

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛАГОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПИЩЕВОГО ФОСФАТА (E339(ii)) В КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЯХ СТУДНЕОБРАЗНОЙ КОНСИСТЕНЦИИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ СРОКА ГОДНОСТИ

Казанцев Е.В., Кондратьев Н.Б., д.т.н., Руденко О.С., к.т.н., Осипов М.В., к.т.н., Рубан Н.В., к.т.н.

Актуальность

При увеличении объёма производства кондитерских изделий студнеобразной консистенции (желейный, желейно-фруктовый виды мармелада), транспортировки их на большие расстояния, особое значение приобретает сохранение структуры и свежести изделий без изменения вкусовых достоинств. В процессе хранения такие изделия подвержены черствению или увлажнению, изменениям химического состава, кристаллизации сахаров в результате дегидратации, что приводит к снижению физико-химических, структурно-механических, органолептических показателей и уменьшению срока годности.

Срок годности мармелада устанавливается в соответствии с ГОСТ 6442-2014 «Мармелад. Общие технические условия». Для увеличения срока годности необходимо обоснованное использование упаковочных материалов, рецептурных компонентов, включающих пищевые добавки российского производства - фосфаты (E339), обладающие влагоудерживающими свойствами.

Цель работы

Установить закономерности влияния содержания E339(ii) в рецептурном составе желейного мармелада, содержащего агар, на структурно-механические, органолептические показатели качества мармелада с целью повышения срока годности.

Методология работы

Массовая доля влаги измерена по ГОСТ 5900 – 2014 с использованием сушильного лабораторного шкафа (Sanyo Mir 262, Япония); активность воды образцов определена по ГОСТ Р ИСО 21807 (AquaLab 3TE, США); органолептический анализ проведён по ГОСТ 5897-90. хранение образцов проведено в климатической камере «Climacell 404» (Чехия); пластическую прочность образцов определяли с использованием анализатора структуры (Структурометр СТ-2, РФ) по методике, разработанной во ВНИИКП.

Результаты

Обосновано рецептурное содержание пищевого фосфата E 339 (ii) равное 0,5 % на 1 кг образцов желейного мармелада, содержащего агар. Изготовленный желейный мармелад соответствовал требованиям ГОСТ 6442-2014 «Мармелад. Общие технические условия» по физико-химическим показателям. Количество E 339 (ii) в 0,5 % является безопасным для организма человека и соответствует требованиям ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств».

Исследованы потери влаги контрольным образцом мармелада и образцом, содержащим 0,5 % E339 (ii) при температуре 18 °С. Установлено, что за 84 суток хранения массовая доля влаги в образце, содержащем E339 (ii), снижается на 6,4 %, а для контрольного образца - на 8,5 %.

Исследована пластическая прочность корпусов желейного мармелада. Показано, что увеличение прочности мармелада, упакованного в полипропиленовую плёнку с толщиной 20 мкм, изготовленного с E339 (ii) за 84 суток хранения составило 15,0 % отн., а для желейного мармелада без введения E339 (ii) – не менее 50,0 % отн.

Установлено, что при введении пищевого фосфата E339 (ii) в рецептурный состав желейного мармелада, прочность корпусов изделий при хранении повышается согласно полученным уравнениям регрессии:

- образец, содержащий 0,50 % E339 (ii): $P_1 = 10,3\tau + 873,0$;
- образец, содержащий 0,25 % E339 (ii): $P_2 = 10,0\tau + 820,0$;
- контрольный образец: 0 % E339 (ii): $P_3 = 47,3\tau + 754,5$.

где τ – длительность хранения, нед.

Применяя полученные уравнения можно прогнозировать упрочнение корпусов желейного мармелада в процессе хранения и обосновать срок годности изделий.

Исследовано изменение органолептических показателей качества модельных образцов в процессе хранения. Установлено, что после 84 суток хранения образцы, содержащие E339 (ii) обладали высокими значениями показателей качества: целостность формы, структура корпусов, отсутствие синерезиса. Вкус и запах не претерпели значимого изменения, в то время как у контрольных образцов их интенсивность снизилась в большей степени. Определено, что показатели качества мармелада, содержащего пищевой фосфат, выше относительно контроля.

Полученные закономерности можно использовать при увеличении срока годности мармелада и других наименований кондитерских изделий, например зефира, пастилы, суфле, содержащих близкий желейному мармеладу рецептурный состав и обладающих пенообразной структурой.

