

Изучение вариантов обработки семян бахчевых культур в электрических полях высокого напряжения

И. В. Юдаев[✉], доктор технических наук, профессор, профессор кафедры применения электрической энергии¹

А. И. Беленков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, консультант отдела селекции кормовых культур²

¹ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина»
350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, д. 13, ✉etsh1965@mail.ru

²ФНЦ кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса, Московская обл.
141055, Московская обл. г. Лобня, ул. Научный городок, корп. 1

Резюме. Исследования проводили с целью изучения влияния электрофизических воздействий на семена бахчевых культур и их развитие, а также для выявления наиболее эффективного варианта предпосевной стимуляции и режима обработки. В качестве агротехнологической задачи проводили оценку возможности реализации заложенного в семенах бахчевых растений потенциала развития, который можно было бы реализовать, используя для этого электростимуляцию при минимальном негативном влиянии на экологию окружающей среды. Изучали всхожесть семян арбуза и тыквы после электрообработки; развитие и рост растений; оценку структуры собранного урожая; развитие и распространение вредных патогенных организмов на семенах. Для изучения влияния электрических полей высокого напряжения (постоянного (ЭППВН), переменного (ЭППрВН), импульсного (ЭПИВН)) на семена бахчевых культур перед посевом использовали специально собранную установку. Обработка семян тыквы в ЭППВН показала, что на 3-й день имелось 100 % проросших семян, в ЭППрВН – 50 %, в ЭПИВН – 30 %, проросток тыквы при обработке в ЭППВН был длиннее в 9,0 и 3,6 раза, чем в контроле и при других обработках; обработка семян арбуза в ЭППВН показала, что на 3-й день имелось 70 % проросших семян, в ЭППрВН – 20 %, в ЭПИВН – 40 %; проросток арбуза при обработке семян в ЭППВН был длиннее в 1,5...2,0 раза, чем при других обработках. Высокий эффект по уничтожению патогенных микроорганизмов наблюдали при обработке семян в ЭПИВН – количество патогенных микроорганизмов на оболочке семян арбуза и тыквы было в 4,25 и в 4,1 раза меньше по сравнению с контролем; при обработке в ЭППВН их количество также было в 3,0 раза меньше, а вот обработка семян в ЭППрВН зафиксировала увеличение патогенной микрофлоры в 2,0 и 1,2 раза. Самый высокий урожай арбуза и тыквы был получен при предпосевной обработке семян в ЭППВН – на 25,5 и 37,8 %; в ЭППрВН – на 15,7 и 27,0 %; в ЭПИВН – на 9,8 и 5,4 %.

Ключевые слова: бахчевые культуры, обработка в электрическом поле, всхожесть семян, количество патогенных микроорганизмов, урожайность.

Для цитирования: Юдаев И. В., Беленков А. И. Изучение вариантов обработки семян бахчевых культур в электрических полях высокого напряжения // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. №1 (65). С. 210-218. doi:10.18286/1816-4501-2024-1-210-218

Study of the variants for processing melon seeds in high voltage electric fields

I. V. Yudaev[✉], **A. I. Belenkov**²

¹FSBEI HE "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin"
350044, Krasnodar region, Krasnodar, Kalinina st., 13, ✉etsh1965@mail.ru

²FSC of feed production and agroecology named after V.R. Williams, Moscow region
141055, Moscow region, Lobnya, Nauchnyi gorodokst., bldg. 1

Abstract. The studies were carried out to study the influence of electrophysical impacts on the seeds of melon crops and their development, as well as to identify the most effective option for pre-sowing stimulation and treatment regimen. As an agrotechnological task, the possibility of fulfilling the development potential inherent in the seeds of melon plants was assessed, it could be realized using electrical stimulation, with minimal negative impact on the ecology of the environment. The germination of watermelon and pumpkin seeds after electrical treatment was studied; plant development and growth; assessment of the structure of the harvested crop; development and spread of harmful pathogenic organisms on seeds. To study the influence of high voltage electric fields (constant (HVCEF), alternating (HVAEF), pulsed (HVPEF)) on melon seeds before sowing, a specially assembled installation was used. Treatment of pumpkin seeds in HVCEF showed that on the 3rd day there were 100% of sprouted seeds, in HVAEF - 50%, in HVPEF - 30%, the pumpkin seedling when treated in HVCEF was 9.0 and 3.6 times longer than in control and other treatments; treatment of

watermelon seeds in HVCEF showed that on the 3rd day there were 70% of sprouted seeds, in HVAEF - 20%, in HVPEF - 40%; the watermelon seedling when the seeds were treated in HVCEF was 1.5...2.0 times longer than with other treatments. A high effect on the destruction of pathogenic microorganisms was observed when processing seeds in HVPEF - the number of pathogenic microorganisms on the shell of watermelon and pumpkin seeds was 4.25 and 4.1 times lower compared to the control; when treated in HVCEF, their number was also 3.0 times less, but seed treatment in HVAEF recorded an increase in pathogenic microflora by 2.0 and 1.2 times. The highest yield of watermelon and pumpkin was obtained with pre-sowing seed treatment in HVCEF - by 25.5 and 37.8%; in HVAEF – by 15.7 and 27.0%; in HVPEF - by 9.8 and 5.4%.

