УДК 663.8

М.А. Журавлева, Н.В. Макарова

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТИПА ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА НА СОДЕРЖАНИЕ АНТОЦИАНОВ В КЛЮКВЕННОМ СОКЕ

M.A. Zhuravleva, N.V. Makarova

THE RESEARCH OF THE INFLUENCE OF THE TYPE OF ENZYME PREPARATION ON THE CONTENT OF ANTOCIANS IN CRANBERRY JUICE

Журавлева М.А. – магистрант каф. технологии и организации общественного питания Самарского государственного технического университета, г. Самара.
E-mail: marinaguravl@mail.ru

Макарова Н.В. – д-р хим. наук, проф., зав. каф. технологии и организации общественного питания Самарского государственного технического университета, г. Самара.
E-mail: daalenas@gmail.com

Zhuravleva M.A. – Magistrate Student, Chair of Technology and Organization of Public Catering, Samara State Technical University, Samara.
E-mail: marinaguravl@mail.ru

Makarova N.V. – Dr. Chem. Sci., Prof., Head, Chair of Technology and Organization of Public Catering, Samara State Technical University, Samara.
E-mail: daalenas@gmail.com

Антоцианы – неустойчивые химические соединения, разрушающиеся под воздействием света, температуры, кислорода воздуха. Для сохранения количества антоцианов и стабилизации окраски были проведены исследования по изучению влияния пектолитических ферментных препаратов Uf, «Супер-клар», «Фруктоцим» на такие показатели, как выход, содержание растворимых сухих веществ, общее содержание антоцианов для клюквенного сока прямого отжима в зависимости от вариации температуры от 30 до 50 °С, модуля ферментации – от 5 до 15 %, времени выдержки – от 2 до 6 ч. Из полученных данных, обработанных с помощью графиков поверхности отклика, можно сделать вывод, что пектолитические ферментные препараты изменяют уровень изученных показателей. Возрастание температурных показателей, времени выдержки и концентрации ферментных препаратов увеличивает выход клюквенного сока прямого отжима до 20 %. Повышение концентрации, времени выдержки ферментации с использованием ферментных препаратов Uf, «Супер-клар», «Фруктоцим» увеличивает содержание растворимых сухих веществ в клюквенном соке прямого отжима на 12 %. Увеличение концентрации и времени выдержки приводит к резкому снижению антоцианов почти на 50 %. Повышение температуры ферментации увеличивает содержание антоцианов на 20 %. Наивысшее содержание антоцианов достигается при обработке мезги ягод клюквы ферментным препаратом Uf в условиях температуры 45 °С, модуля 10 %, времени 2 ч.

Ключевые слова*: клюквенный сок, ферментные препараты, выход сока, антоцианы, стабилизация окраски, растворимые сухие вещества.*

Antocians are unstable chemical compounds collapsing under the influence of light, temperature, air oxygen. For the preservation of the quantity of antocian and stabilization of coloring researches on studying the influence of pectolytic enzyme preparations Uf, "Super-clar", "Fructocim" on such indicators as an exit, the content of soluble solids, general maintenance of antocian for cranberry juice of direct extraction depending on temperature variation from 30 to 50 °C, enzyme module –from 5 to 15 %, holding time from 2 to 6 hours were conducted. From the obtained data processed by means of schedules of the surface of the response it was possible to draw the conclusion that pectolytic enzyme preparations changed the level of studied indicators. With the increase of time enzyme preparations increased the exit of cranberry juice of direct

extraction by 20 %. The increase of the concentration, fermentation from the preparations Uf, "Superclar", "Fructocim" increased solids in the cranberry juice of direct spin by 12 %. The increase of the concentration and time brings to antocian 50 %. The temperature increased the maintenance of antocian by 20 %. The highest maintenance of antocian was reached when processing berries alburnum of cranberry by enzyme preparation Uf in the conditions of the temperature of 45 °C, of the module 10 % during 2 hours.

Keywords: *cranberry juice, enzyme preparations, juice yield, enzyme antocians, color stabilization, soluble solids.*

Введение. Ферментные системы, используемые при производстве вин, плодово-ягодных ягодах соков, безалкогольных напитков, необходимы для повышения степени извлечения сока из сырья, осветления и стабилизации вина, соков, безалкогольных напитков, предотвращения окислительно-восстановительных процессов в соках, для инверсии сахарозы при получении безалкогольных напитков [1]. Изучению влияния ферментных препаратов на химический состав соков уделено большое внимание ученых и исследователей, опубликован ряд работ по данной теме [2, 3].

