

На правах рукописи

Пономарев Юрий Олегович

УПРАВЛЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЕМ АГРОЦЕНОЗОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

Специальность 06.01.01 Общее земледелие, растениеводство

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Брянск, 2017

Работа выполнена на кафедре агрономии и экологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Смоленская государственная сельскохозяйственная академия»

Научный руководитель: **Прудникова Анна Григорьевна**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор
кафедры агрономии и экологии
ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА

Официальные оппоненты: **Исаков Александр Николаевич**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Калужский филиал ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА
им. К.А. Тимирязева

Артюхов Александр Иванович

доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБНУ Всероссийский НИИ люпина

Ведущая организация: ФГБОУ ВО Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Защита диссертации состоится 22 сентября 2017 г. в 10-00 ч на заседании диссертационного совета Д 220.005.01 при ФГБОУ ВО Брянский ГАУ по адресу: 243365, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская 2а.

E-mail: uchsovet@bgsha.com, факс: (483) 412-47-21

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Брянский ГАУ и на сайте организации по адресу <http://www.bgsha.com>

Автореферат разослан «__» 2017 г. и размещен на официальном сайте Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации: <http://vak.ed.gov.ru>

Ученый секретарь
диссертационного совета

Дьяченко Владимир Викторович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. В настоящее время, в связи со сложной экономической ситуацией в стране, необходимо расширять производство продуктов животноводства. Перевод животноводства на промышленную основу требует большого внимания к сбалансированному, высокоэффективному кормлению животных. Для решения этой проблемы требуется максимально возможное увеличение производства кормов с высоким содержанием белка, витаминов. Эту проблему практически нельзя решить без существенного расширения посевов зернобобовых культур и многолетних бобовых трав и создания условий, обеспечивающих максимально возможную в конкретных условиях биологическую азотфиксацию. Этот подход должен стать приоритетным направлением в кормопроизводстве, так как обеспечивает не только экологическую безопасность технологий, но и высокую экономическую эффективность.

В Нечерноземной зоне России важнейшей кормовой культурой по праву считается клевер луговой. Он способен формировать урожай в 8-10 т/га сухого вещества и накапливать в надземной массе до 180-240 кг/га биологически связанного азота (Сергеев П.А., 1963; Шатилов И.С., 1997; Прудников А.Д., Смирнов А.Б., 2007; Новоселов М.Ю., 2007). Сдерживающими факторами, не позволяющими клеверу реализовать свой продукционный и симбиотический потенциал, являются не только острый дефицит семян новых сортов клевера лугового, но и ухудшение агроэкологических свойств почвы, проявляющихся в постепенном подкислении почвенного раствора и снижение обеспеченности подвижными формами макро - и микроэлементов.

Поскольку быстро решить проблему повышения плодородия почв в ближайшие годы вряд ли возможно, необходим поиск решений, позволяющий полностью реализовать адаптационный потенциал новых сортов клевера лугового. В этой связи все больший интерес представляет использование ультрадисперсных порошков металлов (нанопорошков), как препаратов оказывающих положительное воздействие на онтогенез растений. Опыты с нанопорошками на различных культурах, показали их положительное влияние на ускорение начальных этапов онтогенеза, стрессоустойчивости, и, как следствие, на урожайность растений.

Научные данные об ультрадисперсных порошках металлов, как о препаратах нового поколения, указывают на актуальность их изучения как фактора, повышающего урожайность зеленой массы и семенную продуктивность клевера лугового.

Степень разработанности темы исследования. Научные исследования по данному направлению проводились и ведутся учеными Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, Всероссийским научно – исследовательским институтом овощеводства, а так же рядом ученых: Арсеньева И.П., Зотова Е.С., Фолманис Г.Э., Еськов Е.К., Чурилов Г.И., Назарова А.А., Павлов Г.В., Прудников А.Д., Прудникова А.Г., Сидоров Е.Н., Селеванов В.Н., Сушилина М.М., Игнатьев Н.И., Алымов М.И., Полищук С.Д., Голубева Н.И., Иванычева Ю.Н. и др.

В Центральном районе Нечерноземной зон России и, в частности, Смоленской области, применение ультрадисперсных порошков металлов для обработки семян клевера для повышения урожайности и качества корма и семян изучено не в полной мере, что требует проведение научных исследований.

Целью работы являлось изучение действия наночастиц металлов и микроэлементов на продуктивность и качество сена и семян клевера лугового.

В задачи исследований входило:

1. Изучить влияние нанопорошков Co, ZnO, Fe и гуминовых кислот (ГК) на продуктивность и качество сена клевера.

2. Выявить действие нанопорошков и микроэлементов на продуктивность семян клевера.

3. Показать влияние взаимодействия факторов на семенную продуктивность клевера.

4. Изучить действие нанопорошков металлов и микроэлементов на качество семян клевера.

5. Обосновать экономическую эффективность применения нанопорошков металлов и микроэлементов в семеноводстве клевера.

Научная новизна и теоретическая значимость исследований. Впервые в природно-климатических условиях Смоленской области на легкосуглинистых дерново-подзолистых почвах по результатам комплексных исследований дана оценка использованию предпосевной обработки семян клевера лугового микроэлементами и ультрадисперсными порошками металлов.

Практическая и теоретическая значимость работы. На основании экспериментальных данных предложена наиболее эффективная предпосевная обработка семян клевера микроэлементами и ультрадисперсными порошками металлов для возделывания на семена и кормовые цели в хозяйствах Смоленской области. Это поможет укрепить кормовую базу животноводства и семеноводство клевера в Смоленской области за счет внедрения в технологии возделывания предпосевной обработки семян микроэлементами и нанопорошками металлов.

Методология и методы диссертационного исследования. Проведение полевого опыта, экспериментальные наблюдения и статистическую обработку данных проводили по Б.А. Доспехову (1985), экономическая эффективность возделывания рассчитывалась на основе составления технологических карт (Шакиров Ф.К., 2003).

Основные положения диссертации, выносимые на защиту.

- Нанопорошки металлов повышают урожайность и содержание протеина в кorme.

