

Состояние пищевой системы утфеля I кристаллизации при совокупном действии ПАВ, деколоранта сахара, антинакипина

Любовь И. Беляева	¹	info@rniisp.ru
Алла В. Остапенко	¹	th@rniisp.ru
Валентина Н. Лабузова	¹	lvn85@mail.ru
Татьяна И. Сысоева	¹	th@rniisp.ru

¹ Курский НИИ АПП, пос. Черемушки, Курская обл., Курский р-н, 305526, Россия

Аннотация. На современном этапе для свеклосахарных заводов стран СНГ в связи с выходом на мировой рынок обозначился тренд выпуска белого сахара высокого качества. Показано, что качество белого сахара во многом определяется состоянием пищевой системы утфеля I кристаллизации, при формировании которой применяются технологические вспомогательные средства функциональных групп ПАВ, деколоранты сахара, антинакипины. Отмечено, что между применяемыми средствами возможны совместные взаимодействия в виде антагонизма-синергизма, которые влияют в конечном итоге на качество белого сахара. В связи с этим целесообразно изучить совокупное влияние средств указанных функциональных групп на изменение состояния пищевой системы утфеля I. Данную задачу решали с использованием разработанного ранее методического подхода на основе определения репрезентативных показателей твердой и жидкой фаз пищевой системы утфеля – содержания кристаллов, коэффициента неоднородности, среднего размера кристаллов, вязкости, цветности, содержания солей кальция, оптимальные значения которых свидетельствуют об устойчивом состоянии пищевой системы, отклонения от них – неустойчивом. Схема опытов включала 5 комбинаций с локальным и совместным введением ПАВ Defospum, деколоранта сахара E 221, антинакипина Kebo DS. Выявлено, что при совместном применении ПАВ и деколоранта сахара пищевая система утфеля характеризовалась устойчивым состоянием при наилучших значениях показателей: цветность жидкой фазы была на 5,8% ниже в сравнении с автономным применением деколоранта, вязкость – ниже на 1,6% в сравнении с автономным применением ПАВ. Выдвинуто предположение, что указанное обусловлено синергетическим влиянием, в первом случае – ПАВ на функциональное действие деколоранта сахара, во втором – наоборот, деколоранта на функциональное действие ПАВ. Показано, что полученный из такой пищевой системы сахар соответствовал белому сахару категории TC1. Мигрирование в пищевую систему утфеля остаточных количеств антинакипина, выступающего антагонистом к деколоранту сахара и ПАВ, переводит ее в неустойчивое состояние.

Ключевые слова: пищевая система утфеля I кристаллизации, поверхностно-активное вещество, деколорант сахара, антинакипин, совокупное действие, качество свекловичного белого сахара

The state of the I crystallization massecuite food system with the cumulative effect of surfactants, sugar decolorant, descaling agent

Lyubov I. Belyaeva	¹	info@rniisp.ru
Alla V. Ostapenko	¹	th@rniisp.ru
Valentina N. Labusowa	¹	lvn85@mail.ru
Tatyana I. Sysoeva	¹	th@rniisp.ru

¹ Kursk Research Institute of Agro Industrial Production, village Cheremushki, Kursk region, Kursk district, 305526, Russia

Abstract. At the present stage for the sugar beet factories of the CIS countries in connection with the entry into the world market, a trend for high quality white sugar production appeared. It is shown that the white sugar quality is largely determined by the state of the food system of the I crystallization massecuite, in the formation of which technological aids for the functional groups of surfactants, sugar decolorants, and descaling agents (descalers) are used. It is noted that between the means applied, joint interactions are possible in the form of antagonism-synergism, which ultimately affect the white sugar quality. In this regard, it is advisable to study the cumulative effect of the means of these functional groups on the change in the state of the nutritional system of the massecuite I. This task was solved using the previously developed methodological approach based on determining of representative indicators of the solid and liquid phases of the massecuite food system – crystal content, heterogeneity coefficient, average crystals size, viscosity, chromaticity, calcium salts content, the optimal values of which indicate the food system steady state, deviations from them – unstable. The experiments scheme included 5 combinations with local and joint introduction of Defospum surfactant, E 221 sugar decolorant, Kebo DS descaler. It was revealed that with the combined application of surfactants and sugar decolorant, the food system of the massecuite was characterized by a steady state at the best values of indicators: the color of the liquid phase was 5.8% lower compared to the autonomous use of decolorant, viscosity – 1.6% lower than the autonomous use of surfactants. It was suggested that this is due to the synergistic effect, in the first case – surfactant on the functional effect of the sugar decolorant, in the second – on the contrary, the decolorant on the functional effect of the surfactant. It was shown that the sugar obtained from such a food system corresponded to the white sugar of the TC1 category. Descaler residual quantities migrating into the food system of the massecuite antagonist to the decolorant of sugar and surfactant, makes it unstable

