Антипкина Л.А., Левин В.И., Борычев С.Н., Симдянкин А.А., Каширин Д.Е.

Использование градиентного магнитного поля в предпосевной обработке семян огурца

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

УДК 635.63: 631.57

Использование градиентного магнитного поля в предпосевной обработке семян огурца

Антипкина Л.А., Левин В.И., Борычев С.Н., Симдянкин А.А., Каширин Д.Е.

Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева

Аннотация

Целью данных исследований являлась разработка оптимальных режимов омагничивания семян огурца при возделывании в защищенном грунте. В задачу исследований входило изучение действия градиентного магнитного поля (ГрМП) на посевные качества семян, ростовые процессы и фотосинтетическую деятельность растений огурца, продуктивность культуры. Эксперименты проводились в 2 этапа, включая опыты лабораторные и в почвогрунте тепличного хозяйства. В исследовании использованы общепринятые методы оценки посевных качеств семян, наблюдения за ростом и развитием растений, учета основных показателей фенофаз, формирования генеративных органов, определения урожая и качества продукции. Экспериментальным путем подтвержден положительный эффект обработки семян огурца градиентным магнитным полем. Устойчивая стабильность магнито-биологических эффектов у проростков огурца отмечалась при скорости движения семян 1-2 м/с в магнитном поле и его напряженности в диапазоне 50-150 Э. Растения, сформированные из обработанных семян отличались более высокой продуктивностью фотосинтеза, большим числом женских цветков по сравнению с контролем. Рост продуктивности в опытных вариантах на 7,6-15,3% происходил за счет большего числа и массы сформированных плодов. Магнито-биологические эффекты у растений огурца отмечались в течение всего онтогенеза и завершались повышением его продуктивности.

Ключевые слова: ГРАДИЕНТНОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ (ГрМП), ОМАГНИЧИВАНИЕ СЕМЯН, ЭНЕРГИЯ ПРОРАСТАНИЯ И ЛАБОРАТОРНАЯ ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ОГУРЦА, МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАССАДЫ, РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ, УРОЖАЙНОСТЬ

Введение

Изучение влияния физических полей различной модальности на продукционный процесс сельскохозяйственных культур имеет не только теоретическое значение, но и не менее важное прикладное значение [1-3]. Предпосевная обработка семян ГрМП, способствуя активизации метаболических процессов на ранних этапах развития, обеспечивает повышение конкуренции по отношению к сорным растениям в полевых условиях за счёт более дружного и раннего их прорастания [4]. Проблема использования энергии магнитных полей продолжает оставаться актуальной задачей, стоящей перед исследователями в различных отраслях аграрной науки [5-7].

Согласно исследованиям на широком спектре зерновых культур [8] и овощных культур [9, 10] выявлено положительное влияние энергии магнитных полей на рост и развитие сельскохозяйственных культур [11-14]. Однако уровень и масштабы исследований в этом направлении носят ограниченный характер и не находят должного отражения и популяризации в научных публикациях на современном этапе в силу организационно-технических причин. В частности, отсутствуют высокопроизводительные установки для обработки семян и конкретные рекомендации для соответствующих видов и сортов сельскохозяйственных культур, обеспечивающих высокую воспроизводимость эксперимента.

Цель данных исследований заключалась в разработке оптимальных режимов омагничивания семян огурца при возделывании в защищенном грунте.

В задачу исследований входило изучение действия градиентного магнитного поля на посевные качества семян, ростовые процессы и фотосинтетическую деятельность растений огурца, продуктивность культуры.

Материалы и методы

Эксперименты включали лабораторные и полевые опыты, которые проводились в условиях тепличного комбината ООО «Ветер Перемен» Рыбновского района Рязанской области. Объектом исследования являлся гибрид огурца Атлет F₁.

С помощью магнитного модуля перед посевом воздушно-сухие семена подвергали воздействию ГрМП (рис. 1).

Напряженность ГрМП для данного магнитного модуля составляла от 50 до максимальных значений 300 Эрстед (Э).

