

Кондратьева Н.П., Ахатов Р.З., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г., Духтанова Н.В., Селунский В.В., Нетёсов С.В. Эффект синергизма для управления посевными качествами семян люцерны изменчивой с элементами нейросети для контроля дозы УФО

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

УДК 621.384.4–529:631.531.027.3

ББК 40.711+41.44

**Эффект синергизма для управления посевными качествами семян  
люцерны изменчивой с элементами нейросети для контроля дозы УФО**

*Кондратьева Н.П., Ахатов Р.З., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г., Духтанова Н.В.,  
Селунский В.В., Нетёсов С.В.*

*Государственный аграрный университет Северного Зауралья*

**Аннотация**

*В статье приведены исследования по выявлению наибольшего эффекта синергизма по управлению посевными качествами семян люцерны изменчивой Виктория с использованием элементов нейросети для контроля дозы ультрафиолетового облучения. Эффект синергизма возникает при одновременном воздействии на семена сначала ультрафиолетового излучения и потом кремнийсодержащего препарата НаноКремний, или сначала обработки препаратом НаноКремний, а потом ультрафиолетовым излучением. В обоих случаях наблюдались изменения посевных качеств семян. Семена облучались на мобильной светодиодной УФ облучательной установке с применением сквозных цифровых энерго-сберегающих технологий с элементами нейросети для контроля дозы УФО цифровым датчиком VEMML6070 от производителя Vishay Semiconductors. Прибором ТКС – АВС на высоте 70 мм была измерена энергетическая освещенность УФ светодиодов, которая показала, что излучение UV-A составляет 95,67% при средней энергетической освещенности 3,137 Вт/м<sup>2</sup>, излучение UV-B составляет 3,41% при 0,112 Вт/м<sup>2</sup> и излучение UV-C составляет 0,91% при 0,030 Вт/м<sup>2</sup>. Проведенные исследования выявили, что наибольший эффект синергизма для управления посевными качествами семян люцерны изменчивой имеет место при обработке семян люцерны изменчивой сначала препаратом НаноКремний, а затем УФО. В результате управления посевными качествами семян люцерны, заключающегося в реализации предлагаемой последовательности предпосевной обработки семян, было получено увеличение лабораторной всхожести на 6% при НСР<sub>05</sub> – 4%; длины*

Кондратьева Н.П., Ахатов Р.З., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г., Духтанова Н.В., Селунский В.В., Нетёсов С.В. Эффект синергизма для управления посевными качествами семян люцерны изменчивой с элементами нейросети для контроля дозы УФО

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

*ростка до 2,4 см и корня до 1,5 см; степени развития проростков до 3,0 баллов и силы роста до 29,8%.*

**Ключевые слова:** ЛЮЦЕРНА ИЗМЕНЧИВАЯ, ЛАБОРАТОРНАЯ ВСХОЖЕСТЬ, СТЕПЕНЬ РАЗВИТИЯ ПРОРОСТКОВ, СИЛА РОСТА, СИНЕРГИЗМ, ДОЗА УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ, ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

---

### **Введение**

В Удмуртской Республике 20,5% посевов многолетних трав занимает люцерна изменчивая.

В сельском хозяйстве используется новый тип удобрения, действующим веществом которого является активный кремний, улучшающий потребление азота, фосфора и калия, стимулирующий ростовые процессы, позволяющие увеличить энергию для метаболических процессов и синтеза сахаров [1, 2]. Применение ультрафиолетового излучения (УФ) для предпосевной обработки семян также оказывает положительный эффект за счет активация прорастания семян [3-5].

Эффект синергизма, т.е. совместного влияния УФ излучения и кремния на управление прорастанием семян бобовых культур изучен недостаточно [6, 7]. Поэтому изучение эффекта синергизма для управления прорастанием семян люцерны изменчивой для повышения ее урожайности является актуальной задачей.

**Цель исследований** – изучить эффект синергизма от одновременного влияния ультрафиолетового излучения и препарата НаноКремний на управление посевными качествами семян многолетних бобовых культур на примере люцерны изменчивой Виктория.

### **Задачи исследований:**

1. Разработать мобильную светодиодную УФ облучательную установку с применением сквозных цифровых энергосберегающих технологий с элементами нейросети для контроля дозы УФО.