Keywords: melons, treatment in an electric field, seed germination, number of pathogenic microorganisms, yield.

For citation: Yudaev I. V., Belenkov A. I. Study of the variants for processing melon seeds in high voltage electric fields // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2024;1(65): 210-218 doi:10.18286/1816-4501-2024-1-210-218

Введение

Антропогенная нагрузка, как и последствие пандемий и эпидемий, на организм человека все чаще и чаще заставляет говорить о необходимости включения в рацион питания продуктов, способных поддерживать и восстанавливать иммунитет. Среди продуктов растениеводства бахчевые культуры всегда рассматривались как некая кладёшь минеральных и органических полезных веществ, способных поддерживать и восстанавливать нормальное функционирование организма. Плоды этих культур характеризуются наличием в них таких функционально значимых для здоровья человека компонентов, как глюкоза, фруктоза, сахароза, органические кислоты – яблочная, лимонная, муравьиная, эфирные масла, ферменты, витамины, пектины и др. [1, 2].

Сбор качественной продукции растениеводства в необходимом для потребителя количестве напрямую зависит от качества семян, их роста и развития в начальный период, тогда, когда закладывается основа будущего урожая. Эти вопросы определяют перед семеноводством сложные задачи, решить которые можно не только путем получения новых семян, но и эффективно использовать семена имеющихся сортов, прошедших предварительную обработку, улучшивших посевные качества и подготовленных для внесения в почву [3].

Многие бахчеводы подчеркивают существующие особенности агротехники бахчевых культур на начальном этапе развития растений. Так из-за «низкой полевой всхожести семян арбуза наблюдается изреженность посевов, неравномерность появления всходов, что, конечно, приводит к снижению урожайности. Улучшение посевных качеств семян по своему значению равноценно таким мероприятиям, как подготовка почвы и создание пищевого режима для растений, следовательно, улучшение посевных качеств семян – резерв повышения урожайности» [4].

В настоящее время в растениеводстве используются разнообразные методы и способы предварительной подготовки семян, в том числе и бахчевых культур, к посеву, реализовав тем самым основной положительный эффект такой предпосевной обработки – пробудить зародыш семени к активной жизни еще до внесения его в естественную среду обитания – в почву. Очень часто в бахчеводстве

применяют: 1) прогревание семян под прямыми солнечными лучами; 2) замачивание их в водных растворах при комнатной температуре в течение суток; 3) четырехчасовое прогревание при температуре окружающей среды 50...60°C за один-два дня до посева и др. Все перечисленные варианты предпосевной подготовки достаточно легко реализуются, являясь зачастую обязательными агроприемами обработки семян перед внесением их в почву.

Отечественные семена овощных и бахчевых культур серьезно уступают зарубежным, в том числе и в посевных качествах, поэтому изучение и исследование новых методов и подходов повышения качества уже используемого в стране семенного материала считается одним из необходимых направлений в семеноводстве, в частности для реализации концепции устойчивого развития всего сельского хозяйства.

Одной из действенных электротехнологических операций является предпосевная стимуляция семян разнообразных возделываемых культур [5, 6, 7]. Её эффективность, положительно проявляемая при развитии возделываемых культур, доказана многочисленными исследованиями, анализом полученных результатов, реализованных технологий при обработке семян в поле высокого постоянного и переменного напряжения [8, 9, 10]; в магнитном поле [11, 12]; в поле коронного разряда [13]; в импульсном поле высоковольтных разрядов [14, 15]; низкотемпературной плазмой [16] и др. Положительное влияние перечисленных электрофизических способов и воздействий подтверждено равномерными и дружными всходами посеянных семян; получением более высоких урожаев качественной продукции; снижением распространения и развития в посевах и собранном урожае различной негативной микрофлоры, возбудителей болезней.

Цель исследований – изучение влияния предпосевной стимуляции семян бахчевых культур в электрических полях высокого постоянного, переменного и импульсного напряжения с различными параметрами электрофизического воздействия на их посевные характеристики, рост и развитие растений арбуза и тыквы, развитие и распространение вредных патогенных организмов на семенных оболочках, а также выявление наиболее эффективного варианта предпосевной электростимуляции и режима обработки. В качестве основной

агротехнологической задачи ставилась задача оценки возможности реализации заложенного в семенах бахчевых растений потенциала развития, который можно было бы реализовать, используя для этого электростимуляцию при минимальном негативном влиянии на экологию окружающей среды.

Материалы и методы

Исследования проводились проблемной НИЛ «Биоэнергетических исследований и эффективных электротехнологий» ФГБОУ ВО Волгоградского ГАУ совместно с Быковской бахчевой селекционной опытной станцией – филиалом ФГБНУ «ФНЦ овощеводства» на сельскохозяйственных угодьях левобережного Заволжья Волгоградской области, во время которых изучали влияние предпосевной стимуляции семян в электрических полях высокого напряжения на всхожесть семян бахчевых культур – арбуза и тыквы; развитие и распространение вредных патогенных организмов на семенной оболочке; развитие растений; сформированность и структуру собранного урожая.