Рис. 1. Схема установки по обработке семян магнитным полем

Примечания: 1 – бункер для засыпки семян; 2 – транспортер для перемещения семян; 3 – система магнитных пластин с системой держателей направляющей пластины – 4 и сквозным пазом – 5; 6 – опорные стойки; 7 – горизонтальная опора; 8 – стержни с резьбой позволяют менять положение магнитных пластин над поверхностью ленты транспортера.

Установка для омагничивания семян состоит из бункера (1), в котором находятся семена, транспортера (2), системы магнитных пластин (3) с системой держателей, направляющей пластины (4) со сквозным пазом (5) и опорных стоек (6) всей магнитной системы. Держатели магнитных пластин состоят из горизонтальных опор (7) и стержней (8), на верхнем конце которых имеются резьбовые фиксаторы, позволяющие менять их расположение по оси X и высоту h над поверхностью ленты транспортера. На рис. 1 представлены изменения по оси X вертикальной и горизонтальной составляющих магнитного поля системы пластин, осевые линии которых по оси Y расположены на расстоянии 0,2 м. Высота нижних граней пластин от ленты транспортера составляла 4,5 см для данного графика. В зависимости от размера семян подбирают высоту h магнитов над лентой транспортера, что достигается путем перемещения стержней (8) в вертикальном направлении и их фиксации с помощью гаек. Такой же зазор подбирают между лентой транспортера (2) и нижней плоскостью бункера (1). Скорость перемещения ленты транспортера задается, исходя из выбранной дозы обработки

семян данного сорта при известном значении магнитной индукции магнитного поля. Семена из бункера (1) под действием силы тяжести подаются на ленту транспортера и с определенной заранее выбранной скоростью и толщиной слоя перемещаются в зону магнитного поля пластин. При однократном пересечении зоны магнитного поля используемого модуля семена огурца со стандартной влажностью подвергались воздействию 23 перепадов напряженности магнитного поля и проращивали.

В лабораторных условиях определяли: энергию прорастания и лабораторную всхожесть (ГОСТ 28676.2-90); фотосинтетический потенциал и листовой индекс [15]; содержание хлорофилла на фотоэлектроколориметре (ФЭК – 56М) [16]; абсолютно сухое вещество в проростках, листьях и плодах – методом высушивания до постоянного веса при 105°C. Биохимический анализ плодов огурца проведен в ФГБУ «Станция агрохимической службы «Рязанская».

Выращивание растений огурца в условиях тепличного комбината проводилось в зимне-весенний период. Учетная площадь у делянок 9,6 м² в пятикратной повторности.

Фенологические наблюдения проводили по «Методике опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве» [17].

В серии многочисленных лабораторных исследований, которые предшествовали проведению данного эксперимента, было установлено, что ключевую роль в проявлении магнито-биологических эффектов у проростков семян и растений огурца обеспечивала скорость пересечения семенами магнитных силовых линий установки. В этой связи был использован режим движения семян по транспортеру со скоростью 1-2 м/с. Исследования показали, что существенное влияние на индуцируемые биологические эффекты у семян оказывает напряженность магнитного поля. В лабораторных опытах было установлено, что в зависимости от величины напряженности магнитного поля, которой подвергались семена огурца, наблюдались изменения в показаниях энергии прорастания и лабораторной всхожести (табл. 1).

Наиболее выраженный положительный эффект наблюдался при обработке семян ГрМП напряженностью 100 Э. Так, энергия прорастания повысилась по сравнению с контролем на 6,9%, а лабораторная всхожесть – на 5,0%. В вариантах опыта с напряженностью 200-300 Э происходило снижение посевных качеств семян.

Воздействие ГрМП оказала положительное влияние на морфометрические показатели 7-суточных проростков огурца (табл. 2).