2. Провести исследования и выявить максимальный эффект синергизма по анализу эмпирических данных при управлении посевными качествами семян люцерны изменчивой.

### Материалы и методика исследований

Исследование проводили в лаборатории Удмуртского НИИСХ УдмФИЦ УрО РАН. Проращивали семена многолетней бобовой культуры люцерны изменчивой Виктория.

Исследовался эффект синергизма для двух вариантов: 1) сначала семена облучали УФ LED излучением в зоне УФ-А в течение 5 мин. при средней энергетической освещенностью 3,137 Вт/м<sup>2</sup>, а потом обрабатывались препаратом Нанокремий в рекомендованной производителем дозе 0,1% раствор (0,1 мл в 10 л на 1 т семян) и 2) сначала Нанокремний и затем УФ облучение.

Доза УФ облучения (Н, кДж/м<sup>2</sup>) семян за 5 мин. составила 941 Дж/м<sup>2</sup> и рассчитывалась по выражению

$$H = E \cdot t,$$

где E – мощность излучения, Вт/м<sup>2</sup>;

t – время облучения в секундах.

Оценивалась сила роста, лабораторная всхожесть, высота ростков, длина первичных корешков [8, 9]. Результаты исследований были обработаны методом дисперсионного анализа по алгоритмам с использованием программы «Microsoft Office Excel 2010».

Семена проращивали в рулонах из увлажненной фильтровальной бумаги при температуре 20 °С. В соответствии с ГОСТ 12038–84 на седьмой день определяли лабораторную всхожесть [8] и проводили оценку семян по морфофизиологическим параметрам проростков по Методике определения силы роста семян кормовых растений [9]. Эмпирические данные обрабатывались методом дисперсионного анализа Б.А. Доспехова [10] по алгоритмам с использованием программы «Microsoft Office Excel 2010».

Повторность опыта 4-кратная. В каждом опыте было по 100 семян.

Семена обрабатывались на мобильной светодиодной УФ установке (рис. 1) [11, 12]. Прибором ТКС – АВС на высоте 70 мм была измерена энергетическая освещенность УФ

Кондратьева Н.П., Ахатов Р.З., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г., Духтанова Н.В., Селунский В.В., Нетёсов С.В. Эффект синергизма для управления посевными качествами семян люцерны изменчивой с элементами нейросети для контроля дозы УФО

Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»

светодиодов, которая показала, что излучение UV-A составляет 95,67% при средней энергетической освещенности 3,137 Вт/м<sup>2</sup>, излучение UV-B составляет 3,41% при 0,112 Вт/м<sup>2</sup> и излучение UV-C составляет 0,91% при 0,030 Вт/м<sup>2</sup>.

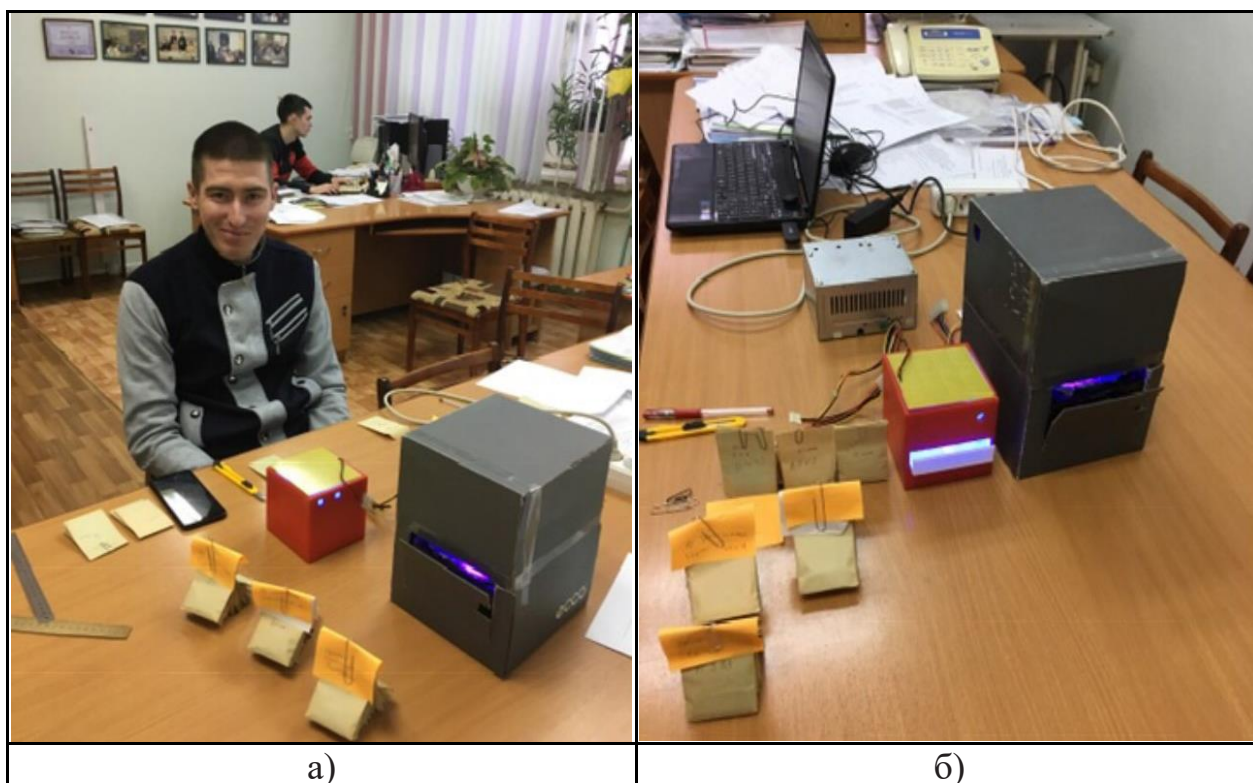


Рис. 1. Фото рабочего момента при облучении семян УФ излучением (а) и фото стационарной мобильной светодиодной УФ установке (б)

Для контроля дозы УФ облучения (УФО) необходимо применять сквозные цифровые энергосберегающие технологии с элементами нейросети, позволяющей по геометрическим размерам семян, их окраске, толщине слоя поддерживать эффективную дозу УФО с помощью микропроцессорной автоматизированной системы управления в режиме online [13-15]. Для контроля дозы УФО можно использовать аналоговый датчик ML8511, схема подключения которого приведена на рис. 2 [16, 19].

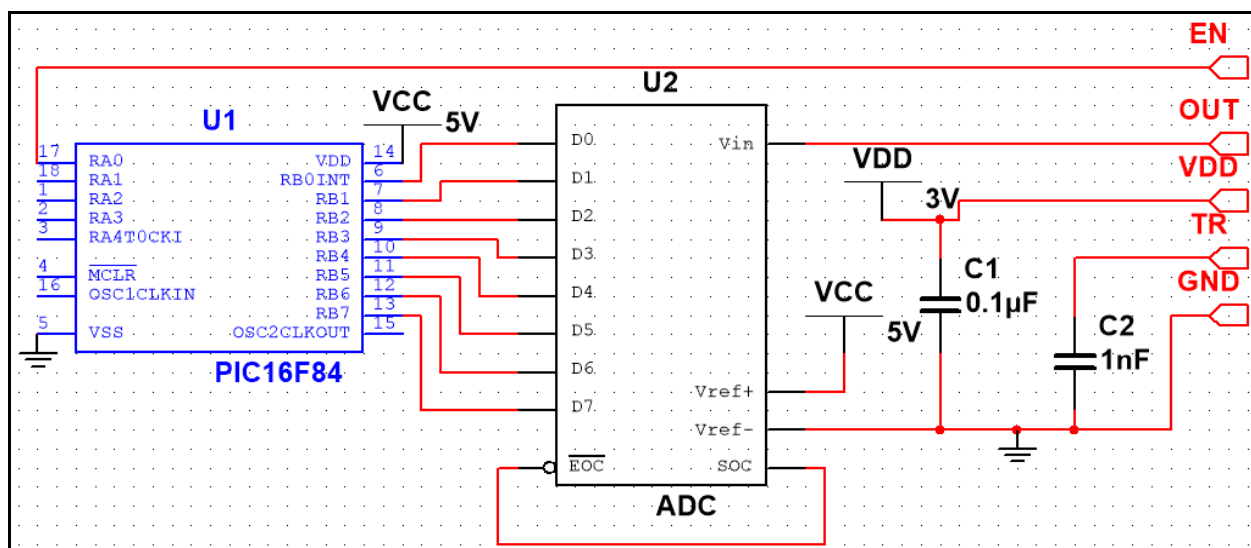


Рис. 2. Электрическая схема подключения аналогового датчика ML8511

В схеме используется микроконтроллер PIC16F84, аналогово-цифровой преобразователь ADC и датчик ML8511. На схеме показаны контакты для подключения, т. к. в программном обеспечении Multisim такой схемы микросхемы для моделирования нет [12, 16]. Достоинством этой схемы является возможность измерить УФ излучение с высокой интенсивностью при незначительном потреблении электроэнергии. Недостатком схемы является то, что датчик является аналоговым.

Для обеспечения высокой точности измерения УФ излучения используется цифровой датчик VEMML6070 от производителя Vishay Semiconductors (рис. 3 а). Для передачи данных используется протокол I<sup>2</sup>C. Схема подключения приведена на рис. 3 б).

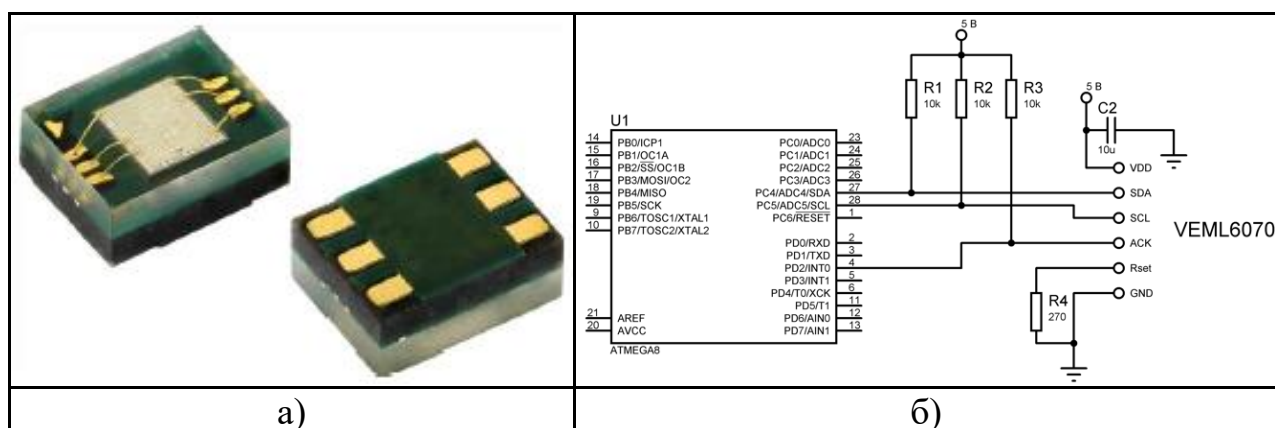


Рис. 3. Внешний вид датчика VEMML6070 (а) и схема подключения датчика к микроконтроллеру (б)

Прибор обладает 16 битным разрешением, высокой частотой обновления данных и возможностью настройки датчика с помощью регистров под разные задачи.

### Результаты исследований

Посевные качества семян определялись по двум показателям:

- 1) энергии прорастания;
- 2) лабораторной всхожести.

Они показывают способность семян прорасти за определенное время при оптимальных условиях для конкретной культуры [18, 19].

Из эмпирических данных было видно, что лабораторная всхожесть семян люцерны изменчивой составила 81% (в контроле 75%). Существенное увеличение на 6% при НСР<sub>05</sub> – 4% лабораторной всхожести выявлено при обработке семян сначала препаратом Нано-Кремний, а затем УФО.

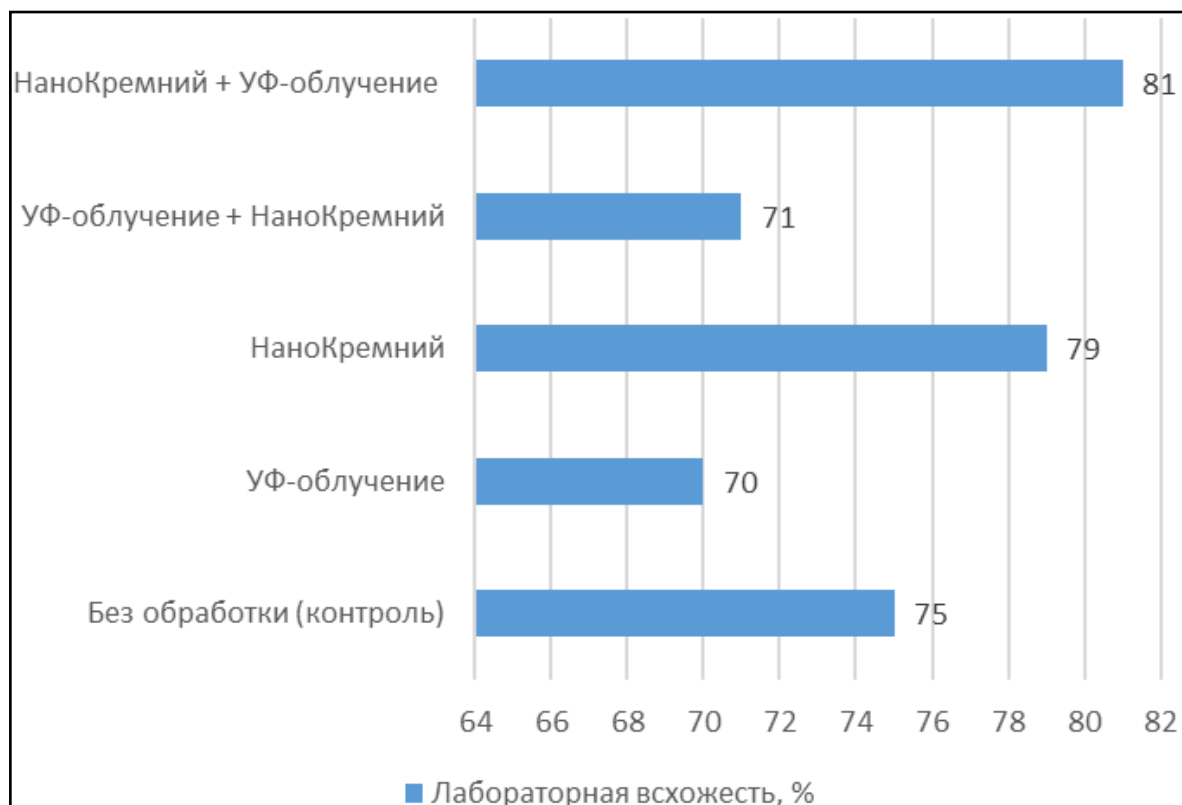


Рис.4. Эффект синергизма на лабораторную всхожесть люцерны изменчивой Виктория при НСР<sub>05</sub>=4%

В сельскохозяйственной практике ведется учет не только количества высеянных живых семян, но и того, какие из них будут формироваться проростки и смогут ли они развиваться в продуктивные растения и дать высокий урожай. Для оценки урожайных качеств семян многие исследователи предлагают показатели степени развития проростков, коэффициента симметрии и силы роста [19, 20].

Согласно Методике определения..., 2012 [1] к сильным проросткам относятся проростки со степенью развития 3 и более баллов.

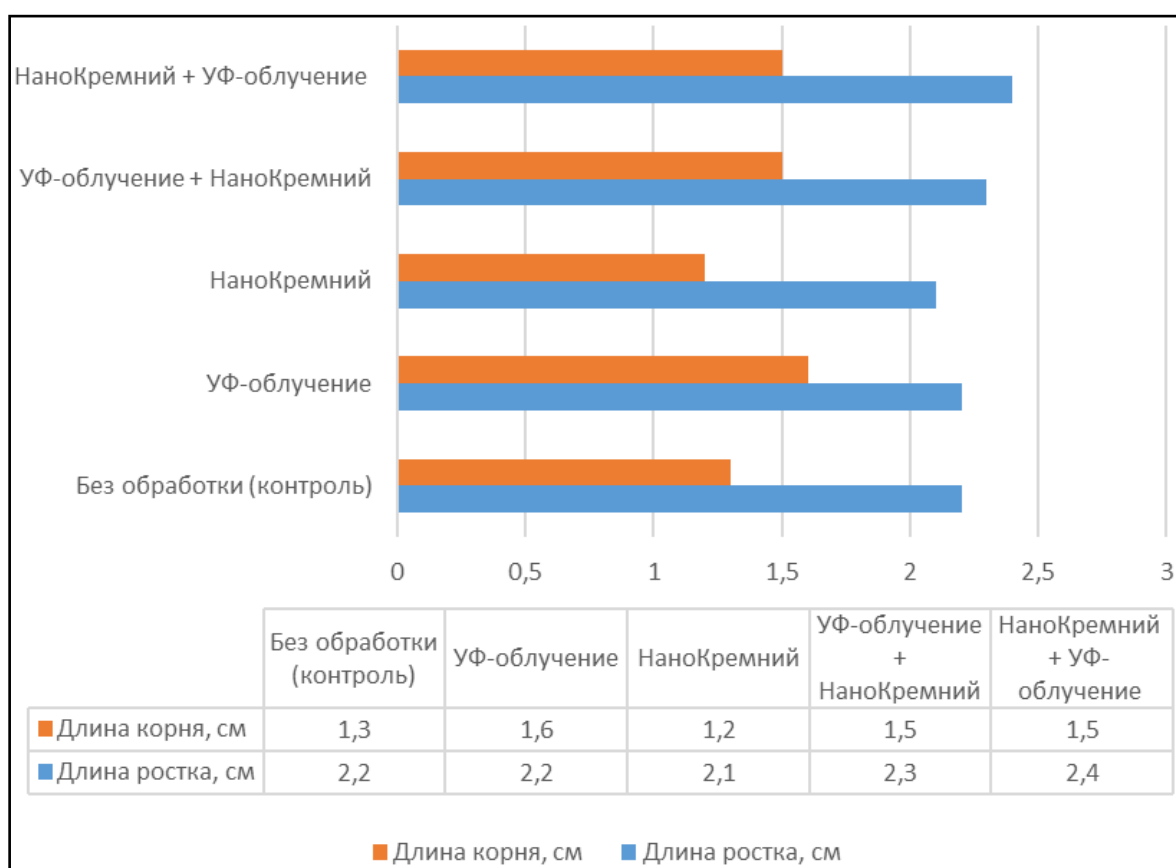


Рис. 5. Эффект синергизма на формирование проростков и силу роста люцерны изменчивой Виктория при  $НСР_{05}$  и  $F_{\phi} < F_t$

Важным показателем, отражающим урожайные свойства семян, является коэффициент симметрии, равный отношению длины ростка к длине корня. Многими учеными [5, 18, 19] доказано, что коэффициент симметрии обратно пропорционален урожайным свойствам семян.

По люцерне изменчивой изучаемые приемы обработки семян не повлияли на длину ростка 2,1–2,4 см и длину корня 1,2–1,6 см. Степень развития проростков люцерны составила 2,5-3,0 балла, сила роста – 18,4-29,8%. Отмечена четкая положительная тенденция увеличения всех изучаемых показателей в варианте НаноКремний + УФО-облучение.

### **Выводы**

1. Разработана мобильная светодиодная УФ облучательная установка с применением сквозных цифровых энергосберегающих технологий с элементами нейросети для контроля дозы УФО цифровым датчиком VEMML6070 от производителя Vishay Semiconductors.

2. Проведенные исследования выявили, что наибольший эффект синергизма для управления посевными качествами семян люцерны изменчивой имеет место при обработке семян люцерны изменчивой сначала препаратом НаноКремний, а затем УФО.

3. В результате управления посевными качествами семян люцерны, заключающегося в реализации предлагаемой последовательности предпосевной обработки семян, было получено увеличение лабораторной всхожести на 6% при НСР<sub>05</sub> – 4%; длины ростка до 2,4 см и корня до 1,5 см; степени развития проростков до 3,0 баллов и силы роста до 29,8%.

### **Список использованных источников:**

1. Мелихова А.С., Ступина Л.А. Влияние препарата НаноКремний на прорастание семян зернобобовых культур // Химия и жизнь : