

Возделывание перца сладкого в условиях орошения: от эксперимента к технологии

The cultivation of sweet pepper under irrigation conditions: from experiment to technology

Беленков А.И., Калмыкова Е.В., Петров Н.Ю.,
Калмыкова О.В.

Аннотация

Объектами исследований были гибриды F_1 Мой генерал, F_1 Пафос и F_1 Помпео при комплексном внесении минеральных удобрений, водорастворимого удобрения Растворин и обработке семян и растений регулятором роста Энергия-М под планируемую урожайность 50, 70, 90 т/га. Цель исследований – разработка элементов технологии возделывания перца сладкого, обеспечивающих при поддержании расчетных водного (75-75-75% НВ – постоянный режим орошения и 70-80-75% НВ – дифференцированный режим орошения) и питательного режимов получение планируемой урожайности до 90 т/га высококачественной овощной продукции. В соответствии с целью и задачами работы опыты закладывали в подзоне светло-каштановых почв в 2011-2016 годах (Городищенский район Волгоградской области, ИП «Зайцев В.А.»). Продуктивность сладкого перца зависела от внедрения оптимального минерального питания и режима орошения. Самый адаптивный гибрид – F_1 Помпео. В варианте $N_{235}P_{140}K_{130}$ +Растворин+Энергия-М прибавка составила около 34 т/га (планирование 50 т/га), в варианте $N_{300}P_{180}K_{165}$ +Растворин+Энергия-М – около 21 т/га (планирование 90 т/га). Предлагаемая комбинация факторов урожайности позволяет сэкономить водные ресурсы и частично заменить минеральные удобрения на более выгодные и безопасные водорастворимые удобрения. Высокий экономический эффект получен от предложенных нами приемов производства в условиях Нижнего Поволжья у гибрида сладкого перца F_1 Помпео ($N_{300}P_{180}K_{165}$ + Растворин + Энергия-М) при дифференциации поливного режима (окупаемость производственных затрат – 6,8 руб.).

Ключевые слова: перец сладкий, гибрид, технология, орошение, удобрение, урожайность, безопасная продукция.

Для цитирования: Возделывание перца сладкого в условиях орошения: от эксперимента к технологии. А.И. Беленков, Е.В. Калмыкова, Н.Ю. Петров, Калмыкова О.В. // Картофель и овощи. 2021. №1. С. 25-28. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.95.96.002>

Овощи, выращенные в Волгоградской области, – в одном из крупнейших регионов на юге нашей страны, пользуются устойчивым спросом на российском рынке [1]. Однако климат на европейской части нашей страны становится более засушливым, при значительном снижении (до 20%) продуктивности с.-х. культур [2]. Вместе с тем известно, что рациональное поддержание водного и питательного режима почвы при разработке и внедрении элементов технологий для сохранения природных ресурсов при выращивании с.-х. культур, в том числе и перца сладкого, должны быть на высо-

ком методическом и научном уровне [3, 4].

Считается, что выходом из этой ситуации является минимизация негативных внешних воздействий на агроэкосистемы и более дифференцированное и всестороннее использование природных ресурсов. Для предупреждения ухудшения ситуации в настоящее время, необходимо установить экологические нормы для овощеводства, основанные на качестве продукции, защите окружающей среды и поддержании наилучшего баланса [5].

Цель исследования – разработка элементов технологии возделывания

Belenkov A.I., Kalmykova E.V., Petrov N.Yu., Kalmykova O.V.

Abstract

The objects of the study were hybrids: F_1 Moy general, F_1 Pafos and F_1 Pompeo with the complex application of mineral fertilizers, water-soluble fertilizer, Solution and treatment of seeds and crops with the Energia-M growth regulator for the planned yield of 50, 70, 90 t / ha. The purpose of the study is to develop a set of elements of the technology for the cultivation of sweet peppers, which, while maintaining the calculated water (75-75-75% of HB - a constant irrigation regime and 70-80-75% HB – a differentiated irrigation regime) and nutrient regimes, obtain the planned yield of up to 90 tons / ha of high quality vegetable products. In accordance with the purpose and objectives of the work, our experiments were laid in the subzone of light chestnut soils in 2011-2016 (Gorodishchensky district of the Volgograd region, IP «Zaitsev V.A.»). The productivity of sweet peppers depended on the introduction of optimal mineral nutrition and irrigation regime. The most adapted hybrid is the F_1 Pompeo. In the variant $N_{235}P_{140}K_{130}$ + Rastvorin + Energy-M, the increase was about 34 t / ha (planning 50 t / ha), in the variant $N_{300}P_{180}K_{165}$ + Rastvorin + Energy-M - about 21 t / ha (planning 90 t / ha). The proposed combination of yield factors allows saving water resources and partially replacing mineral fertilizers with more profitable and safe water-soluble fertilizers. A high economic effect was obtained from the production methods we proposed in the conditions of the Lower Volga region on the F_1 Pompeo sweet pepper hybrid ($N_{300}P_{180}K_{165}$ + Rastvorin + Energy-M) with differentiation of the irrigation regime (return on production costs - 6.8 rubles).