Предобработка ягод облепихи препаратами «Фруктоцим-Колор» и Laminex BG Glucanase Complex увеличивает выход в соке токоферолов (в 2,5 раза), каротиноидов (в 3,2 раза), флавоноидных соединений – катехинов, флавонов, флавонолов и флаванонолов (в 1,4–4,5 раза) [4]. Выявлено наличие в соке с ферментативной обработкой лютеина, криптоксантина и эпикатехин галлата, которые отсутствовали в соке, полученном без предобработки.

Применение пектолитических ферментных препаратов для обработки овощной мезги перед прессованием способствует увеличению выхода сока, повышению экстрактивности и улучшению органолептических свойств, а также позволяет избежать нежелательных окислительно-восстановительных процессов, сохранить естественную окраску сырья [5]. Таким образом, ферментные препараты влияют не только на выход сока, но и на его химический состав.

Антоцианы и другие полифенолы оказывают благоприятное воздействие на здоровье человека, способствуют очищению от свободных радикалов, проявляют защитный эффект против сердечно-сосудистых и раковых заболеваний. Антоцианы являются водорастворимыми пигментами растений, локализованными в вакуолях растительных клеток и представлены в большинстве случаев гликозидами полигидрокси- и полиметокси-производных солей 2-фенилбензопирилиума или флавилиума. Гликозиды обычно присоединены в третье положение молекулы пигмента [6].

Большое количество современных публикаций посвящено исследованию содержания антоцианов в фруктах.

Литовскими учеными было изучено общее содержание фенольных соединений, антиоксидантной активности, антоцианов в 5 гибридах ягод черной смородины [7]. Общее содержание фенольных веществ колебалось от 530 до 614 мг. Наибольшее количество антоцианов обнаружено в ягодах гибридов № 11-13 (*R. nigrum P. petraeum*) и № 57 (*R. nigrum P. aureum*), 522 и 498 мг клюквенного цианидина-3-гликозида/100 г исходного сырья соответственно. Наивысшая антиоксидантная активность идентифицирована в экстрактах гибридов № 11-13. Однако взаимосвязь между изученными показателями авторами не установлена. Было определено, что цианидин-3-О-глюкозид наиболее стабилен к воздействию температуры, чем цианидин-3-О-рутинозид.

Иранские ученые провели исследование влияния сахара на стабильность антоцианов в ягодах: *Morus nigra, Morus alba var. nigra, Fragaria* [8]. Концентрация сахара варьировалась от 20 до 60 %. По результатам исследования, согласно статистическому анализу, концентрация сока, равная 20 % сахара, оказывает защитное действие на антоцианы.

Цель исследования: изучение влияния пектолитических ферментных препаратов на содержание антоцианов в клюквенном соке прямого отжима.

В качестве **задач исследования** можно выделить:

1) изучение содержания антоцианов, растворимых сухих веществ, выхода клюквенного сока прямого отжима с использованием пектолитических ферментных препаратов Uf, «Суперклар», «Фруктоцим»;

2) обработка результатов, проведение сравнительного анализа, построение трехмерных диаграмм поверхности отклика;

3) подбор оптимальных условий ферментации, выбор ферментного препарата, который позволяет стабилизировать окраску и повышать выход клюквенного сока.

Объекты и методы исследования. В качестве объектов исследования использовали сок прямого отжима из дикорастущих культур клюквы *Vaccinium macrocarpon*, собранных в середине сентября в северных широтах России, получение соков осуществлялось в течение трех дней после сбора культур.

Технология получения клюквенного сока прямого отжима с использованием ферментных препаратов Uf, «Супер-клар», «Фруктоцим» включает в себя следующие стадии: приемка, мойка, инспекция, измельчение, обработка ферментными препаратами с различными параметрами ферментации, отжим. Температура ферментации варьировалась от 30 до 50 °С, модуль ферментации ферментных препаратов Uf, «Супер-клар», «Фруктоцим» – от 5 до 15 % к массе сырья, продолжительность ферментации мезги ягод клюквы – от 2 до 6 ч.

Для анализа физико-химических показателей применяли следующие методики.

Содержание растворимых сухих веществ определяли по ГОСТ Р 51433-99. В качестве навески для определения содержания растворимых сухих веществ использовали фильтрованный сок клюквы прямого отжима [9].

Общее содержание антоцианов определяли методом pH-дифференциальной спектрофотометрии [10]. Метод основан на применении pH-дифференциальной спектрофотометрии. Суммарную массовую концентрацию (массовую долю) антоцианинов в соковой продукции определяют на основе изменения поглощения света с длиной волны 510 нм при изменении кислотности растворов соковой продукции с pH от 1 до 4,4.

Результаты исследования и их обсуждение. Влияние пектолитических ферментных препаратов Uf, «Супер-клар», «Фруктоцим» на выход клюквенного сока прямого отжима представлено на рисунке 1.

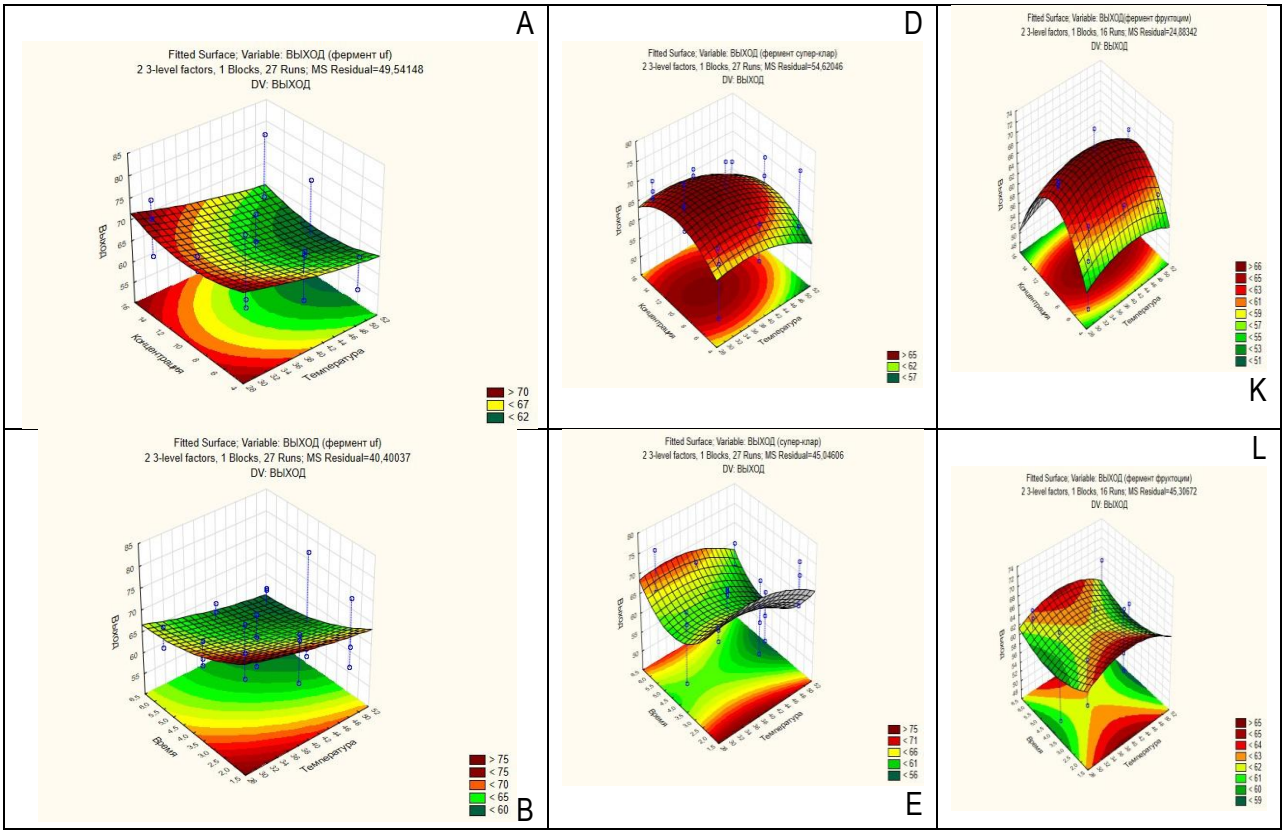
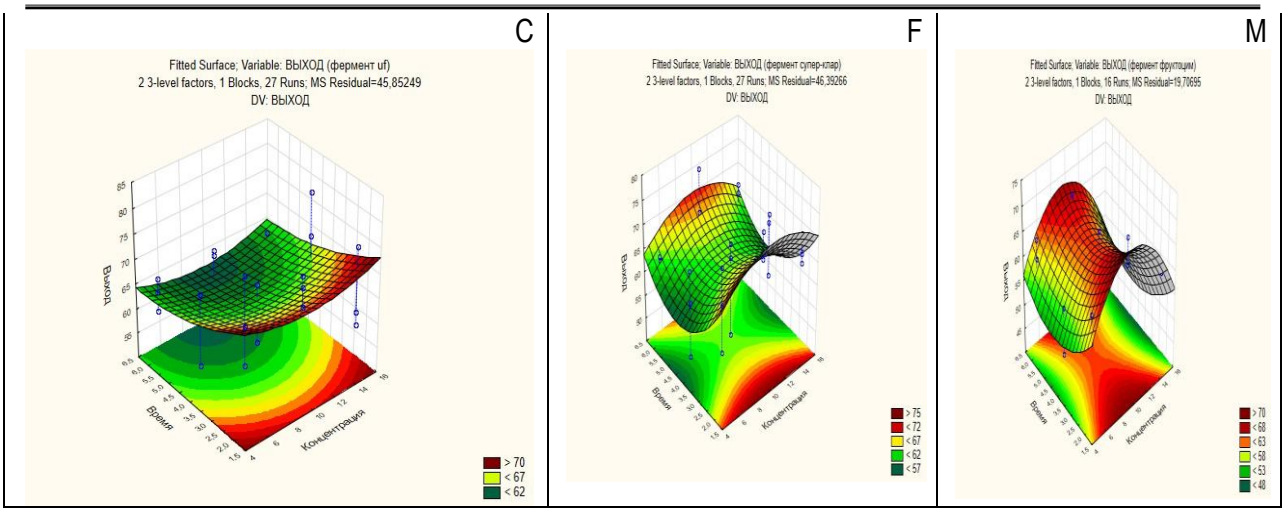


Рис.1. Влияние пектолитических ферментных препаратов Uf, «Супер-клар», «Фруктоцим» на выход клюквенного сока прямого отжима



Окончание рис. 1

Проведя исследования влияния пектолитических ферментных препаратов Uf, «Супер-клар», «Фруктоцим» на выход клюквенного сока прямого отжима, отмечаем, что возрастание температурных показателей, продолжительности ферментации мезги ягод клюквы и концентрации ферментного препарата положительно сказывается на выходе сока. С использованием ферментного препарата Uf выход сока возрастает на 21 %, с препаратом «Супер-клар» – на 15 %, а «Фруктоцим» – на 12 %. Таким образом, параметры ферментации, обеспечивающие максимальный выход клюквенного сока прямого отжима: с использованием Uf – 30 °С, 5 %, 2 ч; для «Супер-клар» – 30 °С, 10 %, 2 ч; «Фруктоцим» – 40 °С, 10 %, 2 ч.

Влияние пектолитических ферментных препаратов Uf, «Супер-клар», «Фруктоцим» на содержание растворимых сухих веществ клюквенного сока прямого отжима представлено на рисунке 2.

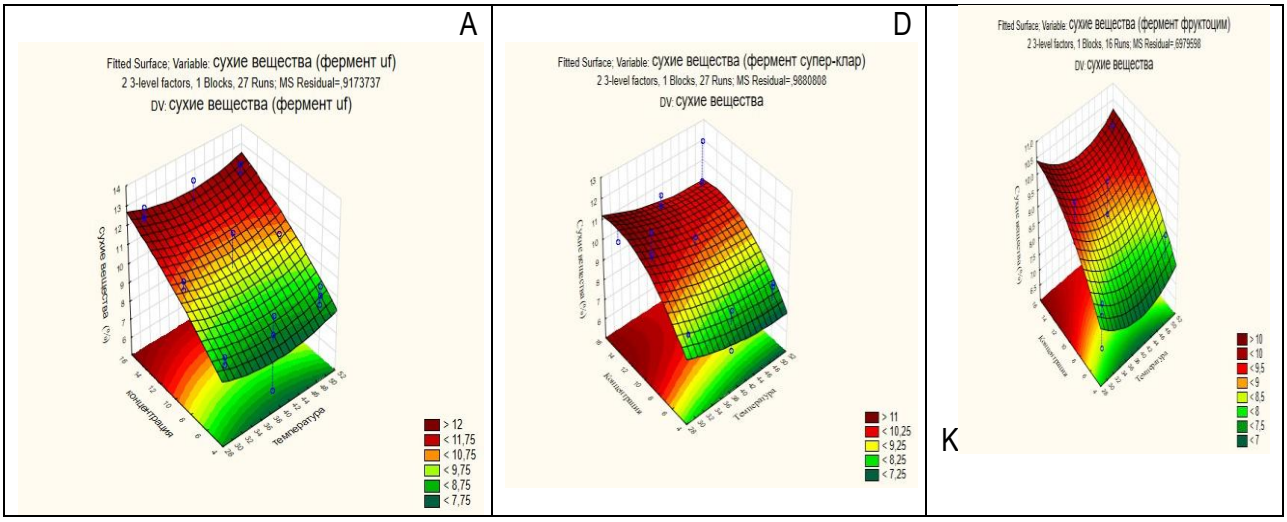
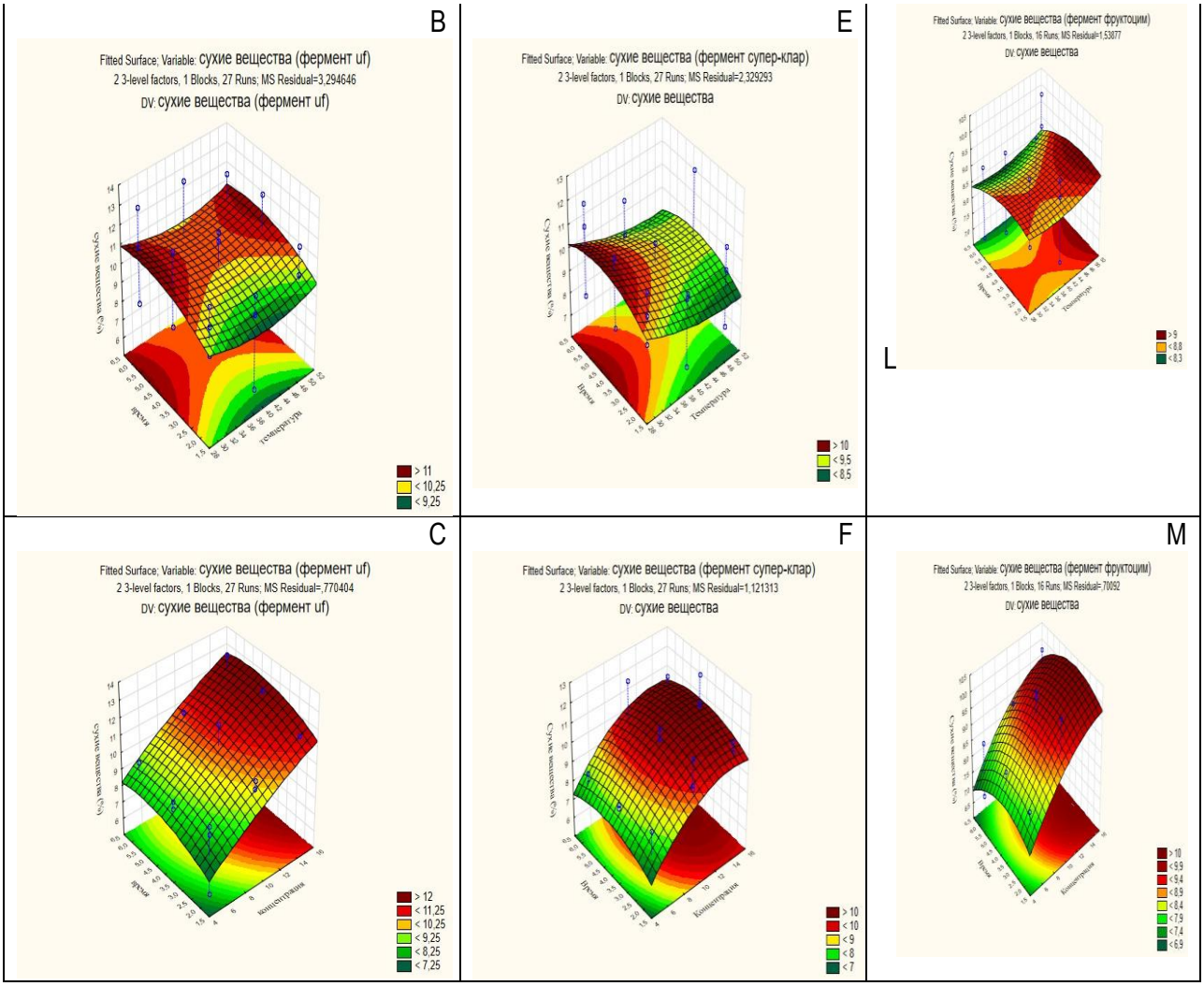