- Нанопорошки кобальта, железа, оксида цинка и гуминовые кислоты активизируют ростовые процессы при замачивании семян в 0,05% водно-дисперсных суспензиях.

- Обработка семян клевера лугового в водно-дисперсных суспензиях нанопрепараторов металлов и последующее опрыскивание в фазу бутонизации микроэлементами повышают урожайность семян клевера.

- Экономически целесообразно в семеноводстве клевера лугового использовать нанопорошки железа и оксида цинка, а также микроэлементы бор и молибден.

Степень достоверности результатов проведенных исследований основывается на глубоком анализе различных информационных источников и подтверждается полученными в ходе полевого опыта экспериментальными данными. За трехлетний период, эффективность изучаемых факторов была проверена при различных метеоусловиях, а существенность различий многофакторного опыта подтверждается результатами статистической обработки экспериментальных данных.

Личный вклад автора. Автор диссертационной работы принимал непосредственное участие в разработке и закладке полевого опыта, отборе и анализе экспериментальных образцов, обобщении результатов исследования и подготовке публикаций по основным положениям диссертационной работы. Личный вклад соискателя составляет не менее 85%.

Апробация работы. По результатам исследований опубликовано пятнадцать научных работ, в том числе три статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, предложений производству, перспектив дальнейшей разработки темы, списка литературы и приложений.

Работа изложена на 132 страницах компьютерного текста, содержит 36 таблиц, 6 рисунков, 12 приложений.

Список литературы включает 173 источника, в том числе 36 на иностранных языках.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В главе приведён обзор литературы о состоянии семеноводства многолетних бобовых трав как ценных кормовых культур. Рассмотрены биологические особенности клевера лугового. Проанализировано влияние микроэлементов и нанопорошков металлов на семенную и кормовую продуктивность клевера лугового.

2. ОБЪЕКТ, МЕСТО, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальную работу проводили на опытном поле Смоленской ГСХА в 2013 - 2016 гг.

Основной целью **опыта № 1** было изучить действие нанопорошков металлов и гуминовых кислот на начальные фазы роста растений, урожайность и качество корма клевера. Опыт заложен в четырехкратной повторности, размещение вариантов рендомизированное. Учетная площадь делянки 10 м². Для замачивания семян готовили 0,05% водно-дисперсную супензию каждого из изучаемых нанопорошков и подвергали ее ультразвуковому воздействию в ультразвуковой ванне УЗ ПСБ – «Галс» с номинальной мощностью ультразвукового генератора 150 Вт, емкостью 2,8 л. Экспозиция воздействия - 12 часов. После этого семена подсушивали для восстановления сыпучести и высевали.

Посев клевера провели 17 мая обычным рядовым способом узкорядной ручной сеялкой с нормой высева 18 кг/га беспокровно. Для изучения был взят сорт клевера лугового «Тайлен», районированный в условиях Смоленской области.

В опыте № 2 изучали взаимодействие факторов по их влиянию на семенную продуктивность клевера: А - замачивание семян в 0,05% водно-дисперсной супензии нанопрепарата; В - последующее опрыскивание растений в фазу бутонизации микроэлементами. Площадь делянки 1 порядка 30 м² (1,5x20), второго порядка – 7,5 м².

В опыте №3 предусматривалось изучение действия микроэлементов на семенную продуктивность клевера лугового: замачивание в 0,05% растворе микроэлементов с последующим опрыскиванием растений в фазу бутонизации. Опыт заложен в четырехкратной повторности, размещение вариантов рендомизированное. Площадь делянки 1 порядка 30 м² (1,5x20), второго порядка – 7,5 м².

Для изучения был взят сорт клевера лугового «Топаз», районированный в условиях Смоленской области.

Семена клевера предварительно замачивали перед посевом в 0,05% водно-дисперсной супензии ультрадисперсных порошков металлов - железа (Fe), цинка (ZnO), кобальта (Co), гуминовой кислоты и микроэлементов - молибдена (Mo), бора (B) и молибдена совместно с бором (Mo +B). Семена выдерживали в растворах 12 часов. Перед посевом подсушивали.

Высевали 17 мая 2014 года обычным рядовым способом с нормой высева 18 кг/га. Подкашивание зеленной массы провели 6 сентября 2014 года.

Опрыскивание микроэлементами в фазу бутонизации провели 8 июня 2015 года в дозах: В - 250 г/га, Мо - 200 г/га. Уборку урожая семян провели 12 августа 2015 года.

В 2016 году проведена подкормка аммиачной селитрой в дозе 100 кг/га туков (34 кг/га д.в.) при отрастании весной. Опрыскивание микроэлементами проведено в фазу бутонизации 22 июня. Уборка урожая на семена проведена 20 августа вручную.

Агрехимическая характеристика опытного участка №1:

Опыт по изучению действия нанопорошков металлов на урожайность и качество клевера лугового сорта «Тайлен» был заложен на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве опытного поля Смоленской ГСХА в 2014 году. Агрехимические свойства почвы характеризовались следующими показателями:

- pH солевой вытяжки 6,05
- Гумус (в модификации ЦИНАО по Тюрину), 2,93%
- Подвижный Р₂O₅ (в модификации ЦИНАО по Кирсанову), 62 мг/кг
- Обменный К₂O (в модификации ЦИНАО по Кирсанову), 110 мг/кг

Агрехимическая характеристика опытных участков №2 и №3:

- pH солевой вытяжки 5,5
- Гумус (в модификации ЦИНАО по Тюрину), 1,7%
- Подвижный Р₂O₅ (в модификации ЦИНАО по Кирсанову), 93 мг/кг
- Обменный К₂O (в модификации ЦИНАО по Кирсанову), 142 мг/кг

Несмотря на некоторые колебания осадков и температуры атмосферного воздуха по годам, в течение вегетационного периода складывались благоприятные условия для роста и развития клевера лугового и формирования высокой урожайности сена и семян.