Key words: irrigation regime, mineral fertilizers, water-soluble mineral fertilizer, sweet pepper, increased productivity, environmentally friendly products.

For citing: The cultivation of sweet pepper under irrigation conditions: from experiment to technology. A.I. Belenkov, E.V. Kalmykova, N.Yu. Petrov, O.V. Kalmykova. Potato and vegetables. 2021. No1. Pp. 25-28. <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.95.96.002> (In Russ.).

перца сладкого, обеспечивающих при поддержании расчетных водного и питательного режимов получение планируемой урожайности до 90 т/га высококачественной овощной продукции.

Условия, материалы и методы исследований

Опыты закладывали в подзоне светло-каштановых почв в 2011–2016 годах (ИП «Зайцев В.А.», Городищенский район Волгоградской области). 2011 и 2013 годы были засушливыми (ГТК – 0,66; 0,98), 2012 и 2014 – сухими (ГТК – 0,37; 0,29), 2015 год – очень

засушливым (ГТК – 0,50), 2016 – слабозасушливым (ГТК – 1,19).

Эксперимент проводили методом расщепленных делянок. Расположение участков по гибридам систематическое, по питательным режимам – рендомизированное. Учетная площадь участка составляла 20 м². Повторность опыта – трехкратная. Посев перца сладкого – по схеме 0,50 + 0,90 м.

Схема опыта

Фактор А: сортоиспытание гибридов сладкого перца: F₁ Мой генерал, F₁ Пафос, F₁ Помпео.

Фактор В: питательный режим:

1 – Без удобрений (контроль);

2 – Энергия-М (1. Семена замачивали в препарате (1 мл/1 кг семян) в течение 30–40 минут (рабочий раствор – 2 л/кг); 2. Первое опрыскивание осуществляли в начале роста (15 г/га); 3. Второе опрыскивание – в фазе бутонизации – начала цветения (15 г/га). В начальный период роста и в период бутонизации – начала цветения проводились некорневые обработки (15 грамм на 300 л воды));

3 – Применение минеральных удобрений под урожайность 50 т/га:

4 – Применение минеральных удобрений под урожайность 70 т/га:

5 – Применение минеральных удобрений под урожайность 90 т/га:

6 – Растворин (1. подкормка растений перца сладкого в фазах 5–7 листовых пластин (15 грамм на 10 литров воды); 2. затем каждые 7–10 суток в период плодоношения (25 грамм на 10 литров воды));

7 – N₁₆₅P₁₀₀K₉₀ + Растворин;

8 – N₂₃₅P₁₄₀K₁₃₀ + Растворин;

9 – N₃₀₀P₁₈₀K₁₆₅ + Растворин;

10 – Растворин + Энергия-М;

11 – N₁₆₅P₁₀₀K₉₀ + Растворин + Энергия-М;

12 – N₂₃₅P₁₄₀K₁₃₀ + Растворин + Энергия-М;

13 – N₃₀₀P₁₈₀K₁₆₅ + Растворин + Энергия-М.

Фактор С: водный режим:

1 – предполивной порог влажности на уровне 75–75–75% НВ (постоянный режим орошения);

2 – предполивной порог влажности на уровне 70–80–75% НВ (дифференцированный режим орошения): посев – цветение – 70% НВ; цветение – плодообразование – 80% НВ; плодообразование – техническая спелость – 75% НВ.

Минеральные удобрения вносили в виде аммиачной селитры с содержанием азота 34,00%, двойного суперфосфата (39,41% P₂O₅) и хлористого калия (60,00% K₂O).

Гранулометрический состав изучаемого участка – тяжелый суглинок. Содержание гумуса в пахотном слое на исследуемом участке низкое (2,31%), его территориальный диапазон составлял 80%, а содержание гумуса уменьшалось с 1,05 до 0,32% на глубине от 0,4 до 1,0 м. Причина низкого содержания гумуса почвы состоит в том, что процесс преобразования органического вещества имеет специфическую зональность. Гидрофизические свойства почвы напрямую зависят от гранулометрического состава. Плотность сложения изменялась по профильному горизонту – наименьшая отмечалась в слое 0,0–0,1 м – 1,24 т/м³. При дальнейшем углублении значение повышалось до 1,35 в исследуемом горизонте почвы 0,0–0,6 м, в слое почвы 0,0–1,0 м – 1,45 т/м³. Максимальная плотность сложения наблюдалась на глубине 1 м, составляя 1,62 т/м³. Возрастание этого показателя до 1,59–1,62 т/м³ значительно снижало водопроницаемость почвы, так как эти горизонты имели более высокую солонцеватость. Общая пористость пахотного горизонта почвы изменялась от 50,4% до 47,5%, снижаясь до 44,2% вниз по профилю. Наименьшие значения влагоемкости зависели от размера частиц и химического состава, наличия органических веществ, состава поглощенных оснований и порозности в диапазоне от 25,60% в горизонте от 0,0–0,1 м до 22,82% в слое от 0,0–0,6 м. В среднем для почвенного горизонта 0,0–1,0 м наименьшая влагоемкость равнялась 20,4%, а влажность завядания – 8,49%. Абсолютная концепция эффективности плодородия почв способствовала формированию агрохимической составляющей, которая учитывает содержание подвижных форм питательных веществ, это оказывает значительное влияние на рост растений и помогает увеличить урожайность. Реакция почвенного раствора исследуемой почвы довольно близка к нейтральной или слабощелочной (рН 6,8–8,0). Обеспеченность почвы опытного участка гидролизующим азотом (по Корнфилд) была низкая (менее 100 мг/кг почвы), подвижным фосфором (по Мачигину) – от низкой до средней (16–30 мг/кг почвы), об-

менным калием (по Мачигину) – повышенной и высокая (300–500 мг/кг).

Результаты исследований

На основании многолетних исследований с 2011 по 2016 годы использовали разное количество поливов, с варьированием по вегетации поливной нормы в зависимости от режима орошения. Полив при постоянном режиме орошения осуществлялся 3,5 часа нормой 127 м³/га. При дифференциации режима орошения по вегетации необходимо было увеличивать количество поливов при сокращении межполивного периода и повышения порции поливной воды в фазу посев-цветение до 145 м³/га, при поливе на протяжении 4 ч. В период цветение-плодообразование – 109 м³/га в течение 3 ч.

Анализ динамики влажности активного слоя почвы по вариантам исследования ориентирует на то, что режим орошения в первую очередь определялся погодными условиями в период вегетации. В 2011 году требовалось при постоянном режиме орошения – 30 поливов, что на 3 меньше, чем при дифференцированном, в острозасушливых 2012 году 38 и 42, в 2014 году 41 и 45, в 2013 году 23 и 27 поливов, в 2015 году периодическое выпадение атмосферных осадков позволило уменьшить число поливов до 24 и 28, соответственно по режимам орошения. Более благоприятные метеословия 2016 года позволили уменьшить количество поливов до 18 и 22, соответственно по режимам орошения. Средняя поливная норма по годам при постоянном режиме орошения доходила до 3683, при дифференцированном – до 4037 м³/га.

Наибольшее суточное водопотребление наблюдалось в фазе от цветения до плодообразования: 39,22 м³/га – при постоянном, 44,96 м³/га – при дифференцированном режиме орошения.

Нашими исследованиями выявлено, что при внедрении дифференцированного режима орошения была получена достоверная прибавка урожайности по сравнению с постоянным режимом, то есть, повышение водоснабжения растений перца сладкого в период плодообразования способствовало пропорциональному увеличению урожайности этой культуры.