Таблица 1. Влияние изменчивости напряженности ГрМП на прорастание семян огурца

Напряженность магнитного поля, Э	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %
Контроль	88,4 $\pm$ 1,1	93,0 $\pm$ 1,4
50	89,1 $\pm$ 1,8	93,3 $\pm$ 2,2
100	95,3 $\pm$ 2,1*	98,0 $\pm$ 2,7*
150	87,6 $\pm$ 1,4	92,7 $\pm$ 1,5
200	81,7 $\pm$ 1,1	90,2 $\pm$ 1,3
250	79,9 $\pm$ 1,5	89,0 $\pm$ 1,4
300	77,1 $\pm$ 1,6	86,6 $\pm$ 1,7

Примечания: *различия с контролем статистически значимые при $P \leq 0,05$

Таблица 2. Изменение морфометрических показателей у проростков огурца в зависимости от напряженности магнитного поля

Напряженность магнитного поля, Э	Длина корня, см	Длина ростка, см	Масса 100 проростков	
			сырая, г	% к контролю
Контроль	6,71 $\pm$ 1,8	2,80 $\pm$ 1,7	3,20 $\pm$ 1,2	100,0 $\pm$ 1,4
50	6,87 $\pm$ 2,2	2,90 $\pm$ 2,3	3,28 $\pm$ 2,4	109,6 $\pm$ 2,2
100	7,65 $\pm$ 2,4*	3,11 $\pm$ 2,8*	3,50 $\pm$ 2,9*	113,7 $\pm$ 2,7
150	6,85 $\pm$ 1,4	2,83 $\pm$ 1,7	3,12 $\pm$ 1,6	107,1 $\pm$ 1,5
200	6,68 $\pm$ 1,1	2,66 $\pm$ 1,2	3,00 $\pm$ 1,1	95,1 $\pm$ 1,2
250	6,67 $\pm$ 1,1	2,61 $\pm$ 1,1	2,88 $\pm$ 1,2	93,2 $\pm$ 0,8
300	6,58 $\pm$ 0,8	2,58 $\pm$ 1,1	2,67 $\pm$ 0,6	91,1 $\pm$ 0,7

Примечания: *различия с контролем статистически значимые при $P \leq 0,05$

Изменение интенсивности прорастания семян на ранних этапах под влиянием ГрМП напряженностью 50-150 Э оказало стимулирующее влияние на морфометрические параметры проростков огурца. Наиболее высокие показатели были в варианте с напряженностью магнитного поля 100 Э. Так, по сравнению с контролем длина корня увеличилась на 14,2%, длина ростка – на 10,7%. С увеличением напряженности магнитного поля до 200-300 Э происходило угнетение роста проростков по сравнению с контролем, снижение составило по длине корня 0,4-1,9%, длине ростка – 5,0-7,9%. Обработка семян ГрМП напряженностью 200-300 Э сопровождалось снижением массы 7-суточных проростков огурца, так сырая масса проростков по сравнению с контролем уменьшилась на 4,9-8,9%.

Таким образом, магнитное поле с напряженностью 100 Э способствовало повышению посевных качеств семян, а также стимулировало морфометрические параметры 7-суточных проростков огурца. Тогда как с увеличением напряженности до 200-300 Э наблюдалась тен-

денция в сторону слабого угнетения, т.е. с увеличением напряженности магнитного поля семена реагируют адаптивной реакцией на уровне слабых стрессов, которые сопровождаются некоторым угнетением процессов роста и формирования проростков. Магнитное поле напряженностью в диапазоне 50-150 Э повышали посевные качества семян и морфометрические параметры проростков.

Увеличение продолжительности экспозиции семян в магнитном поле не является ключевым фактором, индуцирующим магнито-биологические эффекты и проростков семян и растений огурца. Определяющую роль в активизации процессов роста обеспечивает скорость пересечения биообъектами (семенами) магнитных силовых линий. Т.е. с повышением скорости пересечения магнитного поля происходят более значительные изменения физических структур биообъекта, на которые растительный организм отвечает мобилизацией внутренних энергетических и ферментативных ресурсов биосистемы.

В защищенном грунте важную роль играет жизнеспособность выращенной рассады, так как пересадка растений в грунт сопровождается формированием состояния стресса в результате нарушения целостности корневой системы [18-21].

Магнито-биологические эффекты сопровождаются активацией роста и развития рассады растений огурца и увеличением их функциональной активности. Эксперименты показали, что ГрМП напряженностью 100 Э способствует развитию более мощной рассады огурца (табл. 3).

Таблица 3. Зависимость параметров рассады огурца от ГрМП

Вариант опыта	Высота растений, см	Число листьев, шт.	Площадь листьев одного растения, см ²
Контроль	25,9±1,7	4,0±0,3	486±19
Предпосевная обработка семян ГрМП 50 Э	29,5± 1,3*	4,4±0,4	578±22*
Предпосевная обработка семян ГрМП 100 Э	30,7±1,9*	4,6±1,1	595±20*
Предпосевная обработка семян ГрМП 150 Э	27,8±1,3	4,3±0,3*	543±20*

Примечания: *различия с контролем статистически значимые при $P \leq 0,05$

Общеизвестно, что ростовые процессы и морфометрические показатели практически всех сельскохозяйственных растений являются одним из наиболее чувствительных критери-

ев оценки эффективности воздействия факторов внешней среды на физиологическое состояние растительного организма [22-26]. Так, увеличение по высоте растений по сравнению с контролем составило 7,3-18,5%, по числу листьев – 7,5-15,0%, по площади листьев – 11,7-22,0%. У рассады была хорошо развита ассимиляционная поверхность, что способствовало активизации и улучшению фотосинтетических процессов, за счет которых идет накопление фитомассы и создаются предпосылки для формирования генеративных органов (цветков и плодов). Подобная зависимость по параметрам рассады наблюдалась на других вариантах опыта.

Опытам установлена способность растений опытных вариантов к более интенсивному накоплению фитомассы и ее перераспределению в направлении формирования массы листьев и стеблей (табл. 4).

Таблица 4. Изменение соотношения массы органов у растений огурца при омагничивании семян

Вариант опыта	Сырая биомасса				Сухая биомасса			
	листья	стебли	корни	общая биомасса	листья	стебли	корни	общая биомасса
Контроль	11,6±0,6	4,1±0,4	10,4±0,8	26,1±0,4	2,1±0,2	0,3±0,03	0,4±0,01	2,8±0,01
Предпосевная обработка семян ГрМП 50 Э	13,8±0,3*	5,7±0,2*	12,9±0,2*	32,4±0,2*	2,4±0,2*	0,4±0,02*	0,5±0,03*	3,3±0,02*
Предпосевная обработка семян ГрМП 100 Э	14,7±0,5*	6,0±0,3*	13,4±0,5*	34,1±0,3*	2,6±0,1*	0,4±0,01*	0,6±0,04*	3,6±0,01*
Предпосевная обработка семян ГрМП 150 Э	13,4±0,4*	5,0±0,1*	11,6±0,3	30,0±0,2	2,2±0,2	0,3±0,01	0,5±0,02	3,0±0,01

Примечания: *различия с контролем статистически значимые при $P \leq 0,05$

В варианте с обработкой семян огурца ГрМП напряженностью 100 Э наблюдался наиболее отчетливый стимулирующий эффект, который подтверждается увеличением формирования сырой и сухой фитомассы растениями, где превышение контроля составило по сырой и сухой фитомассе в расчете на одно растение, соответственно, на 8 г или 30,7% и на 0,8 г или 28,6%.

Таким образом, омагничивание семян активизируя интенсивность прорастания семян, формирования листьев, обеспечивало формирование более мощных по фитомассе показате-

лей растений, т.к. количественные параметры рассады были выше, чем в контрольном варианте, что указывает на более высокий уровень метаболических процессов в рассаде. Это в дальнейшем способствовало повышению продуктивности растений, т.к. наибольший запас питательных веществ сможет обеспечить лучшую приживаемость и рост пересаженных растений на постоянном месте. Так, более существенное увеличение биометрических параметров растений огурца по фазам вегетации отмечалось в опыте с применением ГрМП напряженностью 100 Э, эти показатели в фазу начала плодоношения составили, соответственно, по высоте растений 31,7 см или 18,8%, по числу листьев – 3,2 шт. или 15,8 %, по длине междоузлий – 0,6 см или 7,0%. В остальных вариантах опыта увеличение высоты стебля и числа листьев по отношению к контролю колебалось от 5 до 10%.

