

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

FOOD TECHNOLOGY

УДК 664.3

Применение продуктов переработки горчицы в технологии производства майонезов

Русакова М.М., Русакова Г.Г., Лебедь Н.И., Цыбенко А.Ф., Лебедь М.Б.

Аннотация. В работе представлены состав и свойства горчичного порошка, применяемого при производстве майонеза по традиционным технологиям. Для расширения ассортимента пищевых добавок с применением эфирного горчичного масла были разработаны рецептуры для его использования в качестве вкусовой добавки в составе Ароматизатора горчицы натурального. Проведен анализ используемого в пищевой промышленности ингредиента «Ароматизатор горчицы натуральный» с точки зрения механизма негативного влияния его основного компонента – эфирного горчичного масла на здоровье человека. Приводятся и подвергаются анализу данные о возможности замены горчичного порошка в рецептурах майонезов на «Ароматизатор горчицы натуральный» и эфирное горчичное масло. В результате сравнительного анализа данных по технологии и механизмам пищевой химии было выявлено преимущество использования в составе майонеза горчичного порошка над Ароматизатором горчицы натуральным.

Ключевые слова: майонезы, горчичный порошок, эфирное горчичное масло, токсичность, горчичный ароматизатор, качество готовой продукции.

Для цитирования: Русакова М.М., Русакова Г.Г., Лебедь Н.И., Цыбенко А.Ф., Лебедь М.Б. Применение продуктов переработки горчицы в технологии производства майонезов // Инновационная техника и технология. 2019. № 4 (21). С. 5–11.

Application of mustard processing products in mayonnaise production technologies

Rusakova M.M., Rusakova G.G., Lebed N.I., Tsybenko N.F., Lebed M.B.

Abstract. The work presents the composition and properties of mustard powder used in the production of mayonnaise according to traditional technologies. To expand the range of food additives using essential mustard oil, formulations have been developed for its use as a flavoring agent in the composition of Natural Mustard Flavor. The analysis of the ingredient “Natural mustard flavoring” used in the food industry was carried out from the point of view of the mechanism of the negative impact of its component - essential mustard oil on human health. The data on the possibility of replacing mustard powder in mayonnaise formulations with “Natural mustard flavoring” and essential mustard oil are presented and analyzed. According to the results of a comparative analysis of data on the technologies and mechanisms of food chemistry, the advantage of using mustard powder over mayonnaise flavoring natural mustard was revealed.

Keywords: mayonnaise, mustard powder, essential mustard oil, toxicity, mustard flavor, quality of the finished product.

For citation: Rusakova M.M., Rusakova G.G., Lebed N.I., Tsybenko N.F., Lebed M.B. Application of mustard processing products in mayonnaise production technologies. Innovative Machinery and Technology. 2019. No.4 (21). pp. 5–11. (In Russ.).

Введение

Одним из ингредиентов, применяемых при производстве майонеза по традиционным технологиям, является горчичный порошок, который входит в рецептурный состав многих видов майонеза. Для этих целей применяют горчичный порошок качества не ниже 1-го сорта. В состав горчичного порошка входит пищевое горчичное масло, в котором содержится значительное количество биологически активных веществ. Горчичный порошок является качественной вкусовой добавкой благодаря содержанию в нем эфирного горчичного масла, выполняет эффективное влагоудержание, а также функции эмульгатора и структурообразователя за счет содержания в нем растительных белков [8, 9].

На сегодняшний день производители включают в состав производимых майонезов такой компонент, как «Ароматизатор горчицы натуральный», являющийся смесью эфирного горчичного масла и рафинированного подсолнечного или нерафинированного горчичного масла [17].

Эфирное горчичное масло, являясь лакриматором, раздражает слизистые оболочки глаз, носа, зева и дыхательных путей, обладает кожно-нарывным действием. Поэтому к вопросу использования Ароматизатора горчицы натурального в качестве вкусовой добавки в производстве майонезов следует подходить осторожно либо искать данному ароматизатору аналог, не оказывающий отрицательно-го воздействия на здоровье человека.

Целью работы являлось совершенствование технологии производства майонезов с использованием продуктов переработки горчицы, проведение сравнительного анализа между продукцией содержащей натуральный горчичный порошок и «Ароматизатор горчицы натуральный».

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследования выступали горчичный порошок, эфирное горчичное масло, а также «Ароматизатор горчицы натуральный». Была проанализирована пищевая и биологическая ценность объектов исследования, а также органолептическими и физико-химическими методами определены и приведены к сравнению некоторые качественные показатели эфирного горчичного масла, полученного синтетическим путем и по предложенной ранее технологии [12].

В горчичном порошке содержится от 0,9 до 1,2% эфирного горчичного масла, а также до 14% пищевого горчичного масла, до 10% клетчатки, сахара – до 150 г, каротина – 5,2 мг [1]. В своем составе горчичный порошок содержит: сырого протеина 42...43 %, в котором 92...93% чистого (переваримого) белка [4].

Что касается углеводного состава, то в горчичном порошке присутствуют все формы сахаров, в том числе, %: сахароза 0,8...1,1; рафиноза

0,05...0,10; стахиоза 0,25...0,40; глюкоза, связанная в синигрине 0,4...0,5; амидон 0,1; рамноза следы; галактуроновая кислота 0,3...0,4; ксилоза в форме ксилана 0,1...0,25; арабиноза в форме арабина 0,45...0,55; галактоза 0,35...0,45; манноза 0,1; целлюлоза 0,8...1,0 [2, 3].

Биологическая активность горчичного порошка обусловлена значительным содержанием аминокислот, в том числе: лизина – 1,38...1,55%; аспарагиновой кислоты – 1,43...1,56%; треонина – 1,06...1,21%, серина – 0,96...1,1%; глютаминовой кислоты – 4,05...4,5%; пролина – 1,33%, глицина – 1,28...1,35%; аланина – 0,98...0,99%; цистина – 0,44...0,46%; валина – 0,77...0,79%; метионина – 0,74...0,78%; изолейцина – 0,64...0,68%; лейцина – 1,47...1,64%; тирозина – 0,65...0,81%; фенилаланина – 0,94...1,12%; гистидина – 0,63...0,75%; аргинина – 1,11...1,15% [4].

К функциональным свойствам горчичного порошка относят следующие: водоудерживающая способность (ВУС) – 375...377; жирудерживающая способность (ЖУС) – 85...90; эмульгирующая способность (ЭС) – 50; стабильность эмульсии (СЭ) – 32; жиросвязывающая способность (ЖСС) – 280...290; водосвязывающая способность (ВСС) – 480 [5].

В пищевом горчичном масле содержатся хлорофиллы ($1,2...1,7 \cdot 10^{-4}$ %); феофитины ($4,6...24,7 \cdot 10^{-4}$ %); фосфатиды, имеющие, по данным ВНИИЖ, следующий фракционный состав (%): фосфатидилхолины 15,1...24,6; фосфатидилэтаноламина 15,3...25,1; инозитфосфатиды 13,6...26,4; фосфатидные кислоты 16,4...20,2; не идентифицированные фосфатиды 19,9...25,6 [2, 3, 6].

Горчичное масло содержит все жирорастворимые витамины [2, 3, 7]. Из всех растительных масел только горчичное и гречневое масла содержат в своем составе каротин. В горчичном масле витамин А сохраняется длительное время (до 8-ми месяцев). Горчичное масло содержит витамин В6, а также способствует его выработке микрофлорой кишечника. Витамин РР в горчичном масле находится в усвояемой форме, а витамина Д в 1,5 раза больше, чем в подсолнечном.

Результаты и их обсуждение

Волгоградским маслоэкстракционным заводом «Сарепта» на основании результатов научных исследований и опытных работ освоена технология и организовано производство переработки горчичного жмыха и высевок с получением эфирного горчичного масла из тиогликозидасинигрина, содержащегося в сарептской и черной горчице [12].

Качество эфирного горчичного масла, выделенного по рекомендованной нами технологии, проверяли по методикам фармацевтической статьи 420 государственной фармакопеи [13].

Фактические показатели качества эфирного горчичного масла, полученного по данной техно-

Таблица 1 – Качественные показатели эфирного горчичного масла

Показатели	Литературные данные			Данные полученные по разработанной технологии [12]
	Справочные данные [11]	Технические условия [14]	Фармацевтическая статья [13]	
Внешний вид	Прозрачная жидкость			
Цвет	Бесцветная или светло-желтая			
Запах	Острый чрезвычайно			
Массовая доля АИТЦ, % не менее	-	-	92...98	98
Плотность d ₂₀ ⁴ , кг/м ³	1,016	1,015...1,020	1,012...1,025	1,018...1,020
Показатель преломления n _D ²⁰	-	1,527...1,531	1,526...1,530	1,529...1,530
Температура кипения, °С	150,7	149,5...151,5	146...154	151,5...152,0

Таблица 2 – Данные ВНИИЖ по дозировке Ароматизатора горчицы натурального и масла эфирного горчичного в майонезы

Ароматизатор Марка В (30 % АИТЦ)		Интенсивность привкуса горчицы в майонезе 50 %-ной жирности	Масло горчичное эфирное		Горчичный порошок
%	г/т		%	г/т	
0,05	50	Легкий фоновый горчичный оттенок	0,002	15	2
0,01	100	Приятный легкий горчичный привкус	0,003	30	2,5...3,5
0,02...0,03	200...300	Приятный выразительный привкус натуральной, «созревшей», т. е. «запаренной по всем правилам», горчицы	0,006...0,009	60...90	4,0...6,0
0,04	400	Приятный выразительный горчичный привкус с легким ощущением жжения	0,012	120	7,0...8,0
0,05	500	Горчичный привкус с выраженным жжением, нарастающим по мере увеличения дозировки, без посторонних привкусов	0,015	150	9,0...10,0 и более
0,06	600		0,018	180	
0,07	700		0,021	210	

Таблица 3 – Зависимость гидролиза синигрина от температуры гидролизуемой массы (n 3, p ≤ 0,95)

Номер опыта	Температура, °С	Степень гидролиза синигрина, %	Остаточное содержание эфирного горчичного масла, %
1	80	25,1	0,25
2	90	0,5	0,005
3	100	0,5	0,005

логии в сравнении со справочными данными [11], требованиями фармацевтической статьи, а также на эфирное масло, получаемое синтетическим методом [14], приведены в таблице 1.

Данные таблицы 1 показывают, что качество эфирного горчичного масла, получаемое по предложенной ранее технологии, соответствует требованиям нормативной документации и не уступает аналогам. Эфирное горчичное масло обладает широким спектром действия, оно широко используется в зарубежной и российской фармакопее для наружного применения [15], внесено в список пищевых добавок, разрешенных к применению при производстве пищевых продуктов в качестве консерванта [16].

В 2004 году Всероссийским научно-исследовательским институтом жиров (ВНИИЖ) проверена возможность замены горчичного порошка в рецептурах майонезов и соусов на Ароматизатор горчицы натуральный и эфирное горчичное масло [18]. Дозировки Ароматизатора горчицы натурального и масла эфирного горчичного в майонезы приведены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2 дозировка масла горчичного эфирного в рецептуре майонезов может достигать 210 г/т, что соответственно увеличивает ощущение жжения не только в ротовой полости, но и на слизистых пищевода и желудка, вызывая их раздражение. Обобщенные результаты дегустации образцов майонеза ВНИИЖ и рекомендаций на их

Таблица 4 – Расход горчичного порошка в майонезах, кг/т

Майонез	Норма ввода горчичного порошка по рецептуре, % [9]	Расход порошка, кг/т	Содержание эфирного масла в общей массе исходного порошка, г	Остаточное содержание эфирного масла в горчичной пасте, г
Столовые майонезы				
Провансаль	0,8	8	80	0,4
Молочный и молочный с зеленым сыром	0,75	7,5	75	0,375
Молочно-салатный	1,2	12	120	0,6
Любительский	0,25	2,5	25	0,125
Майонезы с пряностями				
Укропный «Весна», с перцем, с тмином, Восточный, Ароматный, Кавказский	0,75	7,5	75	0,375
Дружба	0,67	6,7	67	0,335
Майонезы острые				
Праздничный	0,6	6	60	0,3
Горчичный	2,5	25	250	1,25
Горчичный соус	10	100	1000	5
Салатный	1,2	12	120	0,6
Томатный	0,47	4,7	47	0,235
Огонек	0,7	7	70	0,35
Южный	0,6	6	60	0,3
Московский	1	10	100	0,5
С хреном	0,6	6	60	0,3
Яблочный и грушевый	Горчица тертая 1,0	10	100	0,5
Лимонный	0,8	8	80	0,4
Витаминизированный	1	10	100	0,5
Эмульсия для порошкообразного майонеза	1	10	100	0,5