Урожайность сладкого перца зависела от уровня минерального питания и применяемого режима орошения: числа плодов, вес одного плода, масса плодов с отдельного рас-

тения были выше у растений в вариантах под планируемую урожайность 50, 70, 90 т/га на дифференцированном режиме. С увеличением дозы минеральных удобрений возрастала масса плодов с одного растения. В варианте $N_{300}P_{180}K_{165}$ + Растворин + Энергия-М на гибриде Помпео F_1 при дифференцированном режиме орошения была получена наиболее высокая масса плодов с одного растения. Улучшение условий произрастания в опыте на данном варианте способствовало формированию плодов с наибольшей массой (2475,6 г) и наибольшим количеством плодов (12,8 шт.) с одного растения, а также с наибольшей массой одного плода (193,4 г). Увеличение среднего веса одного плода у перспективных гибридов F_1 Пафос и F_1 Помпео в среднем за годы проведения опытов на постоянном режиме орошения в варианте $N_{165}P_{100}K_{90}$ изменялось от 166,5 и 169,3 г, соответственно по гибридам, это на 0,9 и 0,2 г выше, чем на дифференцированном режиме орошения. Дальнейшее увеличение доз минеральных удобрений способствовало повышению массы, что естественно отразилось на росте продуктивности растений с единицы площади. Так, на варианте с комплексным внесением $N_{300}P_{180}K_{165}$, водорастворимого удобрения и регулятора роста на всех изучаемых сортаобразцах были получены более крупные плоды – 148,7 и 153,3 г (F_1 Мой Генерал), 187,9 и 191,3 г (F_1 Пафос) и 189,6 и 193,4 г (F_1 Помпео), соответственно по режимам орошения.

Возрастание продуктивности изучаемой культуры находилось в прямо пропорциональной зависимости от питательного режима и условий влагообеспеченности растений (табл.).

Комплексное применение препаратов Растворина и Энергии-М оказывало положительный эффект на исследуемые гибриды, которые оказались более отзывчивыми относительно гибрида F_1 Мой Генерал на 16,4 и 16,0 т/га (F_1 Пафос) и 21,3 и 20,5 т/га (F_1 Помпео), соответственно по режимам орошения. Гибрид F_1 Помпео отмечался как более чувствительный в данном почвенно-климатическом регионе к изучаемым питательным и водным режимам. У всех вариантов на этом гибриде отмечалась наибольшая урожайность.

Так, на постоянном режиме орошения в контрольном варианте на этом гибриде была достоверно получена прибавка на 16,2 т/га, по сравнению с данными на гибриде F_1 Мой Генерал в контрольном варианте, на 5,2 т/га по сравнению с продуктивностью, полученной на гибриде F_1 Пафос в контроле. При дифференциации поливной воды в период вегетации в этом варианте была получена урожайность 54,2 т/га, это на 16,0 и 5,0 т/га выше относительно гибридов F_1 Мой Генерал и F_1 Пафос. Максимальная урожайность у этого гибрида была получена в варианте $N_{300}P_{180}K_{165}$ + Растворин + Энергия-М во все годы исследований, в среднем за 2011–2016 годы она равнялась на постоянном режиме 105,8 т/га, на дифференцированном – 111,4 т/га.

С появлением на рынке агрохимикатов новых комплексных водорастворимых удобрений (содержащих основной комплекс микроэлементов) с более низкой стоимостью позволяли получить урожайность перца сладкого до 100 т/га. Это означает снижение затрат на приобретение удобрений, ГСМ, трудозатрат. Кроме того, происходит ослабление нагрузки и падение загрязнения почвы, атмосферы и грунтовых

вод, а также наблюдаются уплотнение почв, увеличение урожайности.

Исследуемые гибриды показали себя как наиболее приспособленные к условиям внешней среды с повышенным запасом тепла в районе произрастания. В контексте создания оптимальных систем водоснабжения и питания они были наиболее чувствительны к элементам технологии земледелия. Таким образом, внедрение ресурсосберегающих технологий позволило объединить основные факторы, влияющие на плодородие, и получить запланированный урожай сладкого перца.

Предлагаемая комбинация факторов урожайности позволяет сэкономить водные ресурсы и частично заменить минеральные удобрения на более выгодные водорастворимые удобрения. Помимо ресурсосбережения, проведенная работа основывалась на поддержании плодородия почвы. Поэтому при изучении эффективности и благоприятного влияния минеральных удобрений на питательный режим почвы в экспериментальной зоне в условиях орошения отмечали, что нитратный, азотный и калиевый обмен снижался по всем вариантам опыта. Независимо от используемого режима увлажнения во всех исследуемых вариантах содержание аммиачного азота и доступного фосфора увеличивалось после сбора плодов сладкого перца. Под влиянием вносимых изучаемых комплексных питательных веществ значительно улучшалось состояние почвы в посевах.

Оптимизация водного режима и условий питания при получении гарантированной урожайности способствовала положительному влиянию на изменения биохимического состава плодов сладкого перца, сохраняя при этом видовые

Влияние факторов, образующих урожай, на продуктивность гибридов перца сладкого (среднее за 2011-2016 годы), т/га

Вариант опыта (фактор С, орошение)	Вариант опыта (фактор В, питательный режим)												
	Контроль (1)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
F_1 Мой Генерал													
75...75...75%НВ	34,8	41,9	52,1	59,5	66,1	46,7	55,8	65,9	72,3	55,6	59,5	70,3	75,6
70...80...75%НВ	38,2	45,3	57,2	66,9	72,3	51,6	61,0	72,7	79,0	60,1	65,5	78,0	81,4
F_1 Пафос													
75...75...75%НВ	45,8	55,3	66,7	74,9	82,0	61,3	71,9	82,9	90,3	72,0	77,5	91,6	99,8
70...80...75%НВ	49,2	58,6	69,3	79,8	87,9	66,3	76,4	89,3	96,8	76,1	82,8	98,8	105,9
F_1 Помпео													
75...75...75%НВ	51,0	60,1	71,6	79,9	87,3	66,5	76,7	88,1	95,4	76,9	82,5	97,0	105,8
70...80...75%НВ	54,2	63,1	75,5	86,1	93,4	71,1	80,7	93,1	100,9	80,6	87,7	103,5	111,4
HCP ₀₅ (общ) 4,68; HCP ₀₅ A 0,78; HCP ₀₅ B 0,96; HCP ₀₅ C 1,91; HCP ₀₅ AB 3,31; HCP ₀₅ AC 2,70; HCP ₀₅ BC 1,35; HCP ₀₅ ABC 0,96													

характеристики гибридов. Анализ данных показывал, что ирригация и использование минеральных удобрений, Растворина и регулятора роста Энергия-М в определенной степени влияли на содержание сухого вещества, витамина С и сырой клетчатки, а также на другие биохимические показатели. В соответствии с поливными режимами, максимальное содержание сухого вещества отмечалось в варианте $N_{300}P_{180}K_{165}$ + Растворин + Энергия-М на гибриде F_1 Помпео – 8,0 и 8,1%, соответственно. Содержание витамина С, клетчатки и сахара, увеличивалось с улучшением условий питания и влагообеспеченности сладкого перца. Об этом свиде-

тельствуют данные, полученные на гибриде F_1 Помпео, где было зарегистрировано наибольшее значение этих качественных характеристик. При оценке качества по такому показателю, как содержание нитратов в плодах перца сладкого, в наших опытах согласно СанПиН 42–123–4619–от 30 мая 1988–88 не превышало ПДК (до 200 мг/кг) и находилось в пределах до 147 мг/кг.

Высокий экономический эффект был получен от предложенных нами приемов производства в условиях Нижнего Поволжья на гибриде сладкого перца F_1 Помпео ($N_{300}P_{180}K_{165}$ + Растворин + Энергия-М) при дифференциации поливного режима (оку-

паемость производственных затрат – 6,8 р.).

Выводы

Для получения качественного и устойчивого производства сладкого перца в условиях нестабильного увлажнения в Нижнем Поволжье в подзоне светло-каштановых почв необходимо использовать дифференцированные режимы полива по вегетации для среднеспелого высокоурожайного гибрида сладкого перца F_1 Помпео – фаза «всходы – цветение» – 70% НВ, фаза «цветение – плодообразование» – 80% НВ, в фазу плодообразования до последней уборки – 75% НВ при внесении расчетных доз НРК на планируемую урожайность 90 т/га в комплексе с препаратами Растворин и Энергией-М.