Выводы. Установлены математические зависимости, позволяющие прогнозировать потери массовой доли влаги кондитерских изделий желеобразной консистенции в зависимости от длительности хранения и содержания пищевого фосфата E339 (ii) в рецептурном составе желейного мармелада. Показана возможность использования метода определения прочности для оценки структуры желейного мармелада.

Выявленные закономерности возможно использовать на кондитерских предприятиях и испытательных центрах для прогнозирования сохранности кондитерских изделий студнеобразной консистенции. Предложенный математический расчёт потерь влаги в контролируемых условиях хранения (температура, относительная влажность воздуха, свойства упаковки), способствует изготовлению кондитерских изделий с заданным сроком годности.

Список использованных источников

- Miah, J., Griffiths A., McNeill R., Halvorson S., Schenker U. Environmental management of confectionery products: Life cycle impacts and improvement strategies / J. Miah, A. Griffiths, R. McNeill, S. Halvorson, U. Schenker // J. Clean. Prod. – 2018. – Vol. 177. – P. 732–751.
- Guine, R., Correia P., Reis C., Florenca S. Evaluation of texture in jelly gums incorporating berries and aromatic plants / R. Guine, P. Correia, C. Reis, S. Florenca // De Gruyter. – 2020. – Vol. 5(1). – P. 450–461. DOI: <https://doi.org/10.1515/opag-2020-0043>.
- Казанцев, Е.В. Формирование пенообразной структуры кондитерских изделий / Е.В. Казанцев, Н.Б. Кондратьев, О.С. Руденко, Н.А. Петрова, И.А. Белова // Пищевые системы. – 2022. – Том 5. – №1. – С. 64–69.
- Younes, M., Aquilina G., Castle L., Engel K. H. Re-evaluation of phosphoric acid-phosphates - di-, tri- and polyphosphates (E 338-341, E 343, E 450-452) as food additives and the safety of proposed extension of use / M. Younes, G. Aquilina, L. Castle, K. H. Engel. // EFSA J. – 2019. – Vol. 17(6). – e05674. Doi: 10.2903/j.efsa.2019.5674.



Рисунок 1 – Микроструктура E339(ii) при 10x (1 см = 100 мкм)



Рисунок 2 – Внешний вид пищевого фосфата E339(ii)

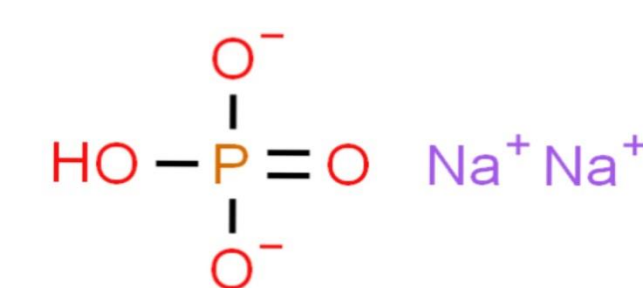


Рисунок 3 – Химическое строение E339(ii)

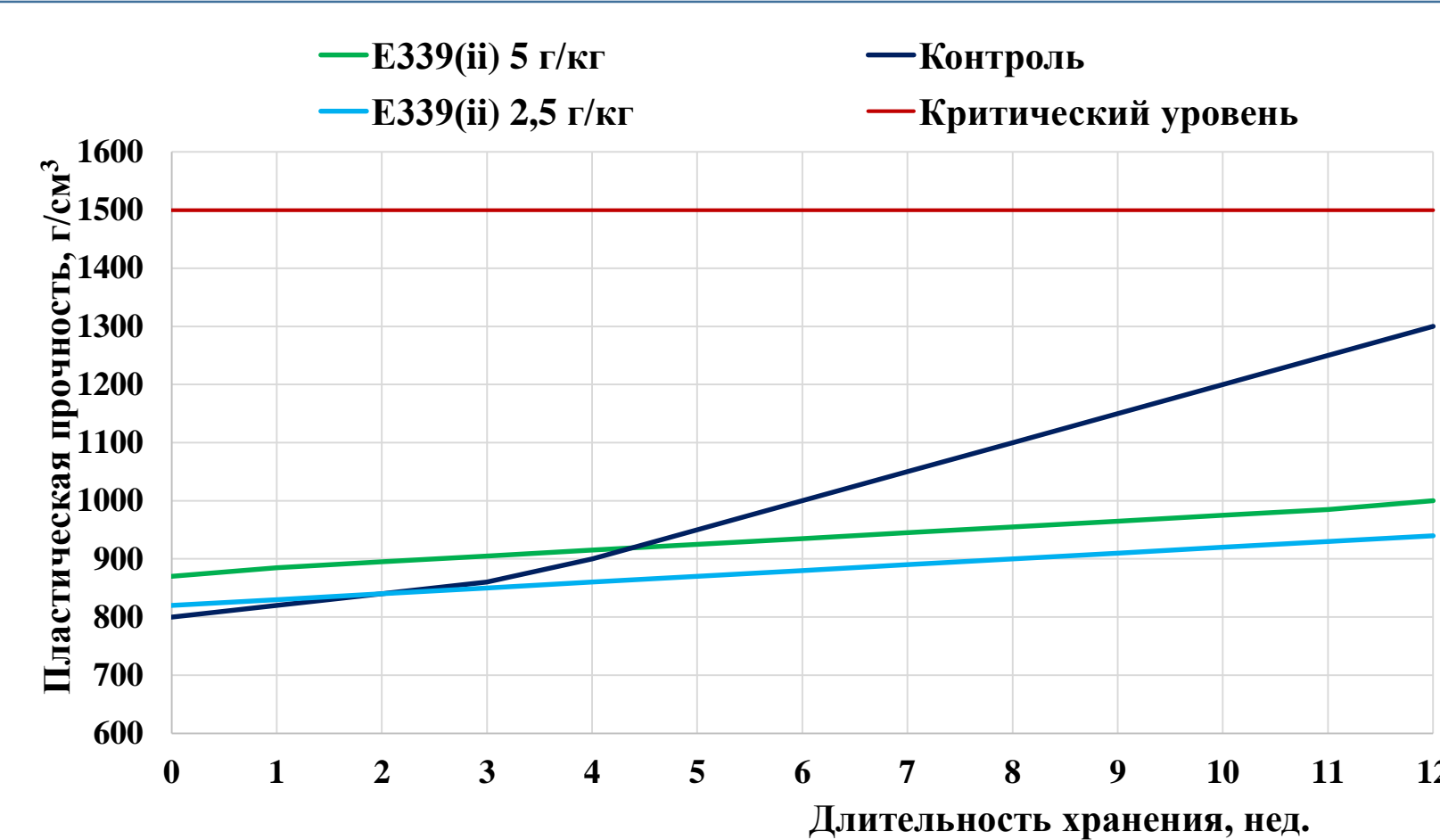


Рисунок 4 – Пластическая прочность желейного формового мармелада, содержащего E339(ii)

контроль: $y = 43,7\tau + 754,5$
образец с E339(ii) 5 г/кг: $y = 10,3\tau + 873,0$
образец с E339(ii) 2,5 г/кг: $y = 10,0\tau + 820,0$

Методика определения пластической прочности мармелада МВИ 87-19825192-2020

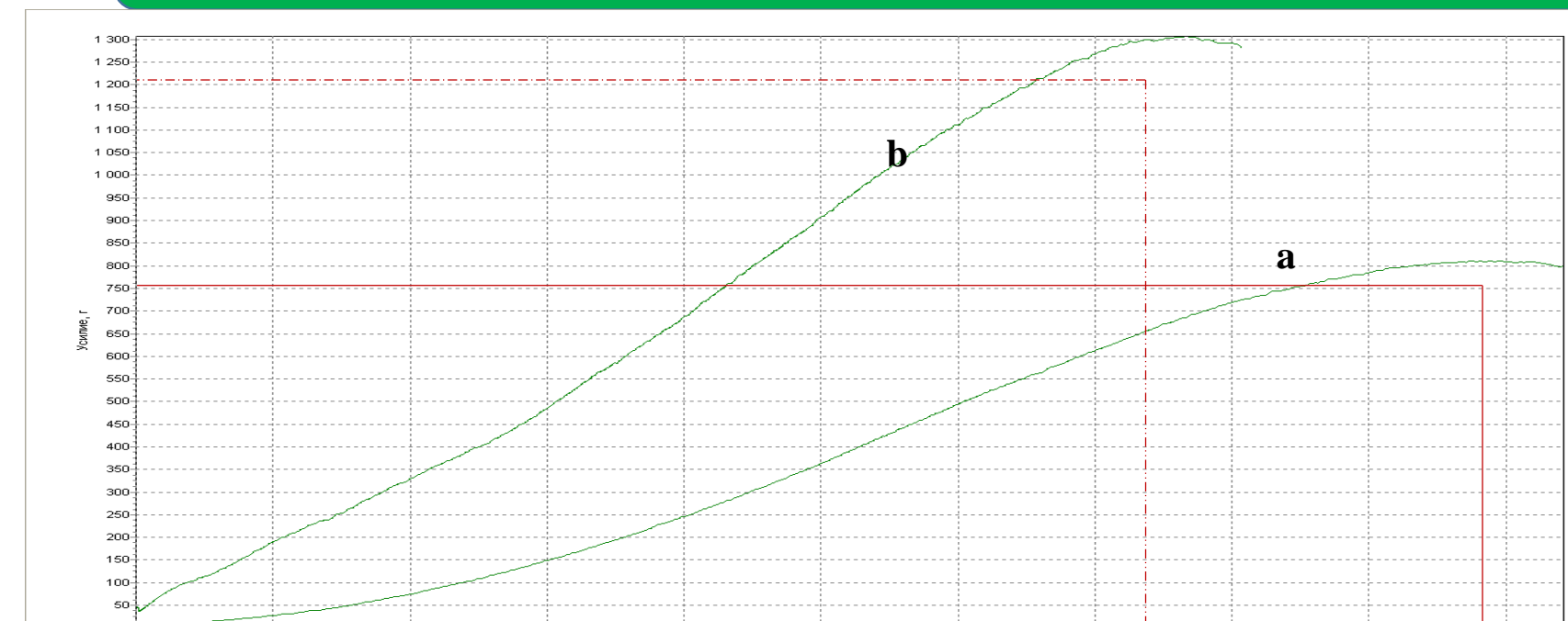


Рисунок 5 – Прочность контрольного образца желейного мармелада, не содержащего E339(ii): (а) – до (800 г/см²) и (б) – после (1300 г/см²) 84 суток хранения