Обработка в электрическом поле различного высокого напряжения изучалась на семенах арбуза сорта «Синчѳвский» и тыквы сорта «Зорька». В качестве предшественника выступали почвенные угодья после многолетних трав, на которой были размещены опытные делянки общей площадью 70 м².

При посеве придерживались существующих рекомендаций, которые определяли следующие сроки: для арбуза – в последнюю пятидневку апреля и первую декаду мая; для тыквы – третью декаду апреля. Рекомендованная глубина заделки семян арбуза составляет 6...8 см, а тыквы – 8...10 см. Нормы высева семян арбуза при 100% всхожести в зависимости от размеров семян – 1,5...3,5 кг/га, а тыквы – 2,0...4,0 кг/га. Схемы посева: арбуз – 2,5×2,0; 2,1×1,4; тыква – 2,5×1,8; 2,1×2,0 м.

Уход за растениями в посевах был организован в виде трех междурядных обработок: «1» – по всходам маячной культуры, «2» – в фазу «шатрика» и «3» – перед смыканием плетей. Одновременно с проведением культивации осуществляли прополку в рядах с прорывкой плетей, их расправкой и присыпкой. Уборку бахчевых культур осуществляли сплошным одноразовым способом после массового созревания.

Для стимуляции повышенной всхожести семян, дружности и энергии их прорастания как главных факторов получения гарантированного качественного урожая было запланировано проведение исследований по изучению влияния на перечисленные показатели электрических полей высокого напряжения.

Исследования проводили в соответствии с предварительно оговоренным алгоритмом проведения экспериментов, который учитывал, что изучали следующие варианты обработки семян бахчевых культур: 1) контроль (без обработки семян в электрическом поле); 2) воздействие на семена

электрического поля переменного высокого напряжения (ЭППрВН), напряженностью $E = 5$ кВ/см; 3) воздействие на семена электрического поля постоянного высокого напряжения (ЭППВН), напряженностью $E = 5$ кВ/см; 4) воздействие на семена электрического поля импульсов высокого напряжения (ЭПИВН), напряженностью $E = 5$ кВ/см. Во всех изучаемых вариантах обработку осуществляли в течение 60 секунд непрерывного воздействия.

Для организации обработки семян в перечисленных выше электрических полях была обоснована и собрана лабораторная экспериментальная установка, применение которой позволяло эффективно осуществлять электрическое воздействие, контролируя и управляя его параметрами и режимами.

Электротехнологическая экспериментальная установка для обработки семян бахчевых культур в электрическом поле – ЭППрВН и ЭППВН была собрана на базе промышленно выпускаемого источника регулируемого высокого переменного и постоянного напряжения СКАТ-70 (рис. 2а). Семена, обрабатываемые в электрическом поле, размещали в специально изготовленной рабочей ячейке, корпус которой изготовлен из диэлектрического материала, а электроды из пищевой нержавеющей стали. Нижний электрод фиксировался неподвижно, а верхний имел возможность изменять свое положение по высоте над нижним электродом-основанием. Напряжение обработки, подводимое к электродам, регулировалось непосредственно на панели аппарата СКАТ-70, как время обработки, которое выставлялось по таймеру, органы настройки последнего также размещены на панели управления.

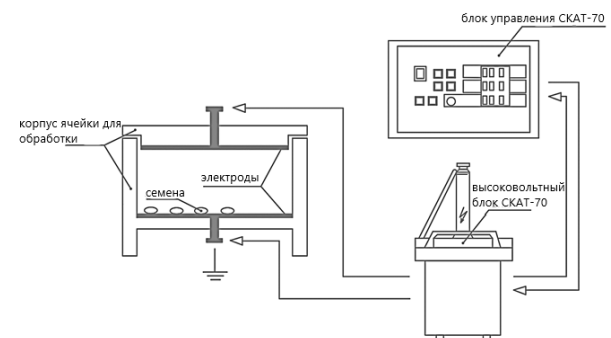


Рис. 2. Схема подключения элементов в экспериментальной установке для обработки в ЭППрВН и ЭППВН (а) и установка, собранная для изучения обработки семян в ЭПИВН (б)

В состав установки для обработки в электрическом поле высокого импульсного напряжения – ЭПИВН (рис. 2б), кроме обозначенного источника высокого напряжения вошли следующие блоки: 1) регулируемый управляемый формирующий разрядник, изготовленный на основе полушаровых электродов; 2) схема управления этим разрядником, задающая частоту следования воздействующих импульсов; 3) экспериментальная ячейка для обработки с расположенными в ней электродами; 4) комплект измерительных приборов [17, 18].

Всхожесть семян и количество патогенных микроорганизмов на семенной оболочке изучали в лабораторных условиях. Для оценки всхожести и выяснения ростовых характеристик проростков использовали методики, указанные в ГОСТ 12038-84, а результаты фиксировали по прошествии 3 и 30 суток после обработки семян в электрических полях высокого напряжения. Проверку на всхожесть организовывали в чашках Петри, на влажной фильтровальной бумаге и с использованием лабораторного термостата.