Библиографический список

1. Овчинников А.С. Проблемы сохранения природно-ресурсного и экологического потенциалов в целях надежного функционирования АПК Нижнего Поволжья // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования: материалы Международной научно-практической конференции. 2017. С. 3–16.
2. Постников А.Н., Хаустов В.А. Об изменении температуры воздуха и атмосферных осадков на территории России под влиянием изменений климата // Евразийское Научное Объединение. 2019. №1-7 (47). С. 420–424.
3. Mehdiyeva V., Khalilov I. Ecological and economic aspects of the use of natural resource potential in sustainable development of the republic of Azerbaijan. Socio Economic Problems of Sustainable Development: 37th International Scientific Conference on Economic and Social Development. Baku, Azerbaijan. 2019. Pp. 14–15.
4. Microelements application methods influence on physiological-biochemical processes and yellow pepper yields. A.I. Belyaev, Yu.N. Pleskachev, N.Yu. Petrov, V.P. Zvolisky, S.D. Fomin, A.M. Pygacheva, O.V. Kalmykova. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 6th International Conference on Agriproducts processing and Farming. 422 (2020). 012013. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/422/1/012013>
5. Gettys L. A., Haller W. T. Effect of Herbicide-Treated Irrigation Water on Four Vegetables // Weed Technology. 2012. Vol. 26. №2. Pp. 272–278.

References

1. Ovchinnikov A.S. Problems of conservation of natural resource and environmental potentials for the reliable functioning of the agricultural sector of the Lower Volga. Ecological and meliorative aspects of rational nature management. Materials of the International scientific-practical conference. 2017. Pp. 3–16 (In Russ.).
2. Postnikov A.N., Khaustov V.A. On changes in air temperature and precipitation in Russia under the influence of climate change. Eurasian Scientific Association. 2019. No1-7(47). Pp. 420–424 (In Russ.).
3. Mehdiyeva V., Khalilov I. Ecological and economic aspects of the use of natural resource potential in sustainable development of the republic of Azerbaijan. Socio Economic Problems of Sustainable Development: 37th International Scientific Conference on Economic and Social Development. Baku, Azerbaijan. 2019. Pp. 14–15.
4. Microelements application methods influence on physiological-biochemical processes and yellow pepper yields. A.I. Belyaev, Yu.N. Pleskachev, N.Yu. Petrov, V.P. Zvolisky, S.D. Fomin, A.M. Pygacheva, O.V. Kalmykova. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 6th International Conference on Agriproducts processing and Farming. 422 (2020). 012013. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/422/1/012013>
5. Gettys L. A., Haller W. T. Effect of Herbicide-Treated Irrigation Water on Four Vegetables // Weed Technology. 2012. Vol. 26. No2. Pp. 272–278.

Об авторах

Беленков Алексей Иванович, доктор с.-х. наук, профессор, профессор кафедры земледелия и методики опытного дела, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева. E-mail: belenokaleksis@mail.ru

Калмыкова Елена Владимировна, доктор с.-х. наук, н.с., отдел оросительных мелиораций, лаборатория моделирования технологий орошения, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия. E-mail: kalmykova.elena-1111@yandex.ru

Петров Николай Юрьевич, доктор с.-х. наук, профессор, профессор кафедры технологии хранения и переработки сельскохозяйственного сырья и общественного питания, ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет. E-mail: npetrov60@list.ru

Калмыкова Ольга Владимировна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры технологии хранения и переработки с.-х. сырья и общественного питания, ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет. E-mail: lelya.kalm.90@mail.ru

Author details

Belenkov A.I., D.Sci. (Agr.), professor, professor of the Department of agriculture and methods of experimental work, Russian State Agrarian University – Moscow State Agricultural Academy after K. A. Timiryazev. E-mail: belenokaleksis@mail.ru

Kalmykova E.V., D.Sci. (Agr.), research fellow, Department of Irrigation Reclamation, Laboratory for Modeling Irrigation Technologies, FSBSI All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture. E-mail: kalmykova.elena-1111@yandex.ru

Petrov N.Yu., D.Sci. (Agr.), professor, professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Agricultural Raw Materials and Public Food, Volgograd State Agrarian University. E-mail: npetrov60@list.ru

Kalmykova O.V., Cand. Sci. (Agr.), associate professor of the Department of Technology for Storage and Processing of Agricultural Raw Materials and Public Catering, Volgograd State Agrarian University. E-mail: lelya.kalm.90@mail.ru