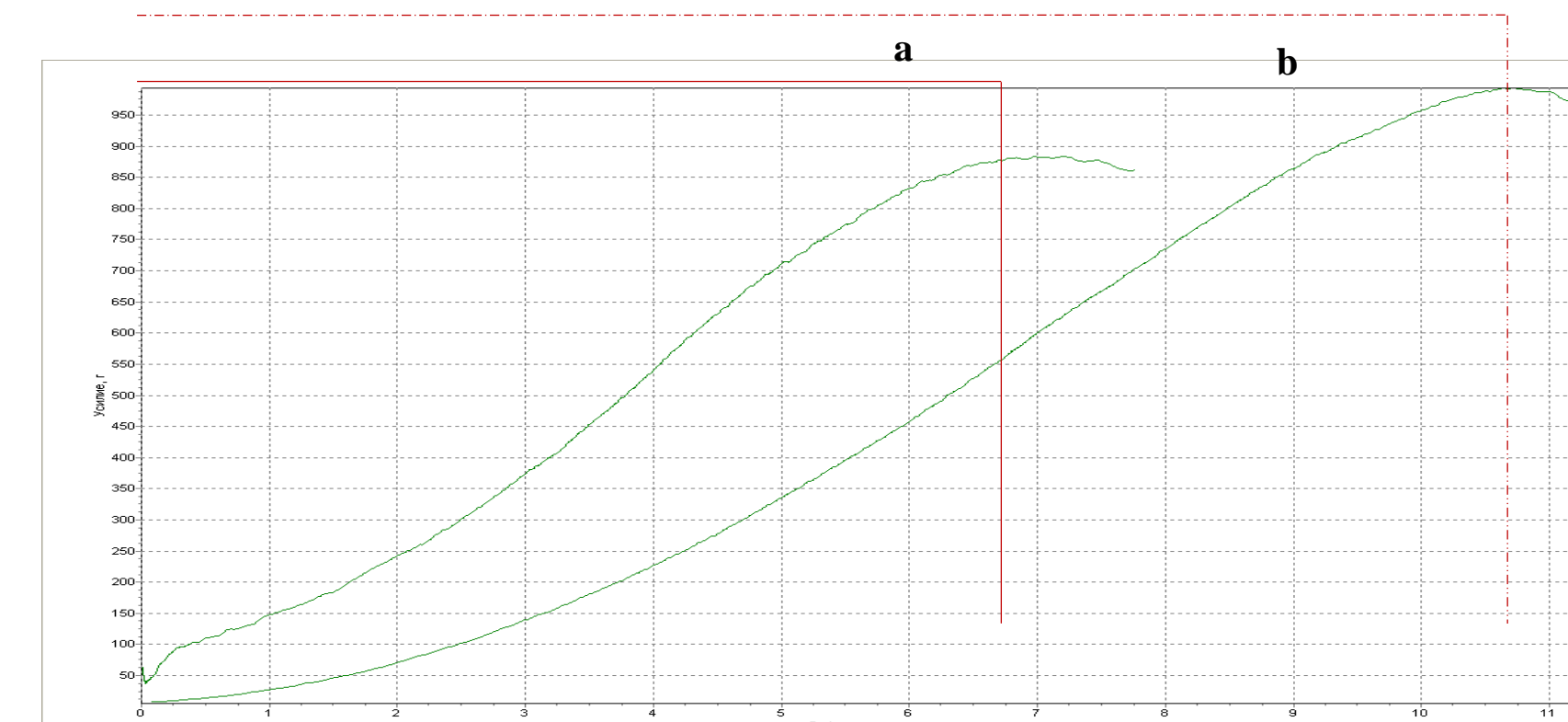


Рисунок 6 – Прочность образца желейного мармелада, с максимально разрешённым содержанием E339(ii) 5 г/кг готовой продукции: (а) – до (870 г/см²) и (б) – после (1000 г/см²) 84 суток хранения



Рисунок 7 – Прибор для исследования структуры пищевых систем «Структурометр СТ-2»