Рис. 2. Влияние пектолитических ферментных препаратов Uf, «Супер-клар», «Фруктоцим» на содержание растворимых сухих веществ клюквенного сока прямого отжима



Окончание рис. 2

Проанализировав полученные данные, представленные на рисунке 2, делаем вывод, что повышение температуры, концентрации, продолжительности ферментации мезги ягод клюквы с использованием ферментных препаратов Uf, «Супер-клар», «Фруктоцим» увеличивает содержание растворимых сухих веществ в клюквенном соке прямого отжима. Параметры ферментации, увеличивающие содержание растворимых сухих веществ: для ферментного препарата Uf (12, %) и «Супер-клар» – 11 % (30 °С, 15 %, 4 ч), а для препарата «Фруктоцим» – 10,2 % (50 °С, 15 %, 4 ч), по сравнению с контролем (клюквенный сок прямого отжима без пастеризации) – 7,9 %.

Влияние пектолитических ферментных препаратов Uf, «Супер-клар», «Фруктоцим» на содержание антоцианов клюквенного сока прямого отжима представлено на рисунке 3.

Исходя из результатов проделанной работы, представленной на рисунке 3, делаем вывод, что увеличение концентрации ферментного препарата и продолжительности ферментации мезги ягод клюквы с ферментным препаратом Uf, «Супер-клар», «Фруктоцим» приводит к резкому снижению антоцианов почти на 50 %. Так, содержание антоцианов с применением ферментного препарата Uf снижается от 71,03 до 37 мг цианидина-3-гликозида/100 г исходного сырья, с ферментным препаратом «Супер-клар» – до 30 мг цианидина-3-гликозида/100 г исходного сырья, а с «Фруктоцим» – до 35 мг цианидина-3-гликозида/100 г исходного сырья. Однако повышение температуры ферментации с ферментными препаратами Uf, «Супер-клар», «Фруктоцим» положительно сказывается на содержании антоцианов. От 30 до 50 °С происходит измене-

ние общего содержания антоцианов на 20 % от исходного количества цианидина-3-гликозида на 100 г исходного сырья. Для ферментного препарата Uf рекомендуемыми параметрами выдержки с максимальным содержанием антоцианов являются 50 °С, 5 %, 4 ч (72,71 мг цианидина-3-гликозида на 100 г исходного сырья), для «Супер-клар» – 50 °С, 5 %, 2 ч (95,83 мг цианидина-3-гликозида на 100 г исходного сырья), для «Фруктоцим» 40 °С, 5 %, 2 ч (72,04 мг цианидина-3-гликозида на 100 г исходного сырья).