Исследования, наблюдения и лабораторные анализы выполнены по общепринятым методикам и ГОСТам. Экономическая оценка изучаемых приемов приведена на основании технологических карт. Статистическая обработка данных проведена на ПЭВМ по алгоритмам дисперсионного анализа изложенного Б.А. Доспеховым (1985).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3. Воздействия предпосевной обработки семян нанопорошками металлов и микроэлементами на морфологические показатели клевера

Механизм действия нанопорошков металлов основан на быстром их проникновении в клеточные структуры вследствие их малого размера и активизации биохимических процессов и ферментов в растительных клетках. Поэтому, как правило, обработанные нанопорошками металлов семена быстрее прорастают и активнее формируют корешки и проростки.

Замачивание семян клевера в растворах микроэлементов бора, молибдена, молибдена с бором, обеспечило, прибавку длины проростка на 0,9 см, 1,4 см, 0,8 см соответственно. При этом надземная часть проростков возрастила по сравнению с контролем на 0,6 см (В), 1,2 см (Мо) и 0,4 см (Мо+В); подземная часть проростков возрастила соответственно на 0,3 см, 0,2 см и 0,4 см.

Действие ультрадисперсных порошков металлов на развитие проростков клевера было более заметным по сравнению с действием микроэлементов. Средняя длина надземной части семидневных проростков достигала в вариантах с обработкой водно-дисперсионной суспензией железа и оксида цинка 2,1 см, а подземная часть 3,6-2,7 см соответственно, что длиннее контрольного варианта на 2-2,5 см. Обработка водно-дисперсной суспензией кобальта слабо влияла на рост проростков (рисунок 1).

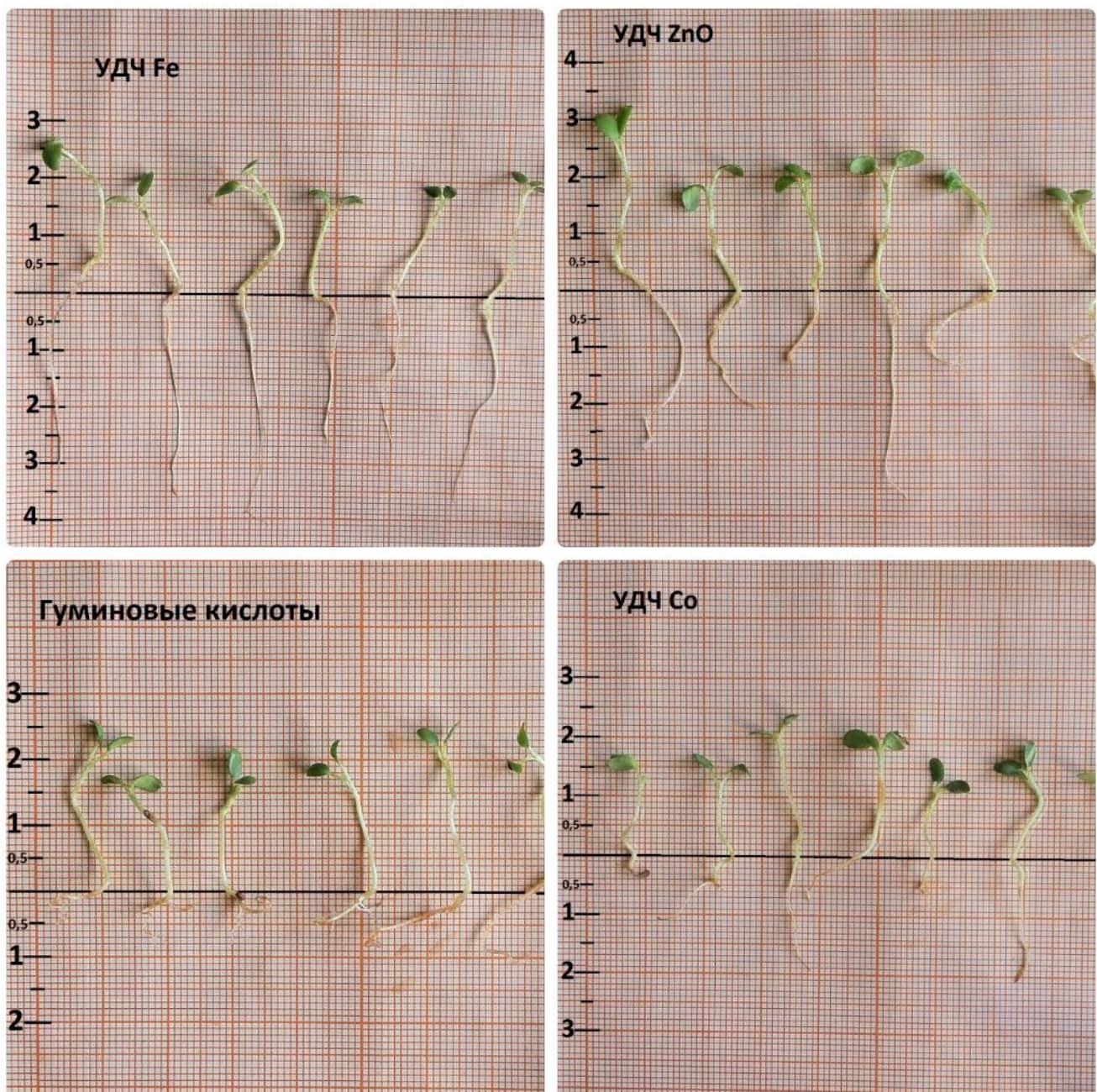


Рисунок 1 - Проростки клевера лугового сорта «Топаз» после замачивания в растворах нанопорошков металлов, см

4. Продуктивность и качество сена клевера лугового при обработке семян нанопорошками металлов

4.1 Ботанический состав и густота стояния травостоя

Ботанический состав травостоя позволяет судить о способности клевера лугового создавать ценный одновидовой фитоценоз и сохранять продуктивное долголетие.