Keywords: I crystallization massecuite food system, surfactant, sugar decolorant, descaler, cumulative effect, white beet sugar quality

Для цитирования

Беляева Л.И., Остапенко А.В., Лабузова В.Н., Сысоева Т.И. Состояние пищевой системы утфеля I кристаллизации при совокупном действии ПАВ, деколоранта сахара, антинакипина // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 4. С. 151–155. doi:10.20914/2310-1202-2018-4-151-155

For citation

Belyaeva L.I., Ostapenko A.V., Labuzova V.N., Sysoeva T.I. The state of the I crystallization massecuite food system with the cumulative effect of surfactants, sugar decolorant, descaling agent. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 4. pp. 151–155. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-4-151-155

Введение

Пищевая система утфеля I кристаллизации свеклосахарного производства представляет собой сложную поликомпонентную систему, состоящую из твердой фазы (кристаллов сахарозы) и жидкой (межкристального раствора), образующуюся из сиропа с клеровкой и являющуюся основой получения белого сахара. Именно ее состоянием, устойчивым или неустойчивым, во многом определяется качество вырабатываемого белого сахара.

На современном этапе для сахаропроизводящих стран СНГ в связи с выходом на мировой рынок обозначился тренд выпуска белого сахара высокого качества [1]. Производство высококачественного белого сахара в условиях технологических линий сахарных заводов предусматривает использование различных приемов: применение фильтрационного оборудования, обеспечивающего высокую степень очистки сиропа с клеровкой; увеличение количества ступеней кристаллизации; увеличение длительности цикла промывки кристаллов сахара при центрифугировании; применение технологических вспомогательных средств (ТВС) [2–4].

В технологии уваривания утфеля I неотъемлемым элементом является использование ТВС функциональной группы поверхностно-активных веществ (ПАВ), технологический эффект которых заключается в снижении пенения и уменьшении вязкости кристаллизующей пищевой системы утфеля, что способствует интенсификации массообмена, обеспечению максимальных значений истощения межкристального раствора и улучшению кристаллоструктуры утфеля [5]. В последние годы сформировалась новая функциональная группа ТВС – деколоранты сахара, технологическая функция которых проявляется в усилении интенсивности белого цвета кристаллов сахара, снижении его цветности в растворе [6, 7]. Кроме того, в пищевую систему утфеля I с сиропом мигрирует остаточное количество структурно связанного с нерастворимыми солями кальция антаципина (до 30% от вводимой дозы), который используют в процессе сгущения сока, его технологическое действие заключается в диспергировании нерастворимых солей кальция в концентрируемом очищенном соке [8].

Между тем известно, что при комбинации применяемых ТВС возможны взаимодействия между средствами в виде антагонизма-синергизма, которые влияют как на заявленный технологический эффект средств, так и на состояние пищевой системы и в конечном итоге на результативность функционирования технологической линии в целом, на качество белого сахара [9].

Целью данного исследования являлось изучение влияния совокупного действия ТВС

функциональных групп ПАВ, деколорантов сахара и антаципинов на пищевую систему утфеля I кристаллизации свеклосахарного производства, качество белого сахара.

Материалы и методы

Объектом исследования являлась пищевая система утфеля I кристаллизации, формируемая с применением ПАВ Defosput, деколоранта сахара – сульфита натрия (Е 221), антаципина Кебо DS, и полученный из нее белый сахар.

Исследования выполнялись с использованием разработанного ранее методического подхода [8]. Состояние пищевой системы утфеля I изучали на участке образования и наращивания кристаллов сахарозы, на котором отмечается совокупное действие исследуемых ТВС (рисунок 1).

Схема опытов включала 5 вариантов с локальным и совместным введением средств: 1 – ПАВ; 2 – деколоранта сахара; 3 – ПАВ и деколоранта сахара; 4 – деколоранта сахара и антаципина; 5 – ПАВ, деколоранта сахара и антаципина. Дозы и точки ввода средств употреблены согласно технологической документации по их применению.

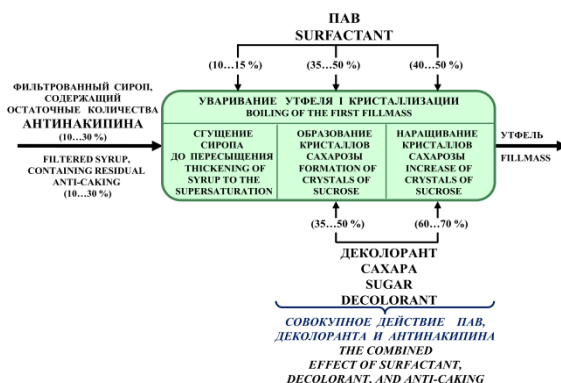


Рисунок 1. Структурная схема участка совокупного действия ПАВ, деколоранта сахара и антаципина при уваривании утфеля I кристаллизации

Figure 1. Structure scheme of the section of collective effect of surfactant, sugar decolorant and anti-caking when boiling the first fillmass

Состояние пищевой системы утфеля в опытах диагностировали как устойчивое или неустойчивое. Устойчивое состояние характеризовалось оптимальными значениями репрезентативных показателей твердой фазы – содержание кристаллов (К) 50–55%, коэффициент неоднородности кристаллов (Кн) менее 31,0%, средний размер кристаллов (Ср) 0,60–0,80 мм; жидкой фазы – вязкость (μ) 0,120–0,150 Па·с, цветность (Цв) 1600 ед. опт. пл.; содержание солей кальция (А) менее 0,15% к массе СВ; неустойчивое – при отклонении хотя бы одного показателя от оптимальных значений.

Оценку образцов белого сахара проводили по органолептическому показателю – цвету по разработанной 5-балльной шкале: 5 баллов – отлично выраженный идеальный белый цвет, 4 – хорошо выраженный белый цвет, 3 – белый цвет с едва заметным желтоватым оттенком, 2 – белый цвет с желтоватым оттенком, 1 – желтый цвет; по физико-химическим показателям – согласно ГОСТ 12571, ГОСТ 12572, ГОСТ 12575, ГОСТ 34201.

Результаты и обсуждение

Средние значения показателей состояния пищевой системы утфеля I по вариантам опытов приведены в таблице 1. Как видно, пищевая система при введении в нее ТВС указанных функциональных групп в различных комбинациях находилась в разном состоянии. Полагаем, что эти различия обусловлены разным воздействием на нее применяемых ТВС. Так, при автономном использовании ПАВ, деколоранта сахара, их совместном применении пищевая система характеризовалась устойчивым состоянием, подтвержденным оптимальными значениями репрезентативных показателей. При этом наилучшие значения показателей отмечались в последнем варианте: цветность жидкой фазы была ниже на 10,1 и 5,8% в сравнении с автономным применением ПАВ и деколоранта сахара. По нашему мнению, это можно объяснить синергетическим влиянием ПАВ на функциональное действие деколоранта сахара, способствующим более эффективному протеканию реакций в жидкой фазе: образования свободных сульфит-ионов и блокирования ими карбонильных групп редуцирующих веществ, образования бесцветных соединений с рядом красящих веществ. Вязкость жидкой фазы при совокупном действии снизилась на 1,6% по сравнению с автономным применением ПАВ, что явилось,

по-видимому, результатом синергетического влияния деколоранта на технологическое действие ПАВ, выраженным в содействии улучшению реологических свойств жидкой фазы за счет изменения ее химического состава.

Оптимальные параметры жидкой фазы позволили улучшить условия кристаллизации сахарозы, предотвратив спонтанное зародышеобразование и рекристаллизацию, которые являются лимитирующим фактором в формировании кристаллоструктуры утфеля [10]. Вероятно, указанное, привело к увеличению содержания кристаллов в утфеле на 1,5 и 4,2%, их большей однородности. Следует предположить, что полученный из такой пищевой системы белый сахар будет высокого качества.

Пищевая система при совокупном действии ТВС по двум другим вариантам опыта находилась в неустойчивом состоянии. По-видимому, такое состояние системы обусловило повышенное содержание солей кальция в жидкой фазе на 28,0 и 22,7% от оптимального значения, вызванное действием остаточного количества антинакипина, удерживающего их в диспергированном виде. Это, в свою очередь, привело к повышению вязкости, ухудшению реологических свойств жидкой фазы, затруднило массообмен и снизило скорость кристаллизации в целом. То есть антинакипин при установленном ранее его антагонистическом влиянии на ПАВ [9] проявил аналогичное действие в отношении деколоранта сахара. Такое изменение свойств жидкой фазы отразилось на показателях твердой фазы утфеля – снизилось содержание кристаллов, проявилась их неоднородность. Полученные данные согласуются с результатами исследований [9, 11], выявившими отрицательное влияние солей кальция на вязкость межкристалльного раствора утфеля, замедление роста кристаллов сахарозы.

Таблица 1.

Показатели пищевой системы утфеля по вариантам опыта (средние значения)

Table 1.

The indicators of the first fillmass by the treatments of the experiment (average values)

Вариант опыта Indicator name	Показатель пищевой системы утфеля Indicator of first fillmass food system						
	твердая фаза solid phase			жидкая фаза liquid phase			состояние condition
	K, %	K _н , %	C _p , мм mm	μ, Па×с Pa×s	Цв, ед. опт. пл. unit of colour density	A, % к массе СВ by weight DM	
ПАВ Surfactant	53,3	27,3	0,72	0,125	1590	0,138	Устойчивое Stable
Деколорант Decolourant	50,6	28,2	0,63	0,135	1518	0,140	Устойчивое Stable
ПАВ+деколорант Surfactant + decolourant	54,8	26,9	0,75	0,123	1430	0,136	Устойчивое Stable
Деколорант+антинакипин Decolourant + anti-caking	42,6	36,4	0,59	0,176	1603	0,192	Неустойчивое Unstable
ПАВ +деколорант+антинакипин Surfactant + decolourant + anti-caking	48,7	33,6	0,69	0,152	1599	0,184	Неустойчивое Unstable

Разное состояние пищевой системы утфеля в рассмотренных вариантах опыта отразилось по-разному на качестве полученных образцов сахара. Представленные в таблице 2 данные демонстрируют основные органолептические и физико-химические показатели образцов сахара по вариантам опыта. Так, наилучшие значения показателей отмечены в варианте совместного применения ПАВ и деколоранта сахара: сахар отличался идеальным белым цветом и получил оценку в 5 баллов; по основным физико-химическим показателям он соответствовал белому сахару категории ТС1. Цветность сахара в растворе была ниже в 1,6 и 1,1 раза в сравнении с вариантами автономного применения ПАВ, деколоранта сахара. Более низкая массовая доля редуцирующих веществ обусловлена эффективным функциональным действием деколоранта сахара в пищевой системе, заключающимся в блокировании их карбонильных групп.

Образцы сахара, полученные при автономном введении в пищевую систему утфеля деколоранта сахара, имели хорошо выраженный

белый цвет, оценены в 4 балла; по совокупности всех физико-химических показателей соответствовали категории ТС2.

Пониженную органолептическую оценку продемонстрировали образцы сахара, полученные по вариантам автономного применения ПАВ; совместного применения деколоранта сахара и антиакипина; совместного применения ПАВ, деколоранта сахара и антиакипина. Они имели выраженный в разной степени желтоватый оттенок, оценены в 3 и 2 балла. При автономном применении ПАВ образцы сахара по основным физико-химическим показателям соответствовали категории ТС2. В образцах сахара по двум вариантам с антиакипином наблюдалась более высокая цветность в растворе, а массовая доля золы превысила норматив, регламентированный для категории ТС2, переводя их по этому показателю в категорию ТС3.

Массовая доля диоксида серы во всех образцах сахара не превышала допустимого уровня и соответствовала диапазонам содержания диоксида серы в белом сахаре российских заводов [12].

Таблица 2.

Показатели образцов белого сахара по вариантам опыта (средние значения)

Table 2.

The indicators of the white sugar samples (average values)

Наименование показателя Indicator name	Вариант опыта Experiment treatment				
	1	2	3	4	5
Массовая доля сахарозы по прямой поляризации, % Mass fraction of sucrose by direct polarization, %	99,74	99,71	99,75	99,70	99,73
Массовая доля редуцирующих веществ (в пересчете на сухое вещество), % Mass fraction of reducing agents (in terms of dry material), %	0,041	0,035	0,032	0,040	0,038
Массовая доля золы (в пересчете на сухое вещество), % Mass fraction of ash (in terms of dry material), %	0,035	0,034	0,032	0,039	0,037
Цветность в растворе, ед. опт. пл. Coloration in solution, unit of colour density	91,9	66,4	59,4	97,5	92,3
Цвет, балл Color, number	3	4	5	2	3
Массовая доля диоксида серы, мг/кг сахара Mass fraction of sulphur dioxide, mg/kg sugar	1,6	2,6	1,8	3,2	2,4

Заключение

Результаты проведенных исследований показали разное состояние пищевой системы утфеля I кристаллизации свеклосахарного производства при применении ПАВ, деколоранта сахара и антиакипина в различных комбинациях. При совместном применении ПАВ и деколоранта

сахара система характеризуется устойчивым состоянием за счет синергетического взаимодействия между ними, что дает возможность получения белого сахара категории ТС1. Мигрирование в пищевую систему утфеля остаточного количества антиакипина переводит ее в неустойчивое состояние.

ЛИТЕРАТУРА

- Егорова М.И. Сахар: эволюция требований потребителей // Сахар. 2014. № 7. С. 16–17.
- Sarir E.M.I, Pabon B.R., Donado C.A. Colour precipitants state of the art for direct production of high quality white sugars // International sugar journal. 2015. V. 117. № 1400. P. 596–597.
- Gula F., Burris B., Lancrenon X. The use of ion exchange resins for beet sugar juice processing // International sugar journal. 2007. V. 109. № 1300. P. 235–238.

- Campos D., Mescua L., Chirinos R., Pedreschi R. Effect of Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) fructooligosaccharide purification technique using activated charcoal or ion exchange fixed bed column on recovery, purity and sugar content // International sugar journal. 2017. № 12. (52). P. 2637–2646.

- Славянский А.А., Мойсеяк М.Б. Поверхностно-активные вещества: применение в сахарном производстве // Сахар. 2007. № 3. С. 32–35.

6 Беляева Л.И., Остапенко А.В., Лабузова В.Н., Сыроева Т.И. Деколонанты сахара – новая функциональная группа технологических вспомогательных средств // Известия вузов. Пищевая технология. 2018. № 4 (364). С. 33–36.

7 Сидо О.Н., Зубик М.В., Мойсеяк М.Б., Шумовецкий Г.А. Анализ технологии получения утфеля I кристаллизации // Сахар. 2009. № 7. С. 58–61.

8 Беляева Л.И., Лабузова В.Н., Остапенко А.В., Скрипко Е.М. Методические аспекты интегрирования технологических вспомогательных средств в технологический поток производства свекловичного сахара // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 247–251.

9 Беляева Л.И., Лабузова В.Н., Остапенко А.В. Оценка совокупного действия антинакипина и ПАВ в производстве сахара // Инновационные технологии в пищевой промышленности: материалы XV междунауч.-практ. конф., 5–6 октября 2016 г. Минск: ИВЦ Минфина, 2016. С. 74–77.

10 Мирончук В.Г., Ещенко О.А. Анализ процесса уваривания сахарных утфелей на основе имитационного моделирования // Сахар Украины. 2013. № 1(85). С. 47–52.

11 Grbic J., Mucibabic R.J. Sucrose crystal growth rate in pure solutions and in the presence of calcium acetate // International sugar journal. 2008. № 1310. P. 116–119.

12 Егорова М.И., Широких Е.В., Кретова Я.А. Результаты мониторинга содержания диоксида серы в сахаре // Сахар. 2016. № 7. С. 39–41.

REFERENCES

1 Egorova M.I. Sugar: evolution of customer requirements. *Sahar* [Sugar]. 2014. no. 7. pp. 16–17. (in Russian)

2 Sarir E.M.I., Pabon B.R., Donado C.A. Colour precipitants state of the art for direct production of high quality white sugars. *International sugar journal*. 2015. vol. 117. no. 1400. pp. 596–597.