Растения огурца в зимних теплицах способны сформировать мощный долго функционирующий листовой аппарат (со второй декады февраля до мая). Важнейший показатель репродуктивной функции растений - накопление ими зеленой массы, что связано с формированием листовой поверхности (индекса листовой поверхности и фотосинтетического потенциала). При расчете этих показателей учитывали листья, располагающиеся на главном стебле и боковых побегах. Значение листового индекса возрастало на всех вариантах опыта по сравнению с контролем. Так, величина листового индекса существенно увеличилась в фазу массового плодоношения с 5,65 до 6,54. Наиболее значительной оказалась прибавка по отношению к контролю в варианте с обработкой семян ГрМП напряженностью 100 Э, она составила в фазу начала плодоношения 35,4% или 2,82 м²/м², массового плодоношения - 15,8% или 6,54 м²/м².

В исследованиях величина фотосинтетического потенциала составила от 6,8 до 7,6 млн. м² дней/га в зависимости от напряженности магнитного поля. Обработка семян ГрМП напряженностью 100 Э обеспечивала развитие фотосинтетического потенциала, превышающего контроль на 7,5-11,8% по фазам роста и развития.

Фотосинтетическая деятельность определяется не только размером ассимиляционного аппарата и продолжительностью его функционирования, но и уровнем содержания светопоглощающего пигмента хлорофилла. Кроме того, содержание хлорофилла в зеленых листьях сельскохозяйственных культур в процессе онтогенеза меняется под влиянием разнообразных экологических факторов [27-31]. Данные обстоятельства согласуются с результатами наших исследований, согласно которым растения огурца в фазу массового плодоношения, сформирова-

рованные из семян, подвергнутых омагничиванию, отличались повышенным содержанием хлорофилла. Магнитное поле напряженностью 100 Э превысило содержание хлорофилла в листьях по сравнению с контролем на 26,8%, на этом варианте были более высокая площадь листьев, листовой индекс и фотосинтетический потенциал по сравнению с контролем.

Продуктивность растений огурца определяется структурой мужских и женских цветков на растении именно в фазу массового цветения. Опытами установлено, что наибольшее число женских цветков отмечено в варианте с обработкой семян магнитным полем напряженностью 100 Э, так прибавка по отношению к контролю в фазу массового цветения составил 33%. В вариантах с обработкой семян магнитными полями напряженностью 50 Э и 150 Э несколько снижается этот показатель до 22% и до 11% по отношению к контролю. В дальнейшем увеличение общего числа цветков на растении на всех вариантах опыта способствует увеличению числа плодов. Кроме того, цветение у растений опытных вариантов наступало на 1-2 суток раньше, чем у контрольных.

Увеличение числа женских цветков повысило урожайность плодов огурца (табл. 5).

Таблица 5. Эффективность влияния омагничивания семян на урожайность плодов огурца

Вариант опыта	Число плодов, шт./раст.	Масса плодов, кг/раст.	Урожайность, кг/м ²
Контроль	48,8	6,6	21,0
Предпосевная обработка семян ГрМП 50 Э	52,9	7,4	23,6
Предпосевная обработка семян ГрМП 100 Э	53,8	7,6	24,2
Предпосевная обработка семян ГрМП 150 Э	52,0	7,0	22,6

Примечания: НСР₀₅ - 1,18

Повышение урожайности плодов огурца связано с увеличением их числа и массы на одном растении. Так, обработка семян магнитным полем напряженностью в диапазоне 50-150 Э способствовала увеличению числа и массы плодов на одном растении 52,0-53,8 шт. и 7,0-7,6 кг, тогда как в контроле данные показатели равнялись 48,8 шт. и 6,6 кг, что привело к повышению урожайности на 7,6-15,3%.

Процент стандартной продукции в опытных вариантах был на уровне контроля.

Содержание нитратов в плодах огурца - один из главных показателей качества овощной продукции. Предпосевное омагничивание семян не оказало существенного изменения в уровне их содержания, в течение всего вегетационного периода содержание нитратов в плодах на всех вариантах опыта и в контроле было в пределах ПДК.

Однако, предпосевное омагничивание семян способствовало увеличению содержания сухого вещества, суммы сахаров и витамина С по отношению к контролю в зависимости от сроков определения на 6,0-11,3%.

Выводы

Таким образом на основании проведенных исследований установлены оптимальные параметры напряженности магнитного поля для омагничивания семян огурца в условиях защищенного грунта, которые находятся в диапазоне 50-150 Э. Стабильный стимулирующий эффект на всех этапах онтогенеза отмечается в варианте с обработкой семян 100 Э. Предпосевная обработка семян магнитным полем с напряженностью 50-150 Э способствует повышению посевных качеств семян, стимулирует рост проростков огурца и накопление сырой и сухой массы. Магнито-биологические эффекты у растений огурца сопровождаются увеличением продуктивности на 7,6-15,3%, при этом происходит повышение качества рассады огурца и основных показателей роста и развития растений.

Список использованных источников

1. Левин В.И. Агроэкологическая оценка использования факторов электромагнитной природы для стимуляции семян растений // Тез. докладов III Всерос. научно-практической конф. Экология и охрана окружающей среды. – Рязань: РГСХА, 1993. - С. 35 – 36.
2. Левин В.И. Агроэкологические перспективы предпосевной обработки семян растений факторами электромагнитной природы // Юбилейный сб. науч. трудов сотрудников и аспирантов РГСХА. 50-летию академии посвящается. - Рязань: РГСХА, 1999. - С. 11-14.
3. Левин В.И. Агроэкологические эффекты воздействия на семена растений электромагнитных полей различной модальности: автореферат дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.15 – М. - 2000. – 63 с.
4. Левин В.И., Соколов А.А. Сравнительная эффективность комплексной обработки семян ячменя сорта «Криничный» физиологически активными веществами и градиентом магнитного поля // Актуальные проблемы экологии и сельскохозяйственного производства

на современном этапе: Сб. научных статей по итогам научно-исследовательской работы агрономического факультета Рязанской ГСХА. - Рязань: РГСХА, 2003. - С. 40-42.

5. Левин В.И., Таланова Л.А. Влияние омагниченной воды и магнитного поля на формирование урожая огурца в условиях защищенного грунта // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: Сб. науч. тр., посвященный 50-летию юбилею Мещерского филиала ГНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова. - Рязань, 2004. - С. 267-269.

6. Левин В.И., Таланова Л.А. Эффективность магнитных полей и орошения растений огурца омагниченной водой в защищенном грунте // Актуальные проблемы экологии и сельскохозяйственного производства на современном этапе: Сб. науч. статей по итогам НИР агрономического факультета Рязанской ГСХА. - Рязань: РГСХА, 2003. - С. 38-40.

7. Левин В.И., Костин Я.В., Антипкина Л.А. Магнито-биологические эффекты, индуцируемые градиентным магнитным полем в семенах яровой пшеницы // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции. - Рязань: РГАТУ, 2016. - С. 102-106.

8. Левин В.И., Таланова Л.А. Используйте омагниченную воду и гуматы // Картофель и овощи. - 2006. - № 8. - С. 24-25.

9. Таланова Л.А. Обоснование эффективности способов обработки семян и растений огурца омагниченной водой и гуминовыми кислотами: автореферат дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.06. - М. - 2006. - 26 с.

10. Таланова Л.А. Обоснование эффективности способов обработки семян и растений огурца омагниченной водой и гуминовыми кислотами: автореферат дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.06. - М. - 2006. - 159 с.

11. Соколов А.А., Виноградов Д.В. Влияние предпосевной обработки семян ячменя биологически активными препаратами и градиентным магнитным полем на его продуктивность // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: Матер. VIII Межд. научно-практич. конф. - Горки: БГСХА. - 2016. - С. 110-113.

12. Щур А.В., Бышов Н.В., Казаченок Н.Н., Виноградов Д.В. [и др.] Энергосбережение: Учебное пособие. - Могилев-Рязань: Изд-во ИП Жуков В.Ю., 2020. - 260 с.

13. Соколов А.А., Виноградов Д.В. Продуктивность ярового ячменя при использовании различной предпосевной обработки семян // Вестник Рязанского государственного агро-технологического университета им. П.А. Костычева. - 2016. - № 1 (29). - С. 47-50.

14. Соколов А.А., Левин В.И., Крючков М.М., Виноградов Д.В. Эффективность предпосевной обработки семян ячменя градиентным магнитным полем и биологическим препаратом Гуми 80 // Международный научный журнал. - 2015. - № 5. - С. 98-104.

15. Ничипорович А.А. Фотосинтез и урожай - М.: Знание, 1966. - 45 с.

16. Третьяков Н.Н. Практикум по физиологии растений. - М.: Агропромиздат, 1990. - 271 с.

17. Белик В.Ф. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве. – М.: ВОО Агропромиздат, 1992. – 319 с.
18. Щур А.В., Валько В.П., Виноградов Д.В. Экологические последствия развития интенсивного земледелия в Республике Беларусь // Проблемы региональной экологии. - 2016. - № 3. - С. 36-40.
19. Габибов М.А., Виноградов Д.В., Бышов Н.В. Растениеводство: Учебник. – Рязань: ФГБОУ ВО РГТУ, 2019. – 302 с.
20. Виноградов Д.В., Вавилова Н.В., Виноградов Д.В. [и др.] Практикум по растениеводству: Учебное пособие. – Рязань: РГТУ, 2018. – 320 с.
21. Щур А.В., Казаченок Н.Н., Виноградов Д.В. [и др.] Сельскохозяйственная экология: Учебное пособие. – Рязань: РГТУ, 2017. – 228 с.
22. Зубкова Т.В., Виноградов Д.В., Гогмачадзе Г.Д. Эффективность некорневой обработки микроудобрениями при выращивании ярового рапса [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал, 2021. №1. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/1/st_121.pdf
23. Соколов А.А., Лупова Е.И., Мазиров М.А., Виноградов Д.В. Мониторинг фитосанитарного состояния агроценозов в условиях Рязанской области // Владимирский земледелец. - 2020. - №4 (94). - С. 46-52.
24. Митрохина В.Н., Виноградов Д.В., Лупова Е.И., Евсенина М.В. Эффективность использования биоудобрений в технологии возделывания озимой пшеницы // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: Материалы III межд. научно-практич. конф. – Рязань: ИП Жуков В.Ю. - 2019. - С. 278-282.
25. Виноградов Д.В. Особенности и перспективы возделывания масличных культур в условиях юга Нечерноземья // Перспективные направления исследований в селекции и технологии возделывания масличных культур: Сб. матер. 5-й межд. конф. молодых ученых и специалистов. – Краснодар. - 2009. - С. 51-54.
26. Хабарова Т.В., Виноградов Д.В., Кочуров Б.И., Левин В.И. Агроэкологическая эффективность использования осадка сточных вод и вермикомпостов в агроценозе овса посевного // Юг России: экология, развитие. - 2018. - Т. 13. - № 2. - С. 132-143.
27. Иванов Е.С., Чёрная В.В., Виноградов Д.В. [и др.] Экологическое ресурсосведение: Учебное пособие- Рязань: ФГБОУ ВО РГУ им. С.А. Есенина, 2018. – 514 с.
28. Щур А.В., Виноградов Д.В., Валько В.П. Целлюлозолитическая активность почв при различных уровнях агротехнического воздействия // Вестник КрасГАУ. - 2015. - № 7 (106). - С. 45-49.
29. Виноградов Д.В., Егорова Н.С., Поляков А.В. Перспективы возделывания льна масличного сорта Санлин в южной части Нечерноземной зоны России // Почвы Азербайджана: генезис, мелиорация, рациональное использование и экология: Международная научная конференция. - Баку-Габала. - 2012. - С. 1025-1027.

Антипкина Л.А., Левин В.И., Борычев С.Н., Симдянкин А.А., Каширин Д.Е.

Использование градиентного магнитного поля в предпосевной обработке семян огурца

.....
Электронный научно-производственный журнал

«АгроЭкоИнфо»
=====

30. Виноградов Д.В., Вертелецкий И.А. Рост и развитие масличных культур при разном уровне минерального питания // Международный технико-экономический журнал. - 2011. - № 4. - С. 99-102.

31. Макарова М.П., Виноградов Д.В. Влияние различных уровней минерального питания на фотосинтетические показатели и продуктивность гибридов подсолнечника в условиях Рязанской области // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2014. - № 4 (24). - С. 36-40.
=====

Цитирование:

Антипкина Л.А., Левин В.И., Борычев С.Н., Симдянкин А.А., Каширин Д.Е. Использование градиентного магнитного поля в предпосевной обработке семян огурца [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2022. – №1. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/1/st_123.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/202121123>.