала в контакте с биомассой дрожжей при температуре 4–6 °С приводила к незначитель- ному изменению концентрации аминного азота в течение всего периода наблюдения. При этом наряду с биохимическими сдвигами ката- болического характера, в начале процесса автолиза происходят анаболические изме- нения: синтезируются новые белки, ферменты, повышается прочность клеточной стенки. Наличие разнообразных питательных веществ в вине, в том числе легкоусваиваемых азоти- стых соединений, способствует длительному сохранению жизнеспособности винных дрож- жей. Лишь на четвертом месяце контакта с дрожжами после батонажа отмечено неболь- шое увеличение концентрации аминного азота в винома- териале вследствие усиления лизиса клеток [4, 10].

При температуре выдержки 10–12 °С наблюдается незначительное увеличение ко- личества аминного азота в винома- териале преимущественно после проведения бато- нажа.

При повышении температуры выдержки

до 16–18 °С возрастает активность массооб- менных процессов, что связано с деятельно- стью как экзогенных, так и эндогенных фер- ментов. Перемешивание винома- териала и дрожжевой биомассы при бато- наже является дополнительным (механическим) фактором, ускоряющим переход азотистых соединений из дрожжевой клетки в среду.

Контакт винома- териала с дрожжами при температуре 22–25 °С протекал более активно, и количество аминного азота в винома- териале заметно возрастало. Это вызвано как большим лизисом клеток, так и повышением активности протеолитических ферментов и в дрожжах, и в винома- териале.

В связи с этим большой интерес пред- ставляет динамика изменения состава и кон- центрации аминокислот в процессе контакта дрожжей с винома- териалом при различной температуре. Пробы отбирали после проведе- ния бато- нажа через один, два, три и четыре месяца контакта винома- териала с дрожжевой биомассой.

Анализ полученных данных (табл. 2) поз- воляет сделать следующие выводы. При тем- пературе выдержки 4–6 °С наблюдалось по- требление дрожжами ряда аминокислот – ар- гинин, лизин, α -аминомасляная кислота, β - фенилаланин, лейцин, метионин, валин, при этом, несмотря на проведение бато- нажа, к за- вершению выдержки в вине по- прежнему от- сутствовали лизин, α -аминомасляная кислота, тирозин.

Количество таких аминокислот, как гисти- дин, глютаминовая кислота, пролин, треонин, триптофан, цистин, цистеин изменялось несу- щественно. В то же время отмечено увеличе- ние концентрации аланина, глицина, появле- ние серина на 4-м месяце выдержки.

На рисунке представлена динамика суммы аминокислот в исследуемых винома- териалах при бато- наже.

Таблица 1

Изменение концентрации аминного азота в процессе бато- нажа, мг/дм³, при различной температуре

Продолжительность выдержки, мес	Температура, °С			
	4–6	10–12	16–18 (контроль)	22–25
0 (исходный винома- териал)	194	194	194	194
0,5	182	198	212	214
1,0 (бато- наж)	188	214	229	236
1,5	172	218	253	248
2,0 (бато- наж)	180	234	285	303
2,5	188	228	311	332
3,0 (бато- наж)	196	244	348	375
3,5	188	232	372	392
4,0 (бато- наж)	212	276	408	452

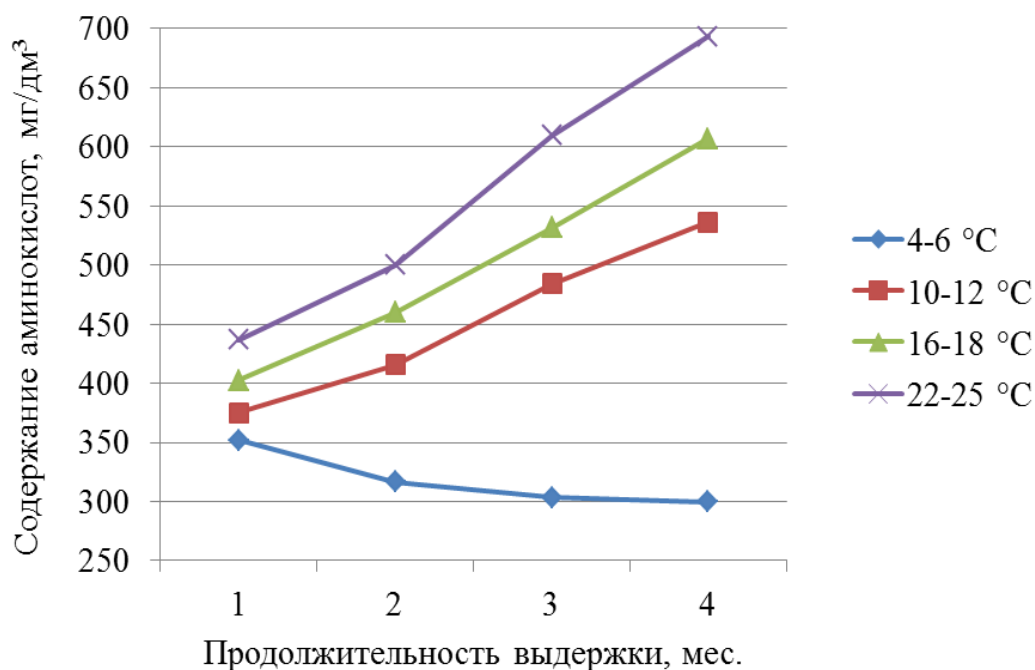
Таблица 2

Изменение аминокислотного состава виноматериалов при батонаже, мг/дм³, в зависимости от температуры

Наименование компонента	Продолжительность контакта виноматериала с дрожжевой биомассой, мес.							
	1	2	3	4	1	2	3	4
	Температура 4-6 °С				Температура 10-12 °С			
Аргинин	18,80	15,00	12,20	8,90	19,60	16,50	13,90	15,60
Лизин	2,40	нет	нет	нет	1,20	1,70	3,40	4,20
α-аминомасляная	0,12	нет	нет	нет	0,14	0,16	0,16	0,25
Тирозин	нет	нет	нет	нет	0,27	0,44	0,60	1,60
β-фенилаланин	0,72	нет	нет	0,86	9,50	10,20	12,40	12,20
Гистидин	1,19	1,12	0,78	0,87	1,42	1,68	2,34	4,01
Глютаминовая кислота	56,00	54,00	50,00	52,00	58,00	66,00	78,00	84,00
Лейцин	6,50	4,60	2,00	нет	5,60	5,40	8,30	10,60
Метионин	4,70	3,40	3,00	2,80	4,60	5,80	7,40	8,20
Валин	3,20	1,20	нет	нет	нет	1,80	2,70	4,10
Пролин	244,00	223,00	219,00	214,00	258,00	280,00	319,00	348,00
Треонин	7,20	5,50	6,20	7,40	5,20	8,30	11,80	14,20
Триптофан	1,60	1,40	1,40	1,50	2,10	2,40	3,60	4,20
Серин	нет	нет	нет	0,90	0,40	0,30	0,70	1,40
α-аланин	3,60	5,40	6,20	6,60	4,10	6,70	9,30	11,20
Глицин	1,50	1,70	2,40	3,70	4,60	7,70	9,80	11,30
Цистин	0,12	0,12	0,08	нет	нет	0,14	0,28	0,45
Цистеин	0,08	нет	нет	0,12	0,16	0,27	0,32	0,67
Сумма	351,73	316,44	303,26	299,65	374,89	415,49	484,00	536,18
	Температура 16-18 °С				Температура 22-25 °С			
Аргинин	22,40	20,40	21,60	18,80	21,30	22,50	24,00	25,90
Лизин	5,40	5,40	6,80	7,40	5,70	6,90	8,60	10,80
α-аминомасляная	0,26	0,34	0,39	0,38	0,28	0,34	0,52	0,87
Тирозин	1,20	1,60	3,20	5,60	1,40	4,30	7,80	12,00
β-фенилаланин	0,85	1,22	1,46	2,30	2,06	3,14	5,12	7,78
Гистидин	2,44	4,12	5,76	8,13	4,66	6,03	8,45	9,04
Глютаминовая кислота	64,00	74,00	88,00	92,00	76,00	92,00	112,00	121,00
Лейцин	6,50	7,40	9,20	13,60	6,50	8,80	12,50	16,00
Метионин	5,40	7,20	8,60	10,10	6,20	8,80	10,10	13,00
Валин	3,00	4,60	6,20	7,80	3,60	5,20	7,70	9,40
Пролин	263,00	298,00	336,00	388,00	272,00	294,00	354,00	398,00
Треонин	7,20	9,50	10,80	12,30	8,70	11,70	14,00	17,20
Триптофан	2,40	2,80	4,10	5,00	3,20	3,70	4,80	6,70
Серин	1,20	2,60	4,10	4,90	2,20	4,10	5,70	6,40
α-аланин	5,50	6,80	9,20	12,60	7,40	10,70	14,50	16,70
Глицин	11,50	13,70	15,60	17,70	15,20	17,50	19,00	21,30
Цистин	0,12	0,22	0,27	0,26	0,14	0,17	0,31	0,58
Цистеин	нет	0,10	0,18	0,32	0,22	0,31	0,53	0,76
Сумма	402,37	460,00	531,46	607,19	436,76	500,19	609,63	693,43

Повышение температуры выдержки до 16–18 °С и более привело к заметному увеличению концентрации всех аминокислот, хотя роль каждой из них в сложении качества вина оценивается по-разному. Так, увеличение концентрации аминокислот при температуре вы-

держки 16–18 °С способствовало улучшению качества вина уже на втором-третьем месяцах выдержки: наблюдалась гармония и мягкость вкуса, проявление сортовых особенностей винограда, окраска вина варьировала от телесно-соломенной до соломенной с легким зеле-



Сумма аминокислот в зависимости от продолжительности выдержки и температуры

новатым оттенком. На четвертом месяце контакта виноматериала с биомассой дрожжей заметного улучшения или снижения качества вина не выявлено. Это позволяет считать, что продолжительность контакта дрожжей и виноматериала при температуре выдержки 16–18 °C должна составлять два-три месяца, не более.

Повышение температуры выдержки до 22–25 °C привело к появлению золотистых оттенков в окраске уже на втором месяце выдержки, что связано с протеканием окислительных процессов, в том числе с участием аминокислот. Известно, что ряд аминокислот вина активно участвуют в переносе электронов

в реакциях окисления-восстановления, например, цистин-цистеин. В присутствии оксидаз окислению подвергается тирозин, частично – триптофан [4, 6, 11, 12]. Следовательно, повышение температуры выдержки виноматериала до 22–25 °C нежелательно в связи с усилением окислительных процессов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании представленных материалов исследований считаем целесообразным проведение батонажа в технологии белых столовых вин при температуре 16–18 °C в течение 2–3 мес с периодическим перемешиванием.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Sur lie & bâtonnage (lees contact and stirring). www.brsquared.org. (дата обращения 15.02.2017)
2. Лисовец У.А., Агеева Н.М. Биохимические процессы, протекающие при батонаже в производстве белых столовых вин: монография. Германия: LAP LAMBERT Academic Publ., 2016. 80 с.
3. Alexandre H., Benatier M.G. Yeast autolysis in sparkling wine // Australian Jour. of Grape and Wine Research. 2006. N 12. P. 119–127.
4. Иванов Н.Н. Исследования над превращением азотистых веществ в дрожжах // Журнал Петроградского агрономического института. 1919. N 1.
5. Опарин А.И. Курсанов А. Л., Саенко А. Ф., Безенгер Э. Н. Влияние автолизатов на ход послетиражной выдержки шампанского // Виноградарство и виноделие СССР. 1947. № 6.
6. Валуйко Г.Г., Нилов В.И. Изменение комплекса азотистых веществ при различных условиях брожения виноградного сусла // Сб. науч. тр. ВНИИВиВ «Магарач». 1959. Т. 7. С. 72–113.
7. Нилов В.И., Скурихин И.М. Химия виноделия. М.: Пищевая промышленность, 1967. 442 с.
8. Гержикова В.Г. Методы технохимиче-

ского контроля в виноделии. Симферополь: Таврида, 2009. 304 с.

9. Тишин В.Б. Культивирование микроорганизмов. Кинетика, гидродинамика, тепломассообмен. СПб., 2012. 181 с.

10. Родопуло А.К. Основы биохимии виноделия. 2-е изд. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 240 с.

11. Лисовец У.А., Агеева Н.М., Ширшова А.А. Изменение количественного состава ами-

нокислот при батонаже в технологии белых столовых виноматериалов // Научный журнал КубГАУ. 2016. N 120 (06). URL: <http://www.ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/32.pdf> (дата обращения 20.03.2016)

12. Gonzalez R., Martinez-Rodriguez A.J., Carrascosa A.V. Yeast autolytic mutants potentially useful for sparkling wine production // Intern. Jour. of Food Microbiology. 2003. V. 84, N. 1. P. 21–26. DOI:10.1016/S0168-1605(02)00389-6

REFERENCES

1. Sur lie & bâtonnage (lees contact and stirring). www.brsquared.org. (accessed 15.02.2017)

2. Lisovets U.A., Ageeva N.M. Biokhimicheskie protsessy, protekayushchie pri batonazhe v proizvodstve belykh stolovykh vin [Biochemical processes taking place during the batonnage in the production of white table wines]. Germany, LAP LAMBERT Academic Publ., 2016, 80 p.

3. Alexandre H., Benatier M.G. Yeast autolysis in sparkling wine. *Australian J. of Grape and Wine Research*. 2006, no. 12, pp. 119–127.

4. Ivanov N.N. Studies on the transformation of nitrogenous substances in yeast. *Zhurnal Petrogradskogo agronomicheskogo instituta* [Essay from the Journal of the Petrograd Agronomy Institute]. 1919, no. 1. (in Russian)

5. Oparin A.I., Kursanov A.L., Saenko A.F., Bezenger E.N. Influence of autolyzates on the course of up-chilling champagne extract. *Vinogradarstvo i vinodelie SSSR* [Viticulture and wine-making of the USSR]. 1947, no. 6. (in Russian)

6. Valuiko G.G., Nilov V.I. Change in the complex of nitrogenous substances during various conditions of the grape must fermentation. In: *Sbornik nauchnykh trudov VNIIViV «Magarach»* [Proc. VNIIViV «Magarach»]. 1959, vol. 7, pp. 72–113. (in Russian)

7. Nilov V.I., Skurikhin I.M. *Khimiya vinodeli-*

ya [Chemistry of winemaking]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1967, 442 p.

8. Gerzhikova V.G. *Metody tekhnokhimicheskogo kontrolya v vinodelii* [Methods of technological control in winemaking]. Simferopol, Tavriada Publ., 2009, 304 p.

9. Tishin V.B. *Kultivirovanie mikroorganizmov. Kinetika, gidrodinamika, teplomassoobmen* [Cultivation of microorganisms. Kinetics, hydrodynamics, heat and mass transfer]. St-Petersburg, 2012, 181 p.

10. Rodopulo A.K. *Osnovy biokhimii vinodeliya* [Bases of winemaking biochemistry]. Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost' Publ., 1983, 240 p.

11. Lisovets U.A., Ageeva N.M., Shirshova A.A. Changes in the qualitative composition of amino acids during batonnage in the technology of white table wines. *Nauchnyi zhurnal KubGAU* [Scientific journal of KubSAU]. 2016, no. 120 (06). (in Russian) Available at: <http://www.ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/32.pdf> (accessed 20.03.2016)

12. Gonzalez R., Martinez-Rodriguez A.J., Carrascosa A.V. Yeast Autolytic Mutants Potentially Useful for Sparkling Wine Production. *International Journal of Food Microbiology*. 2003, vol. 84, no. 1, pp. 21–26. doi: 10.1016/S0168-1605(02)00389-6

Критерии авторства

Агеева Н.М., Бирюкова С.А., Лисовец У.А. выполнили экспериментальную работу, на основании полученных результатов провели обобщение и написали рукопись. Агеева Н.М., Бирюкова С.А., Лисовец У.А. имеют на статью равные авторские права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

Ageeva N.M., Biryukova S.A., Lisovets U.A. carried out the experimental work, on the basis of the results summarized the material and wrote the manuscript. Ageeva N.M., Biryukova S.A., Lisovets U.A. have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ
Принадлежность к организации

Наталья М. Агеева
Северо-Кавказский зональный НИИ
садоводства и виноградарства
Д.т.н., профессор
ageyeva@inbox.ru

Светлана А. Бирюкова
Северо-Кавказский зональный НИИ
садоводства и виноградарства
аспирант

Ульяна А. Лисовец
Kuban State Technological University
Аспирант
ulianapost@yandex.ru

Поступила 12.02.2017

AUTHOR'S INDEX
Affiliation

Natalia M. Ageeva
North Caucasian Regional Research Institute
of Horticulture and Viticulture
Doctor of Engineering, Professor
ageyeva@inbox.ru

Svetlana A. Biryukova
North Caucasian Regional Research Institute
of Horticulture and Viticulture
Postgraduate Student

Uliana A. Lisovets
Kuban State Technological University
Postgraduate Student
ulianapost@yandex.ru

Received 12.02.2017