Количество патогенных микроорганизмов на семенной оболочке изучали, используя стандартный классический микробиологический тест в чашках Петри. В чашки с питательной средой высевали пробу, проверяемую на содержание патогенных микроорганизмов. Затем чашку закрывали и помещали в термостат на определенное время под воздействие постоянной температуры. По истечении времени чашки извлекали из шкафа и производили подсчет колоний микроорганизмов. Для подсчета количества патогенных организмов использовали микроскоп с увеличением 7×40.

Уборку и учет урожая проводили путём взвешивания и подсчета плодов, качественные показатели полученной продукции определяли на основании биохимического анализа плодов, определяя содержание сухого вещества, общий сахар, витамин «С», кислотность, а содержание нитратов в плодах определяли согласно частным методикам, принятым на опытной станции.

Результаты

В составе патогенной микрофлоры в основном наблюдали грибы *Fusarium*, *Botrytis*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Mucor*, *Rhizopus*. Грибные колонии обнаруживали на третий-четвертый дни наблюдений, интенсивно разрастаясь от 15 до 60 %, при 3...5 баллах. Ярко выраженный интенсивный рост отмечали у грибов *Mucor*, *Penicillium*.

Результаты проведенных опытов позволили выявить положительный эффект от воздействия на семена электрического поля высокого напряжения – наблюдали снижение количества патогенных микроорганизмов на семенной оболочке. Высокий эффект по уничтожению патогенных микроорганизмов был выявлен при обработке семян в ЭПИВН – при этом количество патогенных микроорганизмов на оболочке семян было в 4,25 и в 4,1 раза ниже по сравнению с контролем для арбуза и тыквы соответственно (табл. 1). Также следует отметить эффективность обработки семян в ЭППВН, при этом контролируемый показатель как для арбуза, так и для тыквы был в 3,0 раза меньше по сравнению с контролем. А вот при воздействии на семена ЭППрВН наблюдали стимулирование развития патогенной микрофлоры, которая была больше в 2,0 раза у тыквенных семян и в 1,2 раза - на семенах арбуза по сравнению с контролем.

Таблица 1. Оценка патогенных микроорганизмов на семенных оболочках бахчевых культур, шт., через 3 дня после их электрообработки

Вариант агроприема	Поле зрения микроскопа			
	1	2	3	общее
Арбуз				
Контроль (без обработки)	36	38	45	119
ЭППрВНЕ = 5 кВ/см	43	50	48	141
ЭППВНЕ = 5 кВ/см	21	12	8	41
ЭПИВНЕ = 5 кВ/см	12	10	6	28
Тыква				
Контроль (без обработки)	42	28	36	106
ЭППрВНЕ = 5 кВ/см	73	53	88	214
ЭППВНЕ = 5 кВ/см	16	10	10	36
ЭПИВНЕ = 5 кВ/см	11	8	7	26

Таблица 2. Влияние электрообработки семян бахчевых культур по истечении 3 дней на их всхожесть и длину проростка

Вариант агроприема	Арбуз		Тыква	
	проросшие семена, %	средняя длина проростка, см	проросшие семена, %	средняя длина проростка, см
Контроль (без обработки)	0,0	0,0	1,0	0,2
ЭППрВНЕ = 5 кВ/см	20,0	0,4	50,0	0,5
ЭППВНЕ = 5 кВ/см	70,0	0,6	100,0	1,8
ЭПИВНЕ = 5 кВ/см	40,0	0,3	30,0	0,5

Таблица 3. Оценка патогенных микроорганизмов на семенных оболочках бахчевых культур, шт., через 30 дней после их электрообработки

Вариант агроприема	Поле зрения микроскопа			
	1	2	3	общее
Арбуз				
Контроль (без обработки)	425	358	216	999
ЭППрВНЕ = 5 кВ/см	158	124	172	454
ЭППВНЕ = 5 кВ/см	140	196	103	442
ЭПИВНЕ = 5 кВ/см	30	21	15	66
Тыква				
Контроль (без обработки)	250	223	186	659
ЭППрВНЕ = 5 кВ/см	86	93	103	282
ЭППВНЕ = 5 кВ/см	80	110	106	296
ЭПИВНЕ = 5 кВ/см	20	18	12	50

Таблица 4. Влияние электрообработки семян бахчевых культур по истечении 30 дней на их всхожесть и длину проростка

Вариант агроприема	Арбуз		Тыква	
	проросшие семена, %	средняя длина проростка, см	проросшие семена, %	средняя длина проростка, см
Контроль (без обработки)	0,0	0,0	0,0	0,0
ЭППрВНЕ = 5 кВ/см	1,0	0,2	1,0	1,2
ЭППВНЕ = 5 кВ/см	1,0	0,2	3,0	1,2
ЭПИВНЕ = 5 кВ/см	1,0	0,2	1,0	1,0

Таблица 5. Влияние предпосевной электрообработки семян бахчевых культур на длину вегетационного периода, дни