В 2014 году клевер луговой занимал в агроценозе 91-93%, что выше контроля на 4,7-10,2%. Густота стояния в первый год использования составляла 1160 шт./м² (контроль) - 1493 шт./м² (ZnO), а в других вариантах не значительно превышала контроль. Перед вторым укосом густота стояния побегов на всех вариантах снизилась по различным причинам на 22 - 9% по сравнению с первым укосом.

В 2015 году клевер остался в травостое на уровне 95%, а густота стояния несколько снизилась до 1047 шт./м² (контроль), 1287 шт./м² (Co), 1214 шт./м² (ZnO). Следовательно, обработка семян водно-дисперсной суспензией нанопорошков металлов способствует формированию устойчивого травостоя клевера лугового.

Перед вторым укосом второго года пользования густота стояния сохранилась на достаточно высоком уровне: 1036-1099 шт./м² (в вариантах с обработкой нанопрепаратами металлов), 1200 шт./м² - при обработке гуминовыми кислотами с нанопорошками металлов, что указывает еще раз на повышение устойчивости травостоя в агроценозах при использовании нанопрепараторов металлов и гуминовых кислот в технологиях возделывания клевера.

4.2 Влияние предпосевной обработки семян клевера лугового УДЧ металлов на урожайность корма

Обработка семян ультрадисперсными частицами металлов и гуминовыми кислотами благоприятно сказалось на плотности травостоя и габитусе побегов, благодаря этому отмечено достоверное увеличение урожайности во всех вариантах (таблица 1).

Таблица 1 - Действие УДЧ металлов и ГК на урожайность сена клевера лугового, т/га, 2014-2015 гг.

Нанопорошки металлов и гуминовые кислоты	2014 г.			2015 г.			Всего за 2014 - 2015 гг.	Прибавка к контролю т/га	% т/га
	1 укос	2 укос	Итого	1 укос	2 укос	Итого			
Фон (контроль)	5,5	3,9	9,4	3,8	2,6	6,4	15,8	-	-
Нанопрепараты Co	7,2	4,2	11,5	5,1	3,0	8,1	19,6	3,8	23,8
Нанопрепараты ZnO	7,0	4,6	11,6	5,3	3,1	8,3	19,9	4,1	26,1
Нанопрепараты Fe	7,5	4,0	11,1	4,4	2,6	7,0	18,1	2,3	14,5
Гуминовые кислоты	7,1	3,8	10,9	4,5	2,7	7,2	19,1	3,3	20,9
Гуминовые кислоты + УДЧ	7,8	4,9	12,7	5,3	3,2	8,5	20,6	4,8	30,1
НСР 0,5	0,85	0,87		0,77	0,84				

Урожайность сена клевера изменилась по укосам и годам использования травостоя. Как правило, второй укос был менее урожайным по сравнению с первым, как в 2014, так и в 2015 годах. В среднем за два года получена урожай-

ность 15,8 т/га (контроль) - 20,6 т/га (ГК+УДЧ). Действие нанопорошков металлов и гуминовые кислоты способствовали получению прибавки урожая 2,3 т/га (ГК) – 4,8 т/га (ГК + УДЧ). Кобальт и оксид цинка обеспечили прибавку урожая 3,8-4,1 т/га. Наименьшая прибавка получена в вариантах с использованием гуминовых кислот и нанопрепаратов УДЧ железа - 2,3 т/га.

Механизм действия нанопорошков металлов на структуру урожая, связан с их влиянием на облиственность растений и развитием корневой системы. Так в первый год пользования в контрольном варианте доля листьев составляла 28%, стеблей 65%, и головок 7%. В вариантах с обработкой нанопрепаратами доля листьев возросла на 5,2-7,7%, доля стеблей снизилась на 10-6,5%, количество головок мало изменилось.

Во второй год использования травостоя доля головок сильно возросла в варианте с УДЧ железа до 30,8%, оксида цинка 26,7%, гуминовых кислот 26,1%. Доля листьев возросла в 1,1-1,6 раза.

4.3 Влияние обработки семян клевера водно-дисперсионной супензией нанопорошков металлов и гуминовых кислот на качество корма

Применение ультрадисперсных частиц металлов повышает содержание сырого протеина в корме. В 2014 году в вариантах с применением нанопрепаратов кобальта и железа содержание сырого протеина возросло на 2,74-3,54%. В 2015 году его содержание в изучаемых вариантах составляло 22-23% (Со; ГК, ГК+УДЧ), 20,9% (ZnO).

Следовательно, применение нанопорошков металлов повышает качество корма и сбор протеина с единицы площади.

5. Влияние обработки семян нанопорошками и микроэлементами на урожайность семян клевера лугового

Механизм действия микроэлементов на семенную продуктивность клевера общеизвестен. Они входят в состав ферментов, ускоряющих прохождение многих биохимических процессов, интенсивности фотосинтеза, ускорения цветения (Mo), увеличению количества головок и завязываемости семян (B), в итоге – к повышению урожайности семян.

Наиболее практически применяемый прием применения микроэлементов – опрыскивание в фазу бутонизации клевера. Наши исследования показали, что наряду с опрыскиванием можно перед посевом замачивать семена в 0,05% растворе микроэлементов.

Предварительное замачивание семян перед посевом в 0,05% растворе микроэлементов обеспечило прибавку урожая по сравнению с контролем (без обработки) от 0,05 т/га молибденом (Mo) до 0,31 т/га бором (B). От совместного действия этих микроэлементов прибавка составила 0,23 т/га (43,3%).

Опрыскивание раствором молибдена в фазу бутонизации клевера оказалось более эффективным по сравнению с замачиванием. Прибавка урожая семян составила 0,15 т/га (28,5%).

Опрыскивание бором с молибденом обеспечили практически одинаковый результат 0,78-0,79 т/га (44,4-45,7% к контролю) (таблица 2).

Таблица 2 - Семенная продуктивность клевера лугового при воздействии микроэлементами (2015-2016 гг.)

Микроэлементы	Замачивание семян перед посевом в 0,05% растворе, т/га		Итого 2015-2016г, т/га	Прибавка урожая		Опрыскивание в фазу бутонизации 2015-2016 г., т/га		Итого 2015-2016 г, т/га	Прибавка урожая	
	2015	2016		т/га	%	2015	2016		т/га	%
Фон (контроль)	0,46	0,079	0,54	-	-	0,46	0,079	0,54	-	-
Раствор Mo	0,51	0,086	0,59	0,05	9,21	0,62	0,083	0,69	0,15	28,5
Раствор B	0,77	0,085	0,85	0,31	57,27	0,69	0,092	0,78	0,24	44,4
Раствор B + Mo	0,71	0,064	0,78	0,23	43,28	0,69	0,099	0,79	0,24	45,6
HCP _{0,5}	0,008	0,009				0,007	0,008			

Анализ структуры урожая показал, что при замачивании в растворе бора, бора с молибденом увеличивается продуктивная кустистость, в растворе молибдена – возрастает масса семян с одной головки в 1,5 раза по сравнению с предыдущими вариантами, а при опрыскивании – наоборот.

Опрыскивание раствором бора и бора с молибденом вызывает увеличение массы семян с одной головки, но несколько снижает количество продуктивных стеблей. Следовательно, учитывая разнообразие погодных условий для получения семян клевера лугового важно как замачивание, так и опрыскивание растений раствором бора и бора с молибденом в фазу бутонизации.

Большой интерес для семеноводства, особенно новых сортов, может представлять взаимодействие факторов - замачивание семян перед посевом с последующим опрыскиванием этих же вариантов микроэлементами. Последующее опрыскивание растений клевера растворами микроэлементов в фазу бутонизации позволяет увеличить выход семян с единицы площади.

Исследования показали заметное увеличение урожайности семян клевера. Последующее опрыскивание бором по бору обеспечило урожайность семян 1,03т/га, что на 20,8% больше по сравнению с замачиванием семян этим элементом. Аналогичное действие оказало опрыскивание в этом варианте раствором (B+Mo), прибавка к контролю составила 0,15 т/га (17,9%).

Очень положительно сказалось на повышении урожайности опрыскивание молибденом по молибдену. Прибавка по сравнению только с замачиванием составила 0,41 т/га (69,9%). Опрыскивание растворами B и B+Mo в этом варианте также оказалась эффективным. Урожайность за 2 года составила 0,94-0,95 т/га, прибавка 57,7-59,5%.

Опрыскивание раствором B+Mo в варианте с замачиванием семян в 0,05% растворе B + Mo позволило получить урожайность за 2 года 1,18 т/га.

Отмечено повышение урожайности при опрыскивании бором в варианте с предварительным замачиванием в 0,05% растворе B+Mo - до 1,03 т/га (таблица 3).

Таблица 3 - Урожайность семян клевера лугового при взаимодействии факторов (микроэлементов по микроэлементам)

А-замачивание семян микроэлементами	В- опрыскивание в фазу бутонизации микроэлементами	Урожайность, т/га		Итого за 2015-2016 гг., т/га	Прибавка урожая	
		2015 г.	2016 г.		т/га	%
Раствор В	0	0,77	0,085	0,85	-	-
	Раствор (Mo)	0,69	0,17	0,86	0,01	0,8
	Раствор (B)	0,87	0,16	1,03	0,18	20,7
	Раствор (B + Mo)	0,82	0,19	1,01	0,15	17,9
Раствор Mo	0	0,51	0,09	0,59	-	-
	Раствор (Mo)	0,81	0,2	1,01	0,41	69,9
	Раствор (B)	0,81	0,14	0,95	0,35	59,5
	Раствор (B + Mo)	0,76	0,17	0,94	0,34	57,7
Раствор В + Mo	0	0,71	0,06	0,78	-	-
	Раствор (Mo)	0,57	0,14	0,71	-0,07	-9,1
	Раствор (B)	0,91	0,13	1,03	0,27	32,9
	Раствор (B + Mo)	0,99	0,18	1,18	0,4	51,9
HCP _{0,5} (A)		0,007	0,009			
HCP _{0,5} (B и AB)		0,008	0,01			

Опрыскивание молибденом в варианте В+Мо мало повлияло на повышение урожайности по сравнению с контролем (- 0,07 т/га), что, вероятно, вызвано токсичным действием молибдена.

В последнее время для повышения урожайности зерновых, картофеля, овощей и других культур все чаще используют ультрадисперсные порошки металлов, которые активируют ферментативную деятельность клетки, повышают устойчивость растений к болезням, вызывают лучшее развитие корневых систем растений (Чурилов Г.И., Амплеева Л.Е, 2010).

Исследования показали (таблица 4), что эффект замачивания семян перед посевом в 0,05% водно-дисперсной суспензии нанопорошков железа и оксида цинка не уступал по урожайности не только замачиванию в 0,05% растворе бора, но и опрыскиванию этим элементом.

Наибольшая урожайность семян клевера лугового за два года получена при замачивании семян в 0,05% водно-дисперсной суспензии оксида цинка – 0,87 т/га (60,5% к контролю) и железа – 0,86 т/га (57,9%), что объясняется значительным повышением продуктивной кустистости в среднем до 1900шт/м².

Таблица 4 - Урожайность семян клевера лугового при обработке семян нанопорошками и гуминовыми кислотами, 2015-2016 год

Нанопорошки и гуминовые кислоты	Урожайность, т/га		Итого за 2015-2016 гг. т/га	Прибавка урожая от нанопорошков	
	2015 г.	2016 г.		т/га	%
Фон (контроль)	0,46	0,079	0,54	-	-
Нанопрепарат Fe	0,71	0,14	0,86	0,31	57,9
Нанопрепарат ZnO	0,73	0,14	0,87	0,33	60,5
Нанопрепарат Co	0,57	0,047	0,62	0,075	13,9
Гуминовые кислоты	0,58	0,093	0,67	0,13	23,7
HCP _{0,5}	0,008	0,008			

Обработка семян нанопрепаратором УДЧ кобальта и гуминовыми кислотами была менее эффективной, прибавка составила 0,08-0,13 т/га (13,9-23,7%).

Наибольший научный и практический интерес представляет взаимодействие факторов - нанопорошков и микроэлементов.

Опрыскивание опытных делянок микроэлементами, где семена клевера замачивались перед посевом в водно-дисперсной суспензии нанопорошков показала, что на фоне железа урожайность семян возросла до 1-1,2 т/га, причем от бора на 29%, молибдена - на 22,5%, от бора с молибденом - на 47%. Аналогичная картина наблюдалась и на фоне ультрадисперсных частиц оксида цинка, кобальта, гуминовых кислот (таблица 5).

Таблица 5 - Урожайность семян клевера лугового при взаимодействии факторов (ультрадисперсных порошков металлов и микроэлементов)

А-замачивание семян нанопорошками и гуминовыми кислотами	В- опрыскивание в фазу бутонизации микроэлементами	Урожайность, т/га		Итого за 2015-2016гг, т/га	Прибавка урожая	
		2015 г.	2016 г.		т/га	%
Нанопрепарат Fe	0	0,71	0,14	0,86	-	-
	Раствор (Mo)	0,85	0,19	1,05	0,19	22,5
	Раствор (B)	0,89	0,21	1,10	0,25	29,2
	Раствор (B + Mo)	0,99	0,27	1,26	0,4	47,2
Нанопрепарат ZnO	0	0,73	0,14	0,87	-	-
	Раствор (Mo)	0,85	0,12	0,97	0,11	12,2
	Раствор (B)	0,9	0,14	1,04	0,17	19,6
	Раствор (B + Mo)	0,99	0,11	1,11	0,24	26,9
Нанопрепарат Co	0	0,57	0,047	0,62	-	-
	Раствор (Mo)	0,73	0,1	0,83	0,21	34,4
	Раствор (B)	0,75	0,064	0,81	0,19	31,7
	Раствор (B + Mo)	0,76	0,11	0,88	0,26	43,1
Гуминовые кислоты	0	0,57	0,093	0,67	-	-
	Раствор (Mo)	0,63	0,18	0,82	0,14	21,4
	Раствор (B)	0,75	1,29	0,88	0,21	30,8
	Раствор (B + Mo)	0,73	0,17	0,9	0,23	33,9
HCP _{0,5} (A)		0,08	0,09			
HCP _{0,5} (B и AB)		0,08	0,09			

Следовательно, для повышения семенной продуктивности клевера целесообразно замачивать семена перед посевом в 0,05% водно-дисперсной суспензии железа, оксида цинка, кобальта или гуминовых кислот, а в фазу бутонизации опрыскивать микроэлементами: бором, молибденом, бором с молибденом.

6. Экономическая эффективность использования нанопорошков металлов и микроэлементов в технологии возделывания клевера лугового на сено и семена

Одной из наиболее важных экономических категорий, демонстрирующих результативность сельскохозяйственного производства, является затраты на производство продукции, прибыль, себестоимость продукции и рентабельность производства.

Наилучшим путем повышения уровня рентабельности является внедрение в сельскохозяйственное производство инновационных технологий, например, таких как применение ультрадисперсных порошков металлов для обработки семян (таблица 6).

Предпосевная обработка семян клевера позволяет повысить прибыль от реализации сена по сравнению с контролем с 8015 руб./га в варианте с обработкой нанопорошком железа (Fe) до 16695 руб./га при замачивании в водно-дисперсной суспензии гуминовых кислот с нанопорошками металлов (ГК + УДЧ металлов). В других вариантах выручка возросла по сравнению с контролем на 11 - 14тыс. руб./га.

Себестоимость одной тонны сена снижалась по сравнению с контролем (1611 руб./т) на 174 руб./т (Fe) до 353 руб./т (ГК + УДЧ металлов). В остальных вариантах на 276-307 руб./т.

Таблица 6 - Экономические показатели производства сена клевера с использованием ультрадисперсных порошков металлов, 2014-2015 гг.

Нанопорошки металлов и гуминовые кислоты	Получено сена за 2014-2015 гг., т/га	Выручка, руб./га	Затраты, руб./га		Прибыль, руб./га	Себестоимость 1т, руб.	Рентабельность, %
			Дополнительные	Всего			
Фон (контроль)	15,8	55335	0	25471	29864	1611	117
Нанопрепарат Со	19,6	68530	550	26021	42509	1329	163
Нанопрепарат ZnO	19,9	69790	550	26021	43769	1305	168
Нанопрепарат Fe	18,1	63350	550	26021	37329	1438	143
Гуминовые кислоты	19,1	66885	53	25524	41361	1336	162
Гуминовые кислоты +УДЧ	20,6	72030	426	25897	46133	1258	178

Уровень рентабельности производства сена изменился от 117% до 178%. Наиболее высокие показатели рентабельности получены в вариантах с использованием в технологии производства сена клевера нанопорошков кобальта (163%), оксида цинка (168%), и гуминовых кислот с нанопорошками металлов (178%).

В семеноводстве клевера особое значение имеет предпосевное замачивание семян в 0,05% водно-дисперсной суспензии нанопорошков металлов и дополнительная обработка в фазу бутонизации растворами микроэлементов.

Так от замачивания в 0,05% водно-дисперсной суспензии нанопорошка железа семян клевера и повторном опрыскивании в фазу бутонизации микроэлементами, урожайность возросла на 0,14 т/га (Мо), 0,18 т/га (В), 0,28 т/га (В+Мо). Прибыль увеличилась соответственно на 14-27 тыс. руб./га. Себестоимость 1 ц семян снизилась на 627-1070 руб., а рентабельность производства достигла 200-248% (таблица 7).

Аналогичная картина наблюдается и в варианте с замачиванием семян перед посевом в 0,05% водно-дисперсной суспензии ZnO с повторным опрыскиванием микроэлементами в фазу бутонизации клевера.

В других вариантах опыта с использованием УДЧ Со и ГК для замачивания семян перед посевом и опрыскиванием указанными микроэлементами в фазу бутонизации существенный рост урожайности отмечен лишь в вариантах с опрыскиванием бором (0,16-0,17 т/га) и бором с молибденом (0,15-0,19 т/га).

Соответственно увеличение прибыли составило 16-19 тыс. руб./га. В этих вариантах отмечена самая высокая себестоимость центнера семян 4776-4930 руб.

Таблица 7 – Экономическая эффективность применения ультрадисперсных порошков металлов в технологии возделывания клевера на семена, 2015 г

А-замачивание семян	В- опрыскивание в фазу бутонизации	Урожай семян за 2015 г., ц/га	Выручка, руб.	Затраты, руб./га		Прибыль руб./га	Себестоимость 1ц, руб.	Рентабельность, %
				Дополнительные	Всего			
Фон (контроль)		4,64	46400	0	27598	18802	5948	68
Нанопрепаратор Fe	0	7,14	71400	550	28148	43252	3942	154
	Раствор (Mo)	8,57	85700	816	28414	57286	3316	202
	Раствор (B)	8,93	89300	690	28288	61012	3168	216
	Раствор (B + Mo)	9,92	99200	906	28504	70696	2873	248
Нанопрепаратор ZnO	0	7,29	72900	550	28148	44752	3861	159
	Раствор (Mo)	8,57	85700	816	28414	57286	3316	202
	Раствор (B)	9	90000	690	28288	61712	3143	218
	Раствор (B + Mo)	9,92	99200	906	28504	70696	2873	248
Нанопрепаратор Co	0	5,71	57100	550	28148	28952	4930	103
	Раствор (Mo)	7,31	73100	816	28414	44686	3887	157
	Раствор (B)	7,5	75000	690	28288	46712	3772	165
	Раствор (B + Mo)	7,69	76900	906	28504	48396	3707	170
Гуминовые кислоты	0	5,79	57900	53	27651	30249	4776	109
	Раствор (Mo)	6,31	63100	319	27917	35183	4424	126
	Раствор (B)	7,5	75000	193	27791	47209	3705	170
	Раствор (B + Mo)	7,308	73080	409	28007	45073	3832	161

Следовательно, применение УДЧ металлов (Fe, ZnO, Co) и гуминовых кислот для замачивания семян клевера пред посевом и последующее опрыскивание микроэлементами (B, Mo, B + Mo), весьма экономически выгодные технологические приемы повышения урожайности семян, чистой прибыли, рентабельности производства и снижения себестоимости продукции в первый год использования клевера.

Во второй год использования клевера лугового урожайность семян резко снижается, что отражается так же на экономических показателях.

Затраты достигают более 11 тыс. руб./га, в основном на удобрения и обработку микроэлементами, прибыль отмечается только в вариантах с использованием микроэлементов (6-8 тыс. руб.) и от последействия УДЧ железа для замачивания семян, а в 2016 году – опрыскивание бором и бором совместно с молибденом 9,8-15 тыс. руб./га.

Таким образом, в связи с низкой урожайностью клевера во второй год использования целесообразно получать семена только с урожая первого года пользования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Обработка посевного материала клевера лугового перед посевом в 0,05% водно-дисперсной суспензии металлов (Fe, ZnO) способствует активизации ростовых процессов, повышению устойчивости и густоты стояния травостоя, продуктивности фотосинтеза и снижает засоренность посевов в 2,7-3,4 раза.

2. Наибольшая прибавка урожая сена клевера лугового получена от обработки посевного материала УДЧ Со-3,8 т/га; ZnO – 4,1 т/га; ГК +УДЧ – 4,8 т/га.

3. Ультрадисперсные частицы Со, Fe, ZnO способствуют увеличению содержания протеина в корме на 2,3 (ZnO)-2,8% (Co; Fe) как в первый год использования клевера, так и во второй.

4. Семенная продуктивность клевера возрастает при замачивании в 0,05% растворе бора (B) на 0,13 т/га, при опрыскивании в фазу бутонизации – смесью B + Mo на 0,25 т/га, или только при опрыскивании бором-0,24 т/га.

5. Замачивание семян в 0,05% растворах микроэлементов B и B+Mo повышают количество продуктивных побегов до 1780 шт./м², а при опрыскивании в фазу бутонизации способствует лучшей завязываемости семян и увеличивает их массу с одной головки до 0,06-0,07 г.

6. Повторное воздействие микроэлементами путем опрыскивания в фазу бутонизации обеспечивает прибавку урожая в вариантах: (B) и (Mo + B) по бору на– 18-21%; (Mo) и (Mo + B) по молибдену на 70-57,7%;(Mo + B) по B + Mo на 51,9%.

7. Совместное использование нанопорошков металлов и микроэлементов способствует увеличению урожайности семян до 1-1,2 т/га (Fe); 0,9-1,1 т/га (ZnO); 0,83-0,88 т/га (Co); 0,8-0,9 т/га (ГК).

8. Замачивание семян пред посевом в растворе микроэлементов и нанопрепаратах с последующим опрыскиванием в фазу бутонизации микроэлементами приводит к формированию полновесных семян с массой 1000 семян 2,1-2,3 г и высокой жизнеспособностью 80–90% и более.

9. Экономически наиболее целесообразно использовать в технологии возделывания клевера лугового на сено: замачивание семян в 0,05% водно-дисперсионной суспензии нанопорошков и гуминовых кислот; для получения семян - замачивание посевного материала в 0,05% водно-дисперсной суспензии Fe и ZnO с последующей обработкой в фазу бутонизации микроэлементами бором или смесью бора с молибденом, обеспечивающих прибыль 57-61 тыс. руб./га, самую низкую себестоимость 1 ц семян и уровень рентабельности 216-248%.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Для повышения урожайности сена клевера лугового и содержания протеина следует применять в технологиях возделывания предпосевную обработку семян 0,05% водно-дисперсными суспензиями металлов (Co, Fe, ZnO), ГК+УДЧ.