основе с точки зрения автора указывают на то, что майонез, произведенный с применением Ароматизатора горчицы натурального и масла эфирного горчичного вместо горчичного порошка, оказывает отрицательное воздействие на здоровье человека в виду высокого содержания эфирного горчичного масла в свободном состоянии. Согласно традиционной технологии производства майонезов с использованием горчичного порошка последний подвергается высокотемпературной обработке (80–100°C) на некоторых технологических стадиях, в результате чего инактивируется фермент мирозиназа и гидролиз вещества синигрина не происходит, т.е. эфирное горчичное масло находится в связанном состоянии. При этом сохраняются все физико-химические и биологические свойства горчичного порошка, а также удаляется горький привкус синигрина [10]. В таблице 3 приведена зависимость гидролиза синигрина от температуры обработки продукта [12].

Данные таблицы 3 показывают, что в порошке при приготовлении горчицы в производстве майо-

неза содержание синигрина уменьшается на 74,9 % при температуре 80 °C и на 99,5 % при температурах 90 °C и 100 °C, за счет того, что при температуре 80°C и более происходит инактивация биокатализатора мирозиназы. Гидролиз синигрина при температуре 80 °C составил 25,1 %, а при 90 и 100°C – всего 0,5 %. Это, в свою очередь указывает на то, что в горчичной пасте остается 0,25 % эфирного масла при температуре 80 °C и 0,005 % при 90 °C и 100 °C (содержание эфирного горчичного масла в исследуемых образцах исходного горчичного порошка составляет 1,06 %). В таблице 4 приведены расходы горчичного порошка на приготовление различных майонезов, содержание эфирного горчичного масла в общей массе исходного горчичного порошка и горчичной пасте.

Данные таблицы 4 показывают, что остаточное содержание эфирного горчичного масла в горчичной пасте готовых майонезов не превышает 0.6 г, кроме майонеза «Горчичный» (1,25 г), горчичного соуса (5,0 г), который является полупродуктом для

приготовления порошкообразных майонезов. При этом следует обратить внимание, что исходного горчичного порошка в майонезах всего 7...30 кг/т, т.е. разбавление его в общей массе составляет 143...33 раза, остаточное содержание эфирного горчичного масла после всех технологических стадий уменьшается до 2-х сот раз. Поэтому майонез, вырабатываемый с применением горчичного порошка, не имеет привкуса горечи и жжения не только в полости рта, но и в пищеводе и желудке.

Выводы

Таким образом, по мнению авторов, рецептуры майонеза с Ароматизатором горчицы натуральным требуют доработки с обязательным исследованием токсикологических показателей готовой продукции. Являясь агрессивным химическим веществом, «Ароматизатор горчицы натуральный» придает майонезу только привкус горечи и жжения, уступая при этом натуральному горчичному порошку в пищевой и биологической ценности.

Приведенные данные о содержании основных питательных веществ в продуктах переработки семян горчицы свидетельствуют об их высокой пищевой ценности и пригодности к использованию

в технологии производства майонезов. В работе показаны технологические рецепты приготовления майонезов и возможности применения в данной технологии эфирного горчичного масла. Эфирное горчичное масло выделяется при переработке горчичного жмыха и высевок из тиогликозидасинтрина, присущего сарептской и черной горчице. Его качество, проверенное по методикам фармацевтической статьи государственной фармакопеи, соответствует требованиям нормативной документации. В качестве расширения спектра действия эфирного горчичного масла и на основании данных о его свойствах были определены рецептуры для использования эфирного горчичного масла в качестве вкусовой добавки как компонент Ароматизатора горчицы натурального.

По результатам сравнительного анализа данных по технологии и механизмам пищевой химии было выявлено преимущество использования в составе майонеза горчичного порошка над Ароматизатором горчицы натуральным. Существует необходимость доработки рецептуры майонеза с Ароматизатором горчицы натуральным в целях снижения негативного воздействия эфирного горчичного масла на здоровье человека.