3 Gula F., Burris B., Lancrenon X. The use of ion exchange resins for beet sugar juice processing. *International sugar journal*. 2007. vol. 109. no. 1300. pp. 235–238.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Любовь И. Беляева к.т.н., зам. директора, Курский научно-исследовательский институт агропромышленного производства, пос. Черемушки, Курский р-н, Курская обл., 305526, Россия, info@rniisp.ru

Алла В. Остапенко ст. научный сотрудник, технологический отдел, Курский научно-исследовательский институт агропромышленного производства, пос. Черемушки, Курский р-н, Курская обл., 305526, Россия, th@rniisp.ru

Валентина Н. Лабузова ст. научный сотрудник, технологический отдел, Курский научно-исследовательский институт агропромышленного производства, пос. Черемушки, Курский р-н, Курская обл., 305526, Россия, lvn85@mail.ru

Татьяна И. Сыроева научный сотрудник, технологический отдел, Курский научно-исследовательский институт агропромышленного производства, пос. Черемушки, Курский р-н, Курская обл., 305526, Россия, th@rniisp.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 02.10.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.11.2018

4 Campos D., Mescua L., Chirinos R., Pedreschi R. Effect of Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) fructooligosaccharide purification technique using activated charcoal or ion exchange fixed bed column on recovery, purity and sugar content. *International sugar journal*. 2017. no. 12 (52). pp. 2637–2646.

5 Slavyanski A.A., Moiseyev M.B. Surfactants: application in sugar production. *Sahar* [Sugar]. 2007. no. 3. pp. 32–35. (in Russian)

6 Belyaeva L.I., Ostapenko A.V., Labuzova V.N., Sysoyeva T.I. Sugar decolorants is a new functional group of technological aids. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya* [Bulletin of Higher Institutions. Food Industry]. 2018. no. 4 (364). pp. 33–36. (in Russian)

7 Sido O.N., Zubik M.V., Moiseyev M.B., Shumovetski U.A. The analysis of the technology of producing the first fillmass. *Sahar* [Sugar]. 2009. no. 7. pp. 68–71. (in Russian)

8 Belyaeva L.I., Labuzova V.N., Ostapenko A.V., Skripko E.M. Methodical aspects of integrating technological aids into technological flow of beet sugar production. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 247–251. (in Russian)

9 Belyaeva L.I., Labuzova V.N., Ostapenko A.V. The estimation of collective effect of anti-caking and surfactants in sugar production. *Innovatsionnye tekhnologii v pishchevoj promyshlennosti* [Innovative technologies in food industry: Proceedings of XV Int. Sci. Conf. October 5–6, 2016]. Minsk, ITC Ministry of Finance, 2016. pp. 74–77. (in Russian)

10 Mironchuk V.G., Yeshchenko O.A. The analysis of fillmass boiling process based on imitation modeling. *Sahar Ukrainy* [Sugar of Ukraine]. 2013. no. 1(85). pp. 47–52. (in Ukrainian)

11 Grbic J., Mucibabic R.J. Sucrose crystal growth rate in pure solutions and in the presence of calcium acetate. *International sugar journal*. 2008. no. 1310. pp. 116–119.

12 Egorova M.I., Shirokikh E.V., Kretova Ya. A. The results of monitoring sulphur dioxide content in sugar. *Sahar* [Sugar]. 2016. no. 7. pp. 39–41. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Lyubov I. Belyaeva Cand. Sci. (Engin.), deputy director, Kursk Research Institute of Agro Industrial Production, village Cheremushki, Kursk region, Kursk district, 305526, Russia, info@rniisp.ru

Alla V. Ostapenko senior researcher, technology department, Kursk Research Institute of Agro Industrial Production, village Cheremushki, Kursk region, Kursk district, 305526, Russia, th@rniisp.ru

Valentina N. Labusova senior researcher, technology department, Kursk Research Institute of Agro Industrial Production, village Cheremushki, Kursk region, Kursk district, 305526, Russia, lvn85@mail.ru

Tatyana I. Sysoyeva researcher, technology department, Kursk Research Institute of Agro Industrial Production, village Cheremushki, Kursk region, Kursk district, 305526, Russia, th@rniisp.ru

CONTRIBUTION

All authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.2.2018

ACCEPTED 11.18.2018