В технологиях возделывания клевера на семена необходимо применять обработку посевного материала 0,05% водно-дисперсными суспензиями УДЧ

металлов (Co, Fe, ZnO) и ГК для формирования дружных всходов, более мощной корневой системы, высокой продуктивной кустистости; в фазу бутонизации обрабатывать микроэлементами бором и молибденом с бором для лучшей связываемости семян и повышения их качества.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Изучение действия обработки посевного материала нанопрепаратами металлов с дальнейшей обработкой микроэлементами необходимо проводить на различных сельскохозяйственных культурах в других регионах РФ.

Необходимо изучить совместное применение нанопрепаратов металлов с основными элементами технологии возделывания сельскохозяйственных культур: удобрениями, средствами защиты, а так же использовать их в составе компонентов для инкрустации посевного материала.

Постоянно проводить контроль за ПДК изучаемых элементов в кормах и продуктах питания; совершенствовать методику применения УДЧ металлов в сельском хозяйстве.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ

1. Пономарев, Ю.О. Использование микроэлементов и нанопорошков металлов для повышения семенной продуктивности клевера лугового/Пономарев Ю.О., Прудникова А.Г., Прудников А.Д.///Вестник РГАТУ – 2017 -№1 (33) – С.43-46.

2. Пономарев, Ю.О. Использование ультрадисперсных частиц металлов для повышения урожайности и качества корма клевера лугового/Пономарев Ю.О., Прудникова А.Г., Прудников А.Д. /Международный сельскохозяйственный журнал – 2016 – №6. – С.60-62.

3. Пономарев, Ю.О. Экономическое обоснование применения УДЧ металлов и микроэлементов в кормопроизводстве и семеноводстве клевера в Нечерноземной зоне России/Пономарев Ю.О., Прудникова А.Г., Прудников А.Д., Семченкова С.В.///Московский экономический журнал» (QJE.SU) - №1 – 2017- в рублике «Сельское хозяйство», - Режим доступа: <http://qje.su/selskoe-hozyajstvo/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-1-2017-31/>

Статьи в других изданиях

1. Пономарев, Ю.О. Урожайность и качество клевера лугового при обработке семян нанопорошками металлов и микроэлементами/Пономарев Ю.О., Прудникова А.Г., Прудников А.Д. //Приоритеты развития АПК в современных условиях: сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА» / – Смоленск: ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА», 2014,- 57-60с.

2. Пономарев, Ю.О. Результаты действия УДЧ металлов и микроэлементов на продуктивность клевера сорта «Топаз»/ Пономарев Ю.О., Голандце-

ва Т.С., Ласкин А.В., Прудникова А.Г./Сборник материалов 40-ой научно практической конференции молодых ученых «Научный потенциал молодых ученых для создания инновационных технологий в АПК»/ Смоленск: ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА», 2015, - 181-185с.

3. Пономарев, Ю.О. Использование нанопорошков и гумата калия для повышения урожайности и качества корма клевера лугового./ Пономарев Ю.О., Прудников А.Д., Прудникова А.Г./Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона: Материалы 66-й международной научно-практической конференции 14 мая 2015 года. – Рязань: Издательство Рязанского агротехнологического университета, 2015. – Часть 1., – 161-165 с.

4. Пономарев, Ю.О. Перспективные направления повышения семенной продуктивности клевера лугового// Фундаментальные основы современных аграрных технологий и техники: сборник трудов Всероссийской молодежной научно-практической конференции/ Оргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 61-64 с.

5. Пономарев, Ю.О. Инновационные технологии в кормопроизводстве/ Пономарев Ю.О., Прудникова А.Г., Прудников А.Д./ Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России: Сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции с международным участием, посвященной 85-летию Ивановской государственной сельскохозяйственной академии имени Д.К. Беляева. Том 1. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, 2015. – 167-170 с.

6. Пономарев, Ю.О. Применение нанопорошков металлов и микроэлементов для повышения семенной продуктивности клевера лугового/Пономарев Ю.О., Прудникова А.Г./Основы повышения продуктивности агроценозов: Материалы Международной научно-практической конференции 24-26 ноября 2015 г., посвященной памяти известных ученых И.А. Муромцева и А.С. Татаринцева – Мичуринск: Изд-во ООО «БиС», 2015. – 147-151 с.

7. Пономарев, Ю.О. Влияние предпосевной обработки семян клевера нанопорошками и микроэлементами на семенную продуктивность/ Пономарев Ю.О., Прудникова А.Г., Прудников А.Д. /Сборник научных трудов по материалам Международной очно - заочной научно-практической конференции «Ресурсосберегающие технологии в земледелии» – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2016. – 44-47 с.

8. Пономарев, Ю.О. Влияние предпосевной обработки семян ультрадисперсными порошками металлов и микроэлементами на семенную продуктивность клевера лугового// Наука и молодежь: новые идеи и решения в АПК: Сборник материалов Всероссийских научно-методических конференций с международным участием, Том 1 – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, - 2016. – 72-74 с.

9. Пономарев, Ю. О. Результаты действия предпосевной обработки семян УДП металлов на урожайность и качество клевера лугового//Вклад молодых ученых в аграрную науку: мат. Международной научно-практической конференции. – Кинель: РИЦ СГСХА, 2016. – 84-86 с.

10. Пономарев, Ю.О. Эффективность использования микроэлементов при возделывании клевера лугового на семена/ Пономарев Ю.О., Галанцева Т.А./Научный потенциал молодёжи – развитию агропромышленного комплекса: сборник материалов международной научно-практической конференции (13 апреля 2016 года) – Смоленск: ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2016. – 408-411 с.

11. Пономарев, Ю.О. Эффективность ультрадисперсных порошков металлов при предпосевной обработке семян клевера лугового/ Пономарев Ю.О., Ласскин А.П./ Научный потенциал молодёжи – развитию агропромышленного комплекса: сборник материалов международной научно-практической конференции (13 апреля 2016 года) – Смоленск: ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2016. – 411-414с.

12. Пономарев, Ю.О. Эффективность нанопрепаратов железа, кобальта и цинка при обработке семян клевера лугового/ Прудников А.Д., Прудникова А.Г., Пономарев Ю.О./Доклады ТСХА: Сборник статей. Вып. 288. Ч.1. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016., 139-143 с.