Вариант агроприема	Фазы роста и развития растений			
	посев – всходы	всходы – плодообразование	плодообразование – созревание	длина вегетационного периода
Арбуз				
Контроль (без обработки)	15	44	40	84
ЭППрВНЕ = 5 кВ/см	12	42	40	82
ЭППВНЕ = 5 кВ/см	7	40	39	79
ЭПИВНЕ = 5 кВ/см	14	44	40	84
Тыква				
Контроль (без обработки)	12	65	50	115
ЭППрВНЕ = 5 кВ/см	10	62	48	110
ЭППВНЕ = 5 кВ/см	7	62	48	110
ЭПИВНЕ = 5 кВ/см	11	65	50	115

Обработка семян тыквы в ЭППВН показала, что на 3-й день имелось 100 % проросших семян. При этом результат фиксации позволял констатировать, что проросток из семян, обработанных таким образом, был длиннее в 9,0 и 3,6 раза, чем проростки в контроле и при других вариантах обработки. Обработка семян тыквы в ЭПИВН увеличило их всхожесть в 30 раз, но вместе с тем он был на 20...70 % хуже, чем в других изучаемых вариантах (ЭППрВН и ЭППВН). Аналогичные результаты характеризовали и обработку семян арбуза. На 3-й день в варианте с использованием ЭППВН проросло 70 % семян, на контроле – 0 %, а длина проростка была в 1,5...2,0 раза больше по сравнению с другими изучаемыми вариантами обработки в электрических полях (табл. 2).

Через 30 дней с целью определения последствий способа предпосевной электрообработки семян была осуществлена повторная проверка, которая позволила увидеть высокое развитие патогенной микрофлоры на поверхности семян в контрольном варианте. Состав микрофлоры оставался тем же. В вариантах с ЭППрВН и ЭППВН проявлялся

высокий сдерживающий эффект – обсемененность патогенными микроорганизмами была в 2,2...2,3 раза ниже по сравнению с контролем. Анализ обработки семян в ЭПИВН показал, что патогенных микроорганизмов насчитывали самое малое количество (табл. 3).

Повторный анализ на всхожесть показал значительное снижение по сравнению с наблюдениями по истечении 3-х суток: у семян тыквы процент проросших семян составил 1...3 %, у арбуза – 1 % (табл. 4). Наблюдения показали, что на варианте с ЭППВН массовые всходы были получены через 7 дней, что было на 8 дней раньше по сравнению с контролем и на 5...7 дней раньше по сравнению с ЭППрВН и ЭППВН.

При всех вариантах электрообработки наблюдалось практически одинаковое время созревания плодов. Длина вегетационного периода для растений из обработанных семян арбуза и тыквы в ЭППрВН и ЭППВН сократилась на 2...5 и 5 дней соответственно по сравнению с контролем и при обработке в ЭПИВН (табл. 5).

Урожайность бахчевых культур – основной показатель эффективности элементов агротехнологии возделывания.

Результаты проведенного анализа собранного урожая бахчевых культур свидетельствуют, что самый высокий урожай плодов как арбуза, так и тыквы

был получен на варианте с предпосевной обработкой семян в ЭППВН – соответственно на 25,5 и 37,8 % выше, чем в контроле. Обработка семян арбуза и тыквы в ЭППВН позволила получить урожайность превышающие контроль на 15,7 и 27,0 %, а в ЭПИВН – на 9,8 и 5,4 % соответственно (табл. 6).

Таблица 6. Влияние предпосевной электрообработки семян на урожайность и качество плодов арбуза и тыквы

Вариант агроприема	Урожайность, т/га	Сухое вещество, %	Общий сахар, %	Витамин «С», %	Кислотность, %	Нитраты, мг/кг
Арбуз						
Контроль (без обработки)	5,1	10,0	9,15	6,00	0,107	30,4
ЭППрВН E = 5 кВ/см	5,9	11,8	10,60	6,30	0,107	25,6
ЭППВН E = 5 кВ/см	6,4	12,0	10,90	6,60	0,107	24,8
ЭПИВН E = 5 кВ/см	5,6	10,4	9,50	6,60	0,107	29,0
Тыква						
Контроль (без обработки)	3,7	5,8	4,50	4,25	0,097	36,6
ЭППрВН E = 5 кВ/см	4,7	6,0	5,00	4,84	0,086	38,3
ЭППВН E = 5 кВ/см	5,1	6,4	5,45	4,84	0,107	43,0
ЭПИВН E = 5 кВ/см	3,9	6,0	4,56	4,84	0,107	46,1
НСР05=0,46 т/га, Р %=2,46 (арбуз), НСР05=0,50 т/га, Р %=3,51 (тыква)						

Анализируя данные таблицы 6 по изучению влияния предпосевной электрообработки семян на урожайность и качество плодов арбуза и тыквы, можно выделить следующее:

1) содержание сухих веществ в собранных плодах арбуза было больше на 18,0...20,0...4,0 %, в плодах тыквы – на 10,3...3,5...3,5 %, в вариантах с предпосевной обработкой семян в ЭППВН, ЭППрВН и ЭПИВН соответственно по сравнению с контролем;

