

Инкрустация семян овощных культур

Inlay of vegetable seeds

Янченко А.В., Федосов А.Ю., Меньших А.М.,
Азопков М.И., Голубович В.С.

Yanchenko A.V., Fedosov A.Yu., Men'shikh A.M.,
Azopkov M.I., Golubovich V.S.

Аннотация

Abstract

Инкрустация – такой вид предпосевной обработки семенного материала, при котором на поверхность семян наносится жидкий состав на основе водного раствора. В растворе содержатся защитные вещества: фунгициды, бактерициды, инсектициды, различные микро- и макроудобрения, стимуляторы роста, нейтральные красители, клеящие вещества. Такой способ обработки семян обеспечивает качественное покрытие семян, получение дружных всходов. Цель исследований – изучить возможность комбинирования препаратов для предпосевной подготовки и их дозировки при инкрустации семян моркови столовой. Работа проведена в 2013–2014 годах на полях ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО (Раменский район Московской области) на неорошаемых старопахотных торфяно-болотных почвах Московцевской поймы. Объект исследований – перспективные линии (690П и 690В) моркови столовой. Варианты опыта: 1. Максим 480, КС (1,0 л/т) + Круйзер 600, КС (10,0 л/т); 2. Максим 480, КС (1,0 л/т) + Круйзер 600, КС (10,0 л/т) + Изабион (3,0 л/т); 3. Максим 480, КС (10 л/т); 4. Максим 480, КС (1,0 л/т) + Форс, МКС (16,5 л/т) + Изабион (3,0 л/т); 5. Без обработки (контроль). Инкрустация семян снижала их лабораторную всхожесть, однако в полевых условиях оболочка с препаратами защиты создавала более благоприятные условия для роста и развития моркови столовой. В среднем за годы исследований наилучшим оказался вариант инкрустации семян препаратами в дозах Максим 480, КС (1,0 л/т) + Круйзер 600, КС 10,0 (л/т) + Изабион (3,0 л/т). Урожайность на этом варианте при обработке семян линии 690В составила 61,50 т/га стандартных корнеплодов, общая урожайность – 79,86 т/га. Этот вариант также был лучшим и на обработке семян линии 690П: урожайность корнеплодов составила 71,36 т/га, из которых 56,64 т/га стандартных. При этом включение в состав оболочки фунгицида Максим способствовало снижению количества больных корнеплодов в общем урожае.

Inlay is a type of pre-sowing treatment of seed material, in which a liquid composition based on an aqueous solution is applied to the surface of the seeds. The solution contains protective substances: fungicides, bactericides, insecticides, various micro- and macro-fertilizers, growth stimulants, neutral dyes, adhesives. This method of seed treatment provides high-quality seed coating, obtaining friendly shoots. The purpose of the research is to study the possibility of combining preparations for pre-sowing preparation and their dosage when inlaying carrot seeds in the dining room. The work was carried out in 2013–2014 in the fields of the ARRIVG – branch of FSBSI FSVC (Ramensky district of the Moscow region) on non-irrigated old-arable peat-swamp soils of the Moskvoretsky floodplain. The object of research is perspective lines (690P and 690B) of canteen carrots. Experience options: 1. Maxim 480, SC (1.0 l/t) + Cruiser 600, SC (10.0 l/t), 2. Maxim 480, SC (1.0 l/t) + Cruiser 600, SC (10.0 l/t) + Isabion (3.0 l/t), 3. Maxim 480, CS (10 l/t), 4. Maxim 480, CS (1.0 l/t) + Force, MS (16.5 l/t) + Isabion (3.0 l/t), 5. Without treatment (control). Seed encrustation reduced the laboratory germination of seeds, but in the field, the shell with protective preparations created more favorable conditions for the growth and development of table carrots. The best option on average over the years of research turned out to be the option of inlaying seeds with preparations in doses of Maxim 480, SC (1.0 l/t) + Cruiser 600, CS 10.0 (l/t) + Isabion (3.0 l/t). The yield on this variant was 61.50 t/ha of standard root crops when processing seeds of the 690V line, the total yield was 79.86 t/ha. This option was also the best for seed treatment of the 690P line: the yield of root crops was 71.36 t/ha, of which 56.64 t/ha were standard. At the same time, the inclusion of the fungicide Maxim in the shell contributed to a decrease in the number of diseased root crops in the total harvest.

Key words: table carrot, technology, inlay, insecticides, fungicides, seeds, pre-sowing preparation.

Ключевые слова: морковь столовая, технология, инкрустация, инсектициды, фунгициды, семена, предпосевная подготовка.

For citing: Inlay of vegetable seeds. A.V. Yanchenko, A.Yu. Fedosov, A.M. Men'shikh, M.I. Azopkov, V.S. Golubovich. Potato and vegetables. 2022. No7. Pp. 16–19. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.86.56.003> (In Russ.).

Для цитирования: Инкрустация семян овощных культур / А.В. Янченко, А.Ю. Федосов, А.М. Меньших, М.И. Азопков, В.С. Голубович // Картофель и овощи. 2022. №7. С. 16–19. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.86.56.003>

Решение проблемы повышения эффективности АПК РФ возможно за счет внедрения инновационных высокоэффективных методов предпродажной и предпосевной подготовки семян овощных культур путем инкрустирования [1–3].

Инкрустация – это обработка семян пленкообразующими составами, обязательный компонент которых, кроме протравителя, – прилипатель. Кроме фунгицидов, которые обеззараживают семена от патогенной микрофлоры, в инкрустирующий состав вводят регуляторы роста, биологически активные вещества, микроэлементы

и другие компоненты, способствующие реализации урожайных свойств с ранних этапов развития [4, 5].

Цель исследований – изучить возможность комбинирования препаратов для предпосевной подготовки и их дозировки при инкрустации семян моркови столовой.

Условия, материалы и методы исследований

Работа проведена в 2013–2014 годах на полях ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО (Раменский район Московской области) на неорошаемых старопахотных торфяно-болотных почвах Московцевской поймы.

Объект исследований – линии (690П и 690В) моркови столовой в неорошаемых условиях Московцевской поймы.

Почва опытного участка – торфяно-болотная. Степень разложения – 60–70%. Глубина торфяного слоя – 40–50 см. Плотность пахотного слоя – 0,68–0,82 г/см³. Предельная полевая влагемкость – 93–96% на абсолютно сухую почву. Грунтовые воды залегают на глубине 110–120 см, существенно не изменяясь по глубине в период вегетации. Высота капиллярного подъема грунтовых вод – 70–75 см. Содержание

в почве калия (по Масловой) – 18,8–20 мг/100 г почвы (низкое), фосфора (по Чирикову) – 24–28 (высокое), $\text{NO}_3\text{-N-NO}_3$ –181,5 мг на 100 г абсолютно сухой почвы (высокое). Кислотность почвенного раствора (рН) близка к нейтральной – 6,3.

Место исследований относится ко влажной зоне. Средняя продолжительность безморозного периода составляет 136 дней, среднегодовая температура воздуха – 3,8 °С. Среднегодовое количество осадков за год – 539 мм, за май – сентябрь – 296 мм. Самый холодный месяц – январь: среднегодовая температура воздуха – 10,6 °С. Самый жаркий месяц – июль, со среднесуточной температурой воздуха 18,4 °С. Сумма положительных температур выше 10 °С составляет 2075 °С, период с температурой воздуха более 10 °С – 134 дня.

Повторность опыта четырехкратная, площадь делянки 42 м², площадь учетной делянки 21 м². Размещение делянок систематическое. Общая площадь опыта 1680 м².

Для создания смеси, используемой для предпосевного инкрустирования семян, мы применяли фунгицид Максим, инсектициды Круйзер, Форс, а также стимулятор роста Изабион. Варианты опыта: 1. Максим 480, КС (1,0 л/т) + Круйзер 600, КС (10,0 л/т); 2. Максим 480, КС (1,0 л/т) + Круйзер 600, КС (10,0 л/т) + Изабион (3,0 л/т); 3. Максим 480, КС (10 л/т); 4. Максим 480, КС (1,0 л/т) + Форс, МКС (16,5 л/т) + Изабион (3,0 л/т); 5. Без обработки (контроль).

Посев проводили сеялкой Gaspardo. Глубина посева на гребнях – 2–3 см. Норма высева – рекомендованная для столовой моркови (1,0 млн всхожих семян на гектар). Семена высеваемых культур соответствовали ГОСТ 32592–2013 «Семена овощных, бахчевых культур, кормовых корнеплодов и кормовой капусты. Сортные и посевные качества. Общие технические условия». Семена инкрустировали на динамическом инкрустаторе-дражирователе отечественного производства ИД-10.

При проведении исследований руководствовались общепринятыми методиками.

Результаты исследований

Посев семян – критический процесс в растениеводстве, так как он влияет на качество и количество урожая. Посев особенно важен для овощных культур, чьи семена меньше и менее выносливы, чем семена других с.-х. культур. Качество посева связано с физическим воздействием

на семена и распределением семян в почве. С целью определения эффективности посева сеялкой устанавливают горизонтальное и вертикальное распределение семян в почве. Зарегистрированы высокие параметры качества свежубранных семян моркови, огурца, лука и томата по сравнению с партиями старых [4].

Самая важная особенность сеялки точного высева – это заделка отдельных семян в борозду на желаемом расстоянии. Пневматическими сеялками точного высева необходимо высеять семена более широкого диапазона размеров и более равномерно, чем механическими ленточными сеялками, потому что отверстия в семенной пластине должны быть меньше, чем самые маленькие семена в семенной группе. Инкрустирование семян – это покрытие их тонкой пленкой, которая состоит из биологически активных веществ, стимуляторов роста и препаратов от болезней. Это наиболее эффективный способ обеззараживания семян перед посевом. Цветовая гамма агролазури способна снизить количество контрафактных семян на рынке. Каждый цвет имеет свой уникальный оттенок, что дает определенную защиту сорта или гибрида от подделок на рынке.

При инкрустировании семян повышается степень удерживаемости препаратов на семенах, появляются возможности увеличения дозы и количества разновидностей применяемых препаратов. Это позволяет повысить эффективность защиты семян и проростков от болезней и вредителей, интенсифицировать процессы роста и развития растений.

Для обеспечения стабильной бесперебойной работы высевающих аппаратов семена должны обладать определенной сыпучестью. Семена овощных культур имеют большое разнообразие по форме и неровностям на поверхности семян. Инкрустирование позволяет увеличить сыпучесть семян, препятствует образованию сводов в бункере высевающего аппарата.

Критерии выбора при изучении конкретных препаратов для инкрустирования семян включают: 1) легкодоступность в РФ; 2) высокую способность впитывать воду; 3) нетоксичность для семян овощных культур. Инкрустирование включает: а) препараты для защиты семян от болезней; б) препараты для стимуляции роста; в) препараты, содержащие макро- и микроудобрения; г) агролазури и препараты, закрывающие нанесенные

пестициды для снижения токсичности. Физические характеристики экспериментальных инкрустированных семян сравнивали с коммерческими импортными аналогами.

Технология создания искусственных оболочек на поверхности семян (инкрустирование и дражирование) имеет большой потенциал в повышении урожайности с.-х. культур. Инкрустация представляет собой процесс, заключающийся в нанесении сухих инертных материалов мелкой granulometрии на поверхность семян с помощью клеящего материала, полностью покрывая оболочкой семенной материал. Такая обработка позволяет убрать шероховатости, улучшить сыпучесть и облегчить посев семян.

Существует возможность включения питательных веществ, регуляторов роста и других агрохимикатов (инсектицидов и фунгицидов) в процессе инкрустации, что может способствовать борьбе с болезнями семян и улучшению приживаемости всходов. Все чаще поощряется использование растений с биологически активным потенциалом в виде экстрактов, масел и порошков против различных организмов.

Инкрустация семян белокочанной капусты, брокколи и китайской капусты может увеличить массу семян на 15–50%, объем – на 50–100%, а также улучшить процент всхожести, энергию прорастания и индекс всхожести семян. Инкрустированные семена, хранившиеся в течение шести месяцев, хорошо всходили. Приживаемость проростков, максимальная длина и ширина листьев, высота растений, число листьев, масса свежих и сухих растений инкрустированных семян капусты, брокколи и китайской капусты были выше, чем у контрольных растений.

Снижение всхожести и силы роста инкрустированных семян связано с тем, что некоторые материалы, в том числе фунгициды, используемые для покрытия семян, а также их дозировка, могут вызывать немедленные фитотоксические эффекты при прорастании или ухудшать физиологическое качество семян. При оценке физиологического качества шести партий семян сорта Mulato II было выяснено, что семена с покрытием показали значительное снижение по сравнению с семенами без покрытия. Снижение было связано с физическим барьером, создаваемым материалами, используемыми в процессе нанесения покрытия. Большинство используемых материалов покрытия препятствуют проникновению кислорода в семена [6].

Таблица 1. Лабораторная и полевая всхожесть семян моркови в зависимости от обработки, среднее за 2013–2014 годы

Вариант	Линии столовой моркови			
	690П	690В	690П	690В
	лабораторная всхожесть, %		полевая всхожесть, %	
1. Максим 480, КС (1,0 л/т) + Круйзер 600, КС (10,0 л/т)	76	77	53	53
2. Максим 480, КС (1,0 л/т) + Круйзер 600, КС (10,0 л/т) + Изабион (3,0 л/т)	75	75	55	57
3. Максим 480, КС (10 л/т)	74	75	52	53
4. Максим 480, КС (1,0 л/т) + Форс, МКС 16,5 л/т + Изабион (3,0 л/т)	78	78	57	57
5. Необработанные семена (контроль)	79	80	48	47

Процесс инкрустации состоит в основном в нанесении последовательных слоев инертного твердого материала поверх семян при постоянном движении внутри инкрустатора-дражирователя и чередовании нанесения наполнителя с распылением водорастворимого вязющего материала. Основная задача техники покрытия семян – оптимизация их состояния как с физиологической, так и с экономической точки зрения. Следовательно, выбор материалов для покрытия важен, чтобы они не оказывали негативно-

го влияния на энергию семян и их всхожесть.

За рубежом инкрустаторы семян выпускают ведущие мировые производители семенного оборудования: Petkus (Германия), Cimbria Unigrain (Дания), Agromega (Чехия), Westrup (Дания), Heid (Австрия). С учетом стоимости импортного оборудования (40 тыс. € и более за 1 единицу инкрустатора) получается значительная сумма, которая неоправданно высока для большинства хозяйств РФ в нашей стране, как правило, используют протравливатели семян PETKUS

СТ 50 и центрические напылительные машины от компании Cimbria). Кроме того, на кафедре с. – х. машин совместно с ООО «Научно-производственное предприятие «Биофорт» Башкирского ГАУ создан барабанный протравливатель-инкрустатор, обрабатывающий семена зерновых культур потоками аэрозоля (заявка на изобретение (приоритет ФИПС № 2011109761 от 15.03.2011)). В УО БГСХА (г. Горки, Республика Беларусь) был разработан отечественный экспериментальный дражирователь семян, позволяющий использовать способ постепенного наслаивания оболочки с высокой эффективностью. На нем проводят экспериментальные исследования по инкрустации семян сахарной свеклы.

В качестве препаратов в предпосевной подготовке семян для инкрустации применяют Винцит Форте (фунгицид), NaKMЦ (водорастворимый полимер), Гиснагр (гидрогель – прилипатель), Аквалайф (гидрогель для стимуляции роста), Бактофит (биопрепарат для борьбы с грибными болезнями), Силиплант (удобрение, содержащее кремний и микроэлементы), Циркон (природный стимулятор роста). Наиболее эффективные составы на основе водорастворимых полимеров – натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы (NaKMЦ) и поливиниловый спирт (ПВС). NaKMЦ используют и в настоящее время при производстве отечественных фунгицидов. Ранее применяемые полимеры (NaKMЦ и ПВС) хорошо сочетались с рядом системных и контактных фунгицидов (Витавакс 200, ТМТД, Фундазол и др.). Созданы композиционные смеси, содержащие биодеструктурируемые полимеры на основе полимерных систем, позволяющие улучшить результативность предпосевной обработки семян.

В то же время наиболее распространенный препарат для протравливания семян (ТМТД) в последние годы был исключен из списка разрешенных к использованию препаратов. В западных странах в качестве протравителей семян в последние годы чаще стали использовать фениламины (препараты на основе мефеноксама). На территории РФ наиболее распространенный их аналог – Апрон (ВЭ, 350 г/л), который разрешен к использованию на подсолнечнике и сахарной свекле.

Инкрустация семян снижала их лабораторную всхожесть, однако в полевых условиях оболочка с препаратами защиты создавала более благоприятные условия для роста и развития моркови (табл. 1).

Таблица 2. Влияние предпосевной обработки семян на урожайность корнеплодов столовой моркови, среднее за 2013–2014 годы

Вариант	Густота стояния корнеплодов, тыс. шт/га	Урожайность корнеплодов, т/га		Выход товарной продукции, %
		стандартная	общая	
линия моркови 690В				
1. Максим 480, КС (1,0 л/т) + Круйзер 600, КС (10,0 л/т)	483,14	48,71	67,94	71,7
2. Максим 480, КС (1,0 л/т) + Круйзер 600, КС (10,0 л/т) + Изабион (3,0 л/т)	504,83	61,50	79,86	77,0
3. Максим 480, КС (10 л/т)	470,00	44,64	55,64	80,2
4. Максим 480, КС (1,0 л/т) + Форс, МКС (16,5 л/т) + Изабион (3,0 л/т)	503,24	51,07	70,64	72,3
5. Без обработки (контроль)	445,60	42,23	63,79	66,2
НСР ₀₅	–	2,48	3,38	–
линия моркови 690П				
1. Максим 480, КС (1,0 л/т) + Круйзер 600, КС (10,0 л/т)	439,33	51,43	58,86	87,4
2. Максим 480, КС (1,0 л/т) + Круйзер 600, КС (10,0 л/т) + Изабион (3,0 л/т)	488,24	56,64	71,36	79,4
3. Максим 480, КС (10 л/т)	397,14	45,57	57,54	79,2
4. Максим 480, КС (1,0 л/т) + Форс, МКС (16,5 л/т) + Изабион (3,0 л/т)	418,65	50,87	70,80	71,9
5. Без обработки (контроль)	357,43	42,23	66,29	63,7
НСР ₀₅	–	2,47	3,25	–

В условиях богары в Московской области в 2013–2014 годах была неблагоприятная погода в конце мая – начале июня и засушливая на конец июня, что не могло не сказаться на полевой всхожести. Однако обработка семян, особенно в вариантах с включением в состав биоудобрения Изабион, способствовала увеличению полевой всхожести по сравнению с контролем на 9–10%.

В среднем за годы исследований наилучшим оказался вариант инкрустации семян препаратами в дозах Максим 480, КС (1,0 л/т) + Круйзер 600, КС 10,0 (л/т) + Изабион (3,0 л/т). Урожайность на этом варианте при обработке семян линии 690В составила 61,50 т/га стандартных корнеплодов, общая урожайность – 79,86 т/га. Этот вариант также был лучшим и на обработке семян линии 690П: урожайность корнеплодов состави-

ла 71,36 т/га, из которых 56,64 т/га стандартных (табл. 2).

Обработка семян столовой моркови перспективных линий 690П и 690В инсектицидами Круйзер или Форс способствовала снижению содержания корнеплодов, поврежденных личинками морковной мухи. Однако применение этих препаратов не дает стопроцентного результата, а лишь сводит количество поврежденных корнеплодов к минимуму.

Включение в состав оболочки фунгицида Максим способствует снижению количества больных корнеплодов в общем урожае.

Биохимический анализ корнеплодов показал отсутствие остаточных веществ, используемых при инкрустации семян столовой моркови.

Выводы

Инкрустация семян снижала их лабораторную всхожесть, од-

нако в полевых условиях оболочка с препаратами защиты создавала более благоприятные условия для роста и развития моркови столовой. В среднем за годы исследований наилучшим оказался вариант инкрустации семян препаратами в дозах Максим 480, КС (1,0 л/т) + Круйзер 600, КС 10,0 (л/т) + Изабион (3,0 л/т). Урожайность на этом варианте при обработке семян линии 690В составила 61,50 т/га стандартных корнеплодов, общая урожайность – 79,86 т/га. Этот вариант также был лучшим и на обработке семян линии 690П: урожайность корнеплодов составила 71,36 т/га, из которых 56,64 т/га стандартных. При этом включение в состав оболочки фунгицида Максим способствовало снижению количества больных корнеплодов в общем урожае.

Библиографический список

1. Перспективные препараты для инкрустирования семян столовых корнеплодов / Ю.А. Быковский, А.В. Янченко, М.И. Азопков, В.С. Голубович, С.В. Фефелова, Р.А. Багров // Картофель и овощи. 2018. №5. С. 16–19.
2. Инфекционные болезни растений: этиология, современное состояние, проблемы и перспективы защиты растений / П.А. Назаров, Д.Н. Балеев, М.И. Иванова, Л.М. Соколова, М.В. Каракозова // Acta Naturae. 2020. Т. 12. №3(46). С. 46–59.
3. Ashraf M., Foolad M.R. Pre-sowing seed treatment-a shotgun approach to improve germination growth and crop yield under saline and non-saline conditions // Adv. Agron. 2005. №88. Pp. 223–271.
4. Influence of storage conditions on seed quality and longevity of four vegetable crops / A.M. Alhamdan, A.A. Alsadon, S.O. Khalil, M.A. Wahb-Allah, M.E. Nagar, A.A. Ibrahim // American-Eurasian J Agril and Env. Sci. 2011. №11(3). Pp. 353–359.
5. Семеренко С.А., Курилова Д.А. Инкрустация семян льна масличного как способ защиты всходов от вредных организмов в условиях центральной зоны Краснодарского края // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2017. Вып. 4(172). С. 125–133.
6. Li M., Dongwei Y., Li W. Effects of encrustation on germination and seedling growth of vegetable seeds. Acta Agriculturae Shanghai. 2007. Vol. 21. Iss. 3. Pp. 17–20.

Об авторах

Янченко Алексей Владимирович, канд. с.-х. наук, в.н.с. отдела промышленных технологий и инноваций. E-mail: laboratoria2008@yandex.ru

Федосов Александр Юрьевич, м.н.с. отдела промышленных технологий и инноваций. E-mail: fffed@rambler.ru

Меньших Александр Михайлович, канд. с.-х. наук, в.н.с. отдела промышленных технологий и инноваций. E-mail: soulsunnet@gmail.com

Азопков Максим Игоревич, канд. с.-х. наук, в.н.с. отдела промышленных технологий и инноваций. E-mail: max.az62@yandex.ru

Голубович Виктор Сергеевич, канд. с.-х. наук, с.н.с. отдела промышленных технологий и инноваций. E-mail: ded44@yandex.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального научного центра овощеводства (ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО)

References

1. Promising preparations for inlaying seeds of table root crops. Yu.A. Bykovskii, A.V. Yanchenko, M.I. Azopkov, V.S. Golubovich, S.V. Fefelova, R.A. Bagrov. Potato and vegetables. 2018. No5. Pp. 16–19 (In Russ.).
2. Infectious diseases of plants: etiology, current state, problems and prospects of plant protection. P.A. Nazarov, D.N. Baleev, M.I. Ivanova, L.M. Sokolova, M.V. Karakozova. Acta Naturae. 2020. Vol. 12. No3(46). Pp. 46–59 (In Russ.).
3. Ashraf M., Foolad M.R. Pre-sowing seed treatment – a shotgun approach to improve germination growth and crop yield under saline and non-saline conditions. Adv. Agron. 2005. No88. Pp. 223–271.
4. Influence of storage conditions on seed quality and longevity of four vegetable crops. A.M. Alhamdan, A.A. Alsadon, S.O. Khalil, M.A. Wahb-Allah, M.E. Nagar, A.A. Ibrahim. American-Eurasian J Agril and Env. Sci. 2011. No11(3). Pp. 353–359.
5. Semerenko S.A., Kurilova D.A. Inlay of oilseed flax seeds as a way to protect seedlings from harmful organisms in the conditions of the central zone of the Krasnodar Territory. Oilseed crops. Scientific and Technical Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds. 2017. Iss. 4(172). Pp. 125–133 (In Russ.).
6. Li M., Dongwei Y., Li W. Effects of encrustation on germination and seedling growth of vegetable seeds // Acta Agriculturae Shanghai. 2007. Vol. 21. Iss. 3. Pp. 17–20.

Author details

Yanchenko A.V., Cand. Sci. (Agr.), leading research fellow, Department of Technology and Innovation. E-mail: laboratoria2008@yandex.ru

Fedosov A.Yu., junior research fellow, Department of Technology and Innovation. E-mail: fffed@rambler.ru

Men'shikh A.M., Cand. Sci. (Agr.), leading research fellow, Department of Technology and Innovation. E-mail: soulsunnet@gmail.com

Azopkov M.I., Cand. Sci. (Agr.), leading research fellow, Department of Technology and Innovation. E-mail: max.az62@yandex.ru

Golubovich V.S., Cand. Sci. (Agr.), senior research fellow, Department of Technology and Innovation. E-mail: ded44@yandex.ru

All-Russian Research Institute of Vegetable Growing – branch of Federal Scientific Centre of Vegetable Growing (ARRIVG – branch of FSBSI FSVC)