Список литературы

- [1] Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / Под редакцией Скурихина И. М., Тутельяна В. А. М.: Брандесс. Медицина. 1998. 341 с.
- [2] Григорьева В. Н. Семена сарептской горчицы, состав и свойства входящих в них компонентов / В. Н. Григорьева [и др.] // Масложировая пр-ть. 1972. 2. С. 6–16.
- [3] Демченко, П. П. Обзор по биохимическим и физиологическим свойствам семян горчицы / П. П. Демченко [и др.] // Отчет о НИР. Л.: ВНИИЖ. 1992. С. 2–29.
- [4] Бойко, Л. Я. Определение возможности ввода в комбикорма концентрата белкового кормового из натурального растительного сырья / Л. Я. Бойко // Отчет о НИР. Воронеж: ВНИИ КП., 1993. 25 с.
- [5] Клиженко Т. И. Совершенствование технологии эмульгированных мясopодуKтов на основе реализации функциональных свойств горчичного порошка: и муки: автореф. дис. ... канд. техн. наук 05.18.04 / Клиженко Татьяна Ивановна. Ставрополь, 2000. 20 с.
- [6] Арутюнян Н. С. Фосфолипиды растительных масел / Н. С. Арутюнян, Е. П. Корнева. М.: Агропромиздат, 1986. 256 с.
- [7] Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы сод-я хим. в-в в пищевых продуктах / Под общей ред. М. М. Нестерова, И. М. Скурихина. М.: Пищевая пр-ть, 1979. 247 с.
- [8] Паранян В. X. Технология жиров и жирозаменителей / В. X. Паранян [и др.] М.: Легкая и пищевая пр-ть, 1982. 351 с.
- [9] Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров / Под общей научной редакцией д. т. н. проф. Сергеева А. Г., т. 1–7. Л.: ВНИИЖ, 1975–1977 г. г.
- [10] Чичибабин А. Е. Основные начала органической химии. Учеб. для вузов / А. Е. Чичибабин. М.: Химия, 1954. Т. 1. 797 с.
- [11] Основные сведения неорганических и органических соединений. Справочник химика. М., Л.: Химия, 1964. Т. 2. С. 690.
- [12] Русакова Г. Г. Комплексная переработка семян горчицы: монография / Г. Г. Русакова [и др.]. Волгоград: ИПК «Нива» ФГОУ ВГСХА, 2009. 193 с.
- [13] Масло горчичное эфирное. Фармацевтическая статья 420 / Государственная фармакопея СССР VIII. М: Медиздат, 1952. С. 368–369.
- [14] Аллиловое горчичное масло (аллил-изо-тиоцианат, аллиловый эфир изо-тиоциановой кислоты. ТУ 6–09–800. Изм. № 1–Ереван: Завод химреактивов, 1990 10 с.

- [15] Русакова Г.Г. Горчица в лечебной практике / Г.Г. Русакова, В.А. Хомутов. Волгоград: Офсет, 1999. С. 52–67.
- [16] СанПиН 2.3.2.560–96 Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. М.: Госкомсанэпиднадзор России. 1997. 55 с.
- [17] Ароматизатор горчицы натуральный / ТУ 9154–012–10513491. Волгоград: ООО ВГМЗ «Сарепта», 2004. 7 с.
- [18] Результаты испытаний аллилгорчичного масла и ароматизатора на его основе в майонезной продукции // Отчет о НИР. СПб.: ВНИИЖ, 2004. 5 с.