2) содержание общего сахара в собранных плодах арбуза было больше на 19,1...15,8...3,8 %, в плодах тыквы – на 21,1...11,1...1,3 %, в вариантах с предпосевной обработкой семян в ЭППВН, ЭППрВН и ЭПИВН соответственно по сравнению с контролем;

3) содержание витамина «С» в собранных плодах арбуза было больше на 10,0...5,0...10,0 % в вариантах с предпосевной обработкой семян в электрическом поле ЭППВН, ЭППрВН и ЭПИВН соответственно по сравнению с контролем;

4) содержание витамина «С» в собранных плодах тыквы было больше на 12,2 % во всех вариантах с предпосевной обработкой семян в электрическом поле высокого напряжения по сравнению с контролем;

5) содержание нитратов в собранных плодах арбуза было меньше на 18,4...15,8...4,6 %, а в плодах тыквы было больше на 17,5...4,6...26,8 %, в вариантах с предпосевной обработкой семян в ЭППВН, ЭППрВН и ЭПИВН соответственно по сравнению с контролем;

6) кислотность в собранных плодах арбуза не изменилась в вариантах с предпосевной обработкой семян в ЭППВН, ЭППрВН и ЭПИВН по сравнению с контролем;

7) кислотность в собранных плодах тыквы увеличилась на 10,3 % в вариантах с предпосевной обработкой семян в электрическом поле ЭППВН и

ЭПИВН, и уменьшилась в ЭППрВН на 11,3 % по сравнению с контролем.

Обсуждение

Проведенные исследования и анализ полученных результатов позволяет представить некоторые рассуждения о применимости электростимуляции семян перед посевом, в том числе и для бахчевых культур, и эффективности ее применения в качестве агротехнологической операции. Известно, что стимулирующие дозы внешнего воздействия, не нарушая основной программы развития растения, заложенной в генетической структуре, ускоряют лишь реализацию этой программы, что выражается в более быстром прохождении этапов онтогенеза. По данным академика РАСХН и РАН А.А. Жученко [19], электрические поля ингибируют рост растений, повышают интенсивность дыхания, влияют на ростовые движения. Биологические эффекты, возникающие после воздействия электрических полей на растения, проявляются в ускорении роста сеянцев, увеличении женских цветков, различных аномалиях роста, но на сегодняшний день имеющейся информации пока еще недостаточно для понимания не только природы, но и характера действия электромагнитного поля, в том числе и электрических полей разного вида и интенсивности.

Учитывая пищевую ценность бахчевой продукции, необходимы экологически чистые методы повышения урожайности и качества продукции. Сведения о результатах исследований по изучению воздействия разнообразных физических факторов электрической природы на семена бахчевых культур и сами растения арбуза, дыни, тыквы сегодня крайне малочислены. И поэтому, на наш взгляд, представленные результаты работы и сделанные по ней выводы представляют не только исследовательский, но и производственный интерес, особенно

сегодня, когда в стране выделен курс на органическое земледелие, производство безопасных продуктов питания и снижение негативной нагрузки на экологию.

Заклучение

Проведённые исследования по предпосевной обработке семян в электрических полях высокого напряжения показали ее положительное действие на снижение патогенной микрофлоры на семенной оболочке, повышение всхожести семян, интенсивном развитии растений арбуза и тыквы, увеличении урожайности собранных плодов и более лучших качественных показателей собранного урожая, сделанных на основе биохимического анализа.

Обработка семян тыквы в ЭППВН показала, что на 3-й день имелось 100 % проросших семян, в ЭППрВН – 50 %, в ЭПИВН – 30 %, контроль – 1 %; проросток тыквы при обработке в ЭППВН был длиннее в 9,0 и 3,6 раза, чем в контроле и при других обработках; обработка семян арбуза в ЭППВН показала, что на 3-й день имелось 70 % проросших семян, в

ЭППрВН – 20 %, в ЭПИВН – 40 %, контроль проросших семян арбуза не показал; проросток арбуза при обработке семян в ЭППВН был длиннее в 1,5...2,0 раза, чем при других обработках, в контроле проростки не наблюдались.

Высокий эффект по уничтожению патогенных микроорганизмов наблюдался: при обработке семян в ЭПИВН – количество патогенных микроорганизмов на оболочке семян арбуза и тыквы было в 4,25 и в 4,1 раза ниже по сравнению с контролем; при обработке в ЭППВН их количество также было в 3,0 раза меньше, а вот обработка семян в ЭППрВН зафиксировала некоторое стимулирующее действие – наблюдалось увеличение патогенной микрофлоры в 2,0 и 1,2 раза по сравнению с контролем.

Анализ собранного урожая позволяет говорить, что самый высокий урожай арбуза и тыквы был получен при предпосевной обработке семян в ЭППВН, что было на 25,5 и 37,8 % больше, чем в контроле; при обработке в ЭППрВН – на 15,7 и 27,0 % больше, чем в контроле; в ЭПИВН – на 9,8 и 5,4 %.