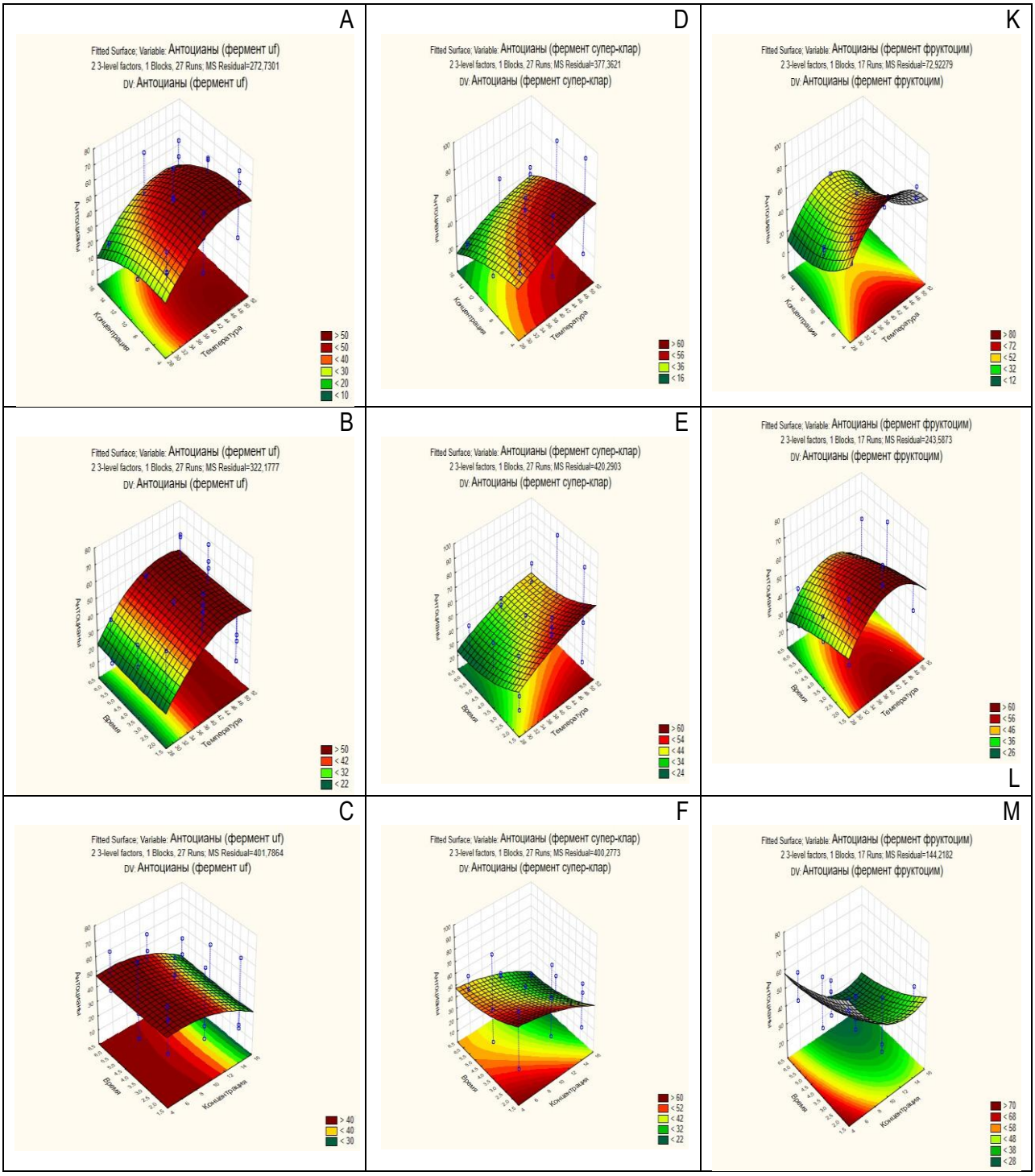


Рис. 3. Влияние пектолитических ферментных препаратов Uf, «Супер-клар», «Фруктоцим» на содержание антоцианов клюквенного сока прямого отжима

Заключение. Предварительная ферментативная обработка ягод клюквы позволяет существенно повысить переход в соковую фракцию полезных для здоровья человека компонентов ягод, природных антиоксидантов, антоцианов, что повышает пищевую ценность сока и обусловливает его технологические свойства.

Наиболее оптимальным режимом для проведения процесса ферментации ягод клюквы является: температура 45 ºС в течение 120 мин с добавлением ферментного препарата Uf в концентрации 10 %.

Литература

1. *Шобингер У.* Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии. – СПб.: Профессия, 2004. – 640 с.
2. *Алексеенко Е.В., Быстрова Е.А., Дикарева Ю.М.* Исследование влияния предварительной обработки ягод брусники с применением композиции ферментных препаратов на химический состав сока // Вестн. ВГУИТ. – 2017. – № 1. – С. 282–289.
3. *Алексеенко Е.В., Быстрова Е.А.* Мониторинг эффективности применения ферментных препаратов для обработки ягод брусники при получении сока // Вестн. ВГУИТ. – 2017. – № 1. – С. 282–289.
4. *Дикарева Ю.М.* Совершенствование технологии сока из ягод облепихи для повышения пищевой ценности и применения в кондитерской промышленности: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2012. – С. 5.
5. *Кожухова М.А.* Получение овощных соков и безалкогольных напитков с использованием биотехнологических методов // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 4. – С. 28–31.
6. *Писарев Д.И., Новиков О.О., Селютин О.А.* и др. Биологическая активность полифенолов растительного происхождения. Перспектива использования антоцианов в медицинской практике // Научные ведомости БелГУ. – 2012. – № 10 (129). – С. 17–24.
7. *Anisimovienė N., Jankauskienė J., Jodinskienė M.* et al. Phenolics, antioxidative activity and characterization of anthocyanins in berries of blackcurrant interspecific hybrids // Act. Biochim. Pol. – 2013. – Vol. 60. – P. 767–772.
8. *Nikkhah E., Khayamy M., Heidari R.* et al. Effect of sugar treatment on stability of anthocyanin pigments in berries // J. Biol. Sci. – 2007. – Vol. 7. – P. 1412–1417.
9. ГОСТ Р 51433-99. Соки фруктовые и овощные. Метод определения содержания растворимых сухих веществ рефрактометром. – М.: Стандартинформ, 2010. – 8 с.
10. *Писарев Д.И., Новиков О.О., Писарева Н.А.* и др. Изучение состава антоцианов ирги ольхолистой – *Amelanchier alnifolia nutt* с использованием матрично-активированной лазерной десорбционной ионизации (maldi) // Научные ведомости. – 2011. – № 22. – С. 167–172.

Literatura

1. *Shobinger U.* Fruktovye i ovoshhnye soki: nauchnye osnovy i tehnologii. – SPb.: Professija, 2004. – 640 s.
2. *Alekseenko E.V., Bystrova E.A., Dikareva Ju.M.* Issledovanie vlijanija predvaritel'noj obrabotki jagod brusniki s primeneniem kompozicii fermentnyh preparatov na himicheskij sostav soka // Vestn. VGUIT. – 2017. – № 1. – S. 282–289.
3. *Alekseenko E.V., Bystrova E.A.* Monitoring jeffektivnosti primenenija fermentnyh preparatov dlja obrabotki jagod brusniki pri poluchenii soka // Vestn. VGUIT. – 2017. – № 1. – S. 282–289.
4. *Dikareva Ju.M.* Sovershenstvovanie tehnologii soka iz jagod oblepihi dlja povyshenija pishhevoj cennosti i primenenija v konditerskoj promyshlennosti: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk. – M., 2012. – S. 5.
5. *Kozhuhova M.A.* Poluchenie ovoshhnyh sokov i bezalkogol'nyh napitkov s ispol'zovaniem biotehnologicheskih metodov // Izv. vuzov. Pishhevaja tehnologija. – 2007. – № 4. – S. 28–31.
6. *Pisarev D.I., Novikov O.O., Seljutin O.A.* i dr. Biologicheskaja aktivnost' polifenolov rastitel'nogo proishozhdenija. Perspektiva

ispol'zovanija antocianov v medicinskoj praktike // Nauchnye vedomosti BelGU. – 2012. – № 10 (129). – S. 17–24.
7. *Anisimovienė N., Jankauskienė J., Jodinskienė M*. et al. Phenolics, antioxidative activity and characterization of anthocyanins in berries of blackcurrant interspecific hybrids // Act. Biochim. Pol. – 2013. – Vol. 60. – P. 767–772.
8. *Nikkhah E., Khayamy M., Heidari R*. [et al.]. Effect of sugar treatment on stability of anthocyanin pigments in berries // J. Biol. Sci. – 2007. – Vol. 7. – P. 1412–1417.
9. GOST R 51433-99. Soki fruktovye i ovoshhnye. Metod opredelenija soderzhanija rastvorimyh suhih veshhestv refraktometrom. – M.: Standartinform, 2010. – 8 s.
10. *Pisarev D.I., Novikov O.O., Pisareva N.A*. i dr. Izuchenie sostava antocianov irgi ol'holistoj – Amelanchier alnifolia nutt s ispol'zovaniem matrichno-aktivirovannoj lazernoj desorbcionnoj ionizacii (maldi) // Nauchnye vedomosti. – 2011. – № 22. – S. 167–172.