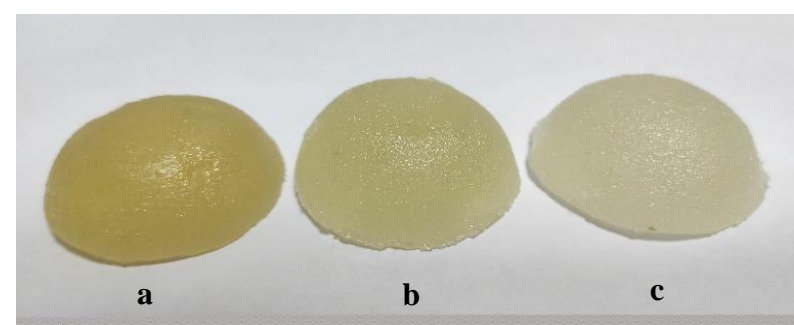
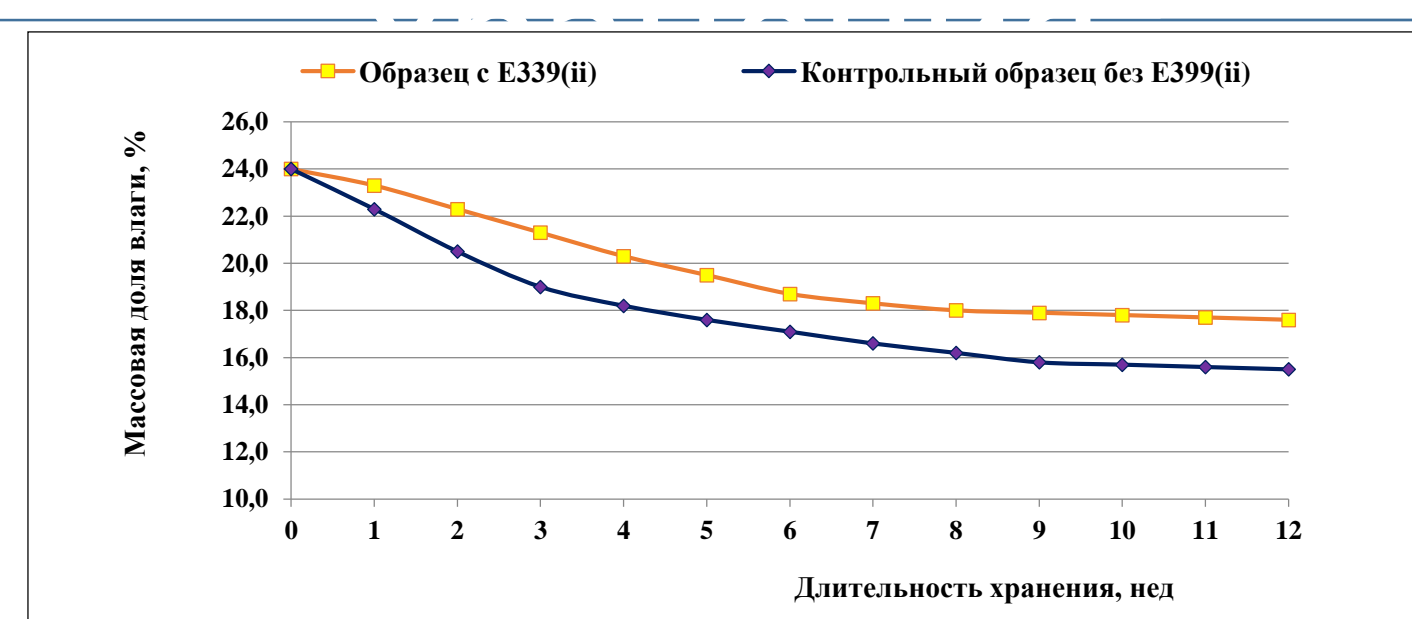
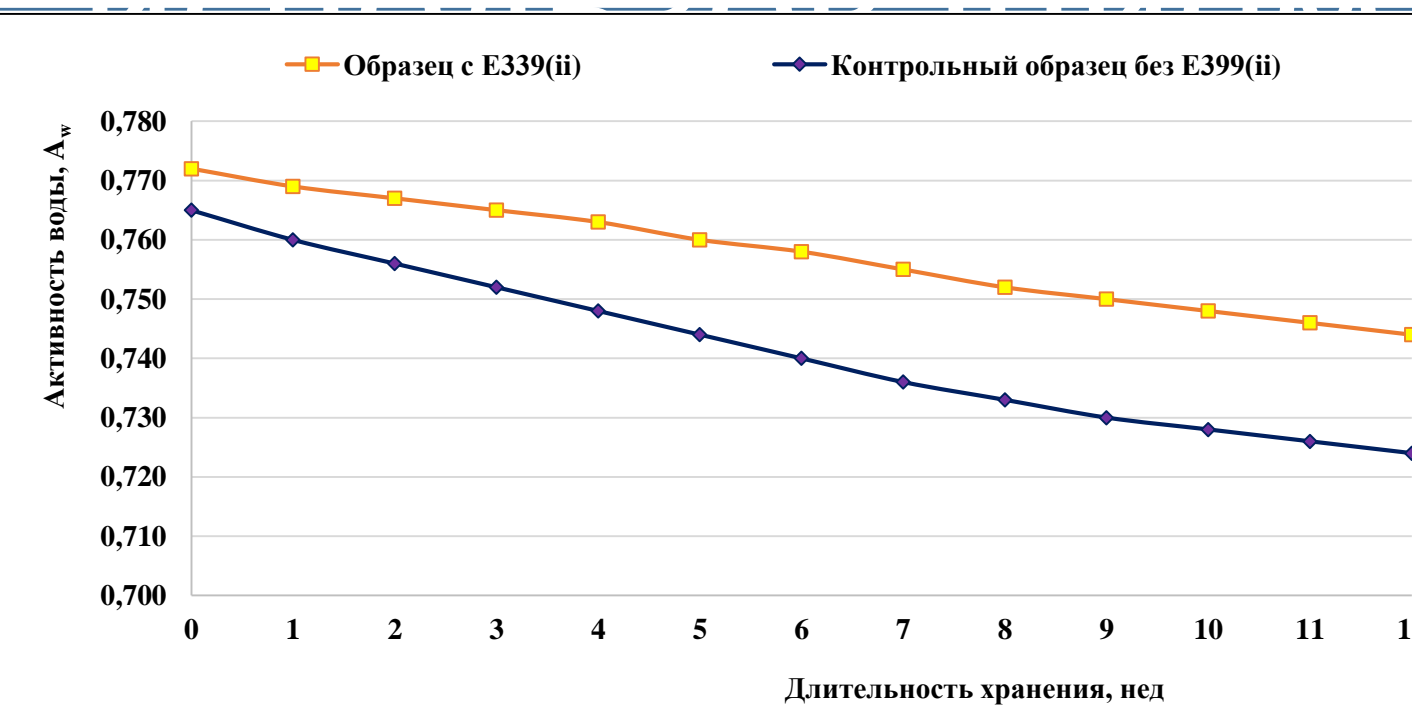


Рисунок 8 – Модельные образцы желейного мармелада: а – с 5 г/кг E339(ii); б – с 2,5 г/кг E339(ii); в – контроль (не содержит E339(ii))



- образец с E339(ii) 5 г/кг: $y = -0,55\tau + 23,1$;
- контроль без E339(ii): $y = -0,65\tau + 21,9$.