Литература

1. Nutritional composition and health benefits of various botanical types of melon (*Cucumis melo* L.) / S. Manchali, K. N. Chidambara Murthy, B. S. Patil, et al. // *Plants*. 2021. Aug. 24. Vol. 10 No. 9. P. 1755. doi: 10.3390/plants10091755.
2. An update on functional, nutraceutical and industrial applications of watermelon by-products: A comprehensive review / S. Zia, M.R. Khan, M.A. Shabbir, et al. // *Trends in Food Science & Technology*. 2021. August. Vol. 114. P. 275-291. doi:10.1016/j.tifs.2021.05.039.
3. Seed quality: variety development to planting – An overview / S. Sundareswaran, P. Ray Choudhury, C. Vanitha, et al. // In: Dadlani M., Yadava D.K. (eds) «Seed Science and Technology». Singapore: Springer, 2023. P. 1-16. doi:10.1007/978-981-19-5888-5_1.
4. Кипаева Е. Влияние предпосевной обработки семян бахчевых культур на продуктивность и посевные качества / Е. Кипаева, Т. Соколенко // *Главный агроном*. 2017. №2. С.58-60.
5. Electrotechnology as one of the most advanced branches in the agricultural production development / V. I. Baev, V. A. Petrukhin, I.V. Baev, et al. // In book «Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development». Hershey, Pennsylvania: IGI Global. 2018. P. 149-175. doi: 10.4018/978-1-5225-3867-7.ch007.
6. Dannehl D. Effects of electricity on plant responses / D. Dannehl // *Scientia Horticulturae*. 2018. Vol. 234. P. 382-392. doi: 10.1016/j.scienta.2018.02.007.
7. A review on influence of electric field on seed germination / D. Singh, A. Kumar, P. Singh // *Journal of Hunan University (Natural Sciences)*. 2021. June. Vol. 48 (6). P. 35-48.
8. New approach to study stimulating effect of the pre-sowing barley seeds treatment in the electromagnetic field / A. S. Kazakova, I. V. Yudaev, M. G. Fedoischenko et al. // *OnLine Journal of Biological Sciences*. 2018. Vol. 18. No. 2. P. 197-207. doi: 10.3844/ojbsci.2018.197.207.
9. Evaluation of the effect of electromagnetic treatment on the sowing qualities of triticale seeds / K. Sirakov, J. Álvarez, A. Muhova // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2021. Vol. 27. 4. P. 699-711.
10. Prospects for the use of stimulation by electric field of old cereal seeds / A.S. Kasakova, S.Y. Mayboroda, V.B. Chronyuk, et al. // *Asia Life Sciences*. 2019. Vol. 28. No. 1. P. 229-239.
11. Pre-sowing static magnetic field treatment of vegetable seeds and its effect on germination and young seedlings development / A. Koukounaras, A. Boursianis, S. Kostas et al. // *Seeds*. 2023. Vol. 2. No. 4. P. 394-405. doi:10.3390/seeds2040030.
12. Magnetic field (MF) applications in plants: An overview / M. Sarraf, S. Kataria, H. Taimourya, et al. // *Plants*. 2020. Vol. 9 No. 9. No. 1139. doi:10.3390/plants9091139.
13. Innovative technology of seed treatment by electric corona discharge / E.G. Porsev, B.V. Malozyomov // *V Proceedings of the International Conference «Actual Issues of Mechanical Engineering» (AIME 2018)*. Atlantis Press, 04.2018. P 496-503. doi:10.2991/aime-18.2018.95.
14. Pulsed electric field treatment of seeds altered the endophytic bacterial community and promotes early growth of roots in buckwheat / H. Qu, Y. Wang, B. Wang et al. // *BMC Microbiology*. 2023. Vol. 23. No. 290. doi:10.1186/s12866-023-02943-5.

15. Application of high voltage electrical discharge treatment to improve wheat germination and early growth under drought and salinity conditions / T. Marček, T. Kovač, K. Jukić, A. Lončarić, et al. // *Plants*. 2021. Vol. 10. No. 10. P. 2137. doi:10.3390/plants10102137.

16. Effect of corona discharge plasma jet treatment on decontamination and sprouting of rapeseed (*Brassica napus* L.) seeds / P. Puligundla, Je-W. Kim, C. Mok // *Food Control*. 2017. January Vol. 71. P. 376-382 doi: 10.1016/j.foodcont.2016.07.021.

17. Электрофизическая предпосевная обработка семян как способ интенсификации процессов в растениеводческой отрасли сельского хозяйства / С.И. Васильев, И.В. Юдаев, С.В. Машков и др. Кинель: Самарский ГАУ, 2020. 243 с.

18. Беленков А. И., Юдаев И. В. Электрофизические способы предпосевной обработки зерновых культур / А.И. Беленков, И.В. Юдаев // *Нивы России*. 2019. № 8 (174).С. 48-58.

19. Жученко А. А. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство = Adaptive Plant Production: (эколого-генетические основы): теория и практика: [в 3 т.]. РАСХН, Фонд им. А. Т. Болотова. М.: Агрорус, 2009. 958 с.