References

- [1] Guidance on methods for analyzing the quality and safety of food / Edited by I. Skurikhin, V. Tutelyana: Brandess, Medicine, 1998. 341 p.
- [2] Grigoryeva V.N. Seeds of Sarepta mustard, composition and properties of their constituent components / V.N. Grigoriev [et al.]. // Fat-and-oil production, 1972, 2, pp. 6–16.
- [3] Demchenko, P.P. A review of the biochemical and physiological properties of mustard seeds / P.P. Demchenko [et al.] // Report on research. L.: VNIIZH, 1992. pp. 2–29.
- [4] Boyko, L. Ya. Determining the possibility of introducing feed protein concentrate from natural plant materials into feed / L. Ya. Boyko // Research report. Voronezh: VNIIPK., 1993. 25 p.
- [5] Klizhenko T.I. Improving the technology of emulsified meat products based on the implementation of the functional properties of mustard powder: and flour: abstract dis. ... cand. tech. Sciences 05.18.04 / Klizhenko Tatyana Ivanovna. Stavropol, 2000. 20 p.
- [6] Harutyunyan N.S. Phospholipids of vegetable oils / N.S. Harutyunyan, E.P. Korneva. M.: Agropromizdat, 1986. 256 p.
- [7] The chemical composition of food products. Reference tables soda chem. in-in foods / Under the general ed. M.M. Nesterova, I.M. Skurikhina. M.: Food pr-t, 1979. 247 p.
- [8] Paranyan V. Kh. Technology of fats and fat substitutes / V. Kh Paranyan [et al.] – M.: Light and food production, 1982. 351 p.
- [9] Guidelines for the technology of production and processing of vegetable oils and fats / Under the general scientific editorship of Doctor of Technical Sciences prof. Sergeeva A. G., vol. 1–7. L.: VNIIZH, 1975–1977.
- [10] Chichibabin A. E. The main principles of organic chemistry. Textbook for high schools / A. E. Chichibabin. M.: Chemistry, 1954. T. 1. 797 p.
- [11] Basic information of inorganic and organic compounds. Handbook of a chemist. M., L.: Chemistry, 1964. T. 2. 690 p.
- [12] Rusakova G. G. Complex processing of mustard seeds: monograph / G. G. Rusakova [et al.]. Volgograd: IPK «Niva» FSEI VGSHA, 2009. 193 p.
- [13] Mustard essential oil. Pharmaceutical article 420 / State Pharmacopoeia of the USSR VIII. M: Medizdat, 1952. pp. 368–369.
- [14] Allyl mustard oil (allyl isothiocyanate, allyl ether of isothiocyanic acid. TU6–09–800. Amendment No. 1, Yerevan: Chemical Reagents Plant, 1990 – 10 p.
- [15] Rusakova G. G. Mustard in medical practice / G. G. Rusakova, V.A. Chomutov. Volgograd: Offset, 1999. pp. 52–67.
- [16] SanPiN2.3.2.560–96 Hygienic requirements for the quality and safety of food raw materials and food products. M.: Goskomsanepidnadzor of Russia, 1997–55 p.
- [17] Natural mustard flavoring / TU9154–012–10513491. Volgograd: LLC VGMZ Sarepta, 2004. 7 p.
- [18] Test results of allyl mustard oil and flavoring based on it in mayonnaise products // Research Report. SPb.: VNIIZH, 2004. 5 p.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Русакова Галина Георгиевна доктор сельскохозяйственных наук профессор кафедры «Промышленная экология и безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» 400005, г. Волгоград, проспект им. В.И. Ленина, 28</p>	<p>Rusakova Galina Georgievna D.Sc. in Agricultural Sciences professor at the department of «Industrial Ecology and Life Safety» Volgograd State Technical University</p>
<p>Русакова Мария Михайловна бакалавр Волгоградский филиал МГГЭУ 400040, г. Волгоград, ул. Поддубного, д. 15</p>	<p>Rusakova Maria Mikhailovna bachelor Volgograd branch of MGGEU</p>
<p>Лебедь Никита Игоревич доктор технических наук заведующий лаборатории «Лаборатория биотехнологий» ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» 400062, г. Волгоград, пр. Университетский, 97 Тел.: +7(937) 538-02-59 E-mail: nik8872@yandex.ru</p>	<p>Lebed' Nikita Igorevich D.Sc. in Technical Sciences head of the laboratory Biotechnology laboratory Federal Research Centre of Agroecology, amelioration and protective afforestation RAS Phone: +7(937) 538-02-59 E-mail: nik8872@yandex.ru</p>
<p>Цыбенко Анна Федоровна магистрант кафедры «Промышленная экология и безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» 400005, г. Волгоград, проспект им. В.И. Ленина, 28</p>	<p>Tsybenko Anna Fedorovna undergraduate of the department «Industrial Ecology and Life Safety» Volgograd State Technical University</p>
<p>Лебедь Марина Борисовна магистрант кафедры «Промышленная экология и безопасность жизнедеятельности» ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» 400062, г. Волгоград, Университетский просп., 97 Тел.: +7(987) 644-42-36 E-mail: marina.averina97@yandex.ru</p>	<p>Lebed Marina Borisovna undergraduate of the department «Industrial Ecology and Life Safety» Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Center for Agroecology, Complex Reclamation and Protective Forestation of the Russian Academy of Sciences» Phone: +7(987) 644-42-36 E-mail: marina.averina97@yandex.ru</p>