Рисунок 9 – Массовая доля влаги желейного мармелада, упакованного в полипропиленовую плёнку с толщиной 20 мкм при температуре 18 °С в процессе хранения



образец с E339(ii) 5 г/кг: $y = -0,002\tau + 0,77$
контроль без E339(ii): $y = -0,004\tau + 0,76$

Рисунок 11 – Изменение активности воды желейного мармелада, упакованного в полипропиленовую плёнку с толщиной 20 мкм при температуре 18 °С в процессе хранения

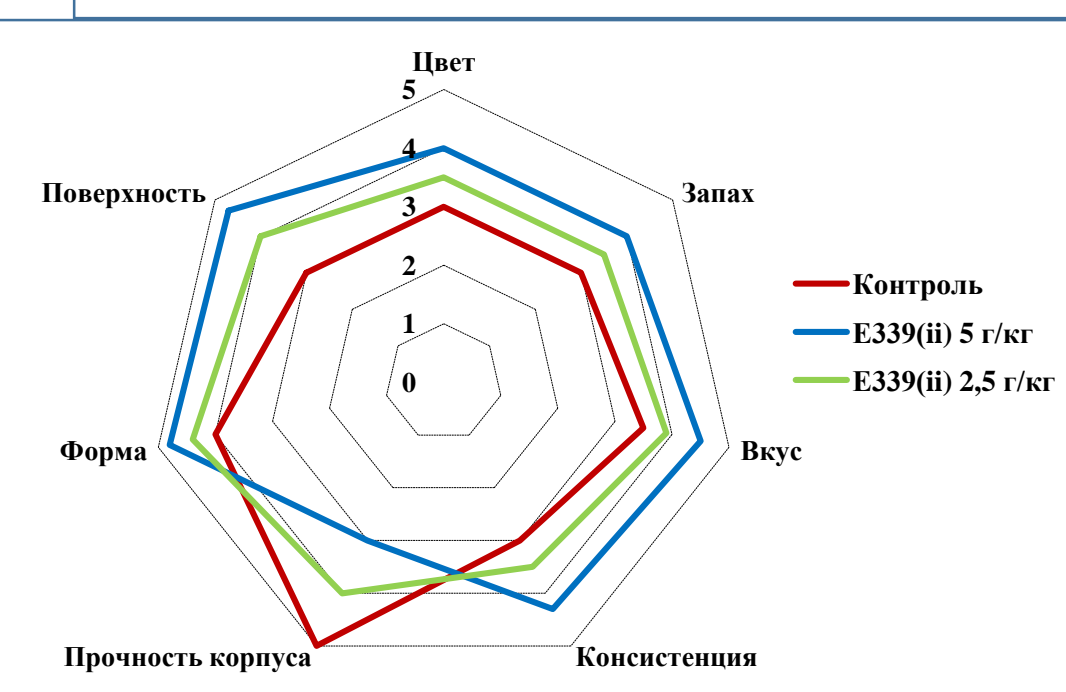


Рисунок 10 – Профилограмма органолептических исследований образцов желейного мармелада с различной концентрацией E339(ii) после 84 суток хранения

№ п/п	Определяемые показатели	Результаты исследований	Требования ГОСТ 6442-2014	Методы исследований
1	Массовая доля влаги, %	17,8 ± 0,5	25,0 не более	ГОСТ 5900 – 2014
2	Массовая доля редуцирующей веществ, %	16,2	–	ГОСТ 5903-89
3	Прочность, г/см²	1000	–	МВИ № 87-00334675-2020
4	Активность воды	0,744	–	ГОСТ ISO 21807 – 2015

Рисунок 12 – Физико-химические и структурно-механические показатели желейного формового мармелада, содержащего 5 г/кг E339(ii) после 84 суток хранения