References

1. Nutritional composition and health benefits of various botanical types of melon (*Cucumis melo* L.) / S. Manchali, K. N. Chidambara Murthy, B. S. Patil, et al. // *Plants*. 2021. Aug. 24. Vol. 10 No. 9. P. 1755. doi: 10.3390/plants10091755.

2. An update on functional, nutraceutical and industrial applications of watermelon by-products: A comprehensive review / S. Zia, M.R. Khan, M.A. Shabbir, et al. // *Trends in Food Science & Technology*. 2021. August. Vol. 114. P. 275-291. doi:10.1016/j.tifs.2021.05.039.

3. Seed quality: variety development to planting – An overview / S. Sundareswaran, P. Ray Choudhury, C. Vanitha, et al. // In: Dadlani M., Yadava D.K. (eds) *Seed Science and Technology*. Singapore: Springer, 2023. P. 1-16. doi:10.1007/978-981-19-5888-5_1.

4. Kipaeva E. The influence of pre-sowing treatment of melon crop seeds on productivity and sowing qualities / E. Kipaeva, T. Sokolenko // *Chief Agronomist*. 2017. № 2. P.58-60.

5. Electrotechnology as one of the most advanced branches in the agricultural production development / V. I. Baev, V. A. Petrukhin, I.V. Baev, et al. // In book "Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development". Hershey, Pennsylvania: IGI Global. 2018. P. 149-175. doi: 10.4018/978-1-5225-3867-7.ch007.

6. Dannehl D. Effects of electricity on plant responses / D. Dannehl // *Scientia Horticulturae*. 2018. Vol. 234. P. 382-392. doi: 10.1016/j.scienta.2018.02.007.

7. A review on the influence of electric field on seed germination / D. Singh, A. Kumar, P. Singh // *Journal of Hunan University (Natural Sciences)*. 2021. June. Vol. 48. No. 6. P. 35-48.

8. New approach to study the stimulating effect of the pre-sowing barley seeds treatment in the electromagnetic field / A. S. Kazakova, I. V. Yudaev, M. G. Fedoischenko et al. // *OnLine Journal of Biological Sciences*. 2018. Vol. 18. No. 2. P. 197-207. doi: 10.3844/ojbsci.2018.197.207.

9. Evaluation of the effect of electromagnetic treatment on the sowing qualities of triticale seeds / K. Sirakov, J. Álvarez, A. Muhova // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2021. Vol. 27. No.4. P. 699-711.

10. Prospects for the use of stimulation by electric field of old cereal seeds / A. S. Kasakova, S. Y. Mayboroda, V. B. Chronyuk, et al. // *Asia Life Sciences*. 2019. Vol. 28. No. 1. P. 229-239.

11. Pre-sowing static magnetic field treatment of vegetable seeds and its effect on germination and young seedlings development / A. Koukounaras, A. Boursianis, S. Kostas et al. // *Seeds*. 2023. Vol. 2. No. 4. P. 394-405. doi:10.3390/seeds2040030.

12. Magnetic field (MF) applications in plants: An overview / M. Sarraf, S. Kataria, H. Taimourya, et al. // *Plants*. 2020. Vol. 9 No. 9. P. 1139. doi:10.3390/plants9091139

13. Innovative technology of seed treatment by electric corona discharge / E. G. Porsev, B. V. Malozyomov // *V Proceedings of the International Conference "Current Issues of Mechanical Engineering" (AIME 2018)*. Atlantis Press, 04.2018. P 496-503. doi:10.2991/aime-18.2018.95.

14. Pulsed electric field treatment of seeds altered the endophytic bacterial community and promotes early growth of roots in buckwheat / H. Qu, Y. Wang, B. Wang. et al. // *BMC Microbiology*. 2023. Vol. 23. No. 290. doi:10.1186/s12866-023-02943-5.

15. Application of high voltage electrical discharge treatment to improve wheat germination and early growth under drought and salinity conditions / T. Marček, T. Kovač, K. Jukić, A. Lončarić, et al. // *Plants*. 2021. Vol. 10. No. 10. P. 2137. doi:10.3390/plants10102137.

16. Effect of corona discharge plasma jet treatment on decontamination and sprouting of rapeseed (*Brassica napus* L.) seeds / P. Puligundla, Je-W. Kim, C. Mok, et al // *Food Control*. 2017. January Vol. 71. P. 376-382 doi: 10.1016/j.foodcont.2016.07.021

17. Electrophysical pre-sowing treatment of seeds as a way to intensify processes in the crop growing industry of agriculture / S. I. Vasiliev, I. V. Yudaev, S. V. Mashkov et al. Kinel: Samara State Agrarian University, 2020. 243 p.

18. Belenkov A. I., Yudaev I. V. Electrophysical methods of pre-sowing treatment of grain crops // Fields of Russia. 2019. No. 8 (174). P. 48-58.

19. Zhuchenko A. A., Zhuchenko A. A. Adaptive plant growing = Adaptive Plant Production: (ecological and genetic foundations): theory and practice: [in 3 volumes]: Russian Academy of Agricultural Sciences, Foundation named after. A. T. Bolotov. M.: Agrorus, 2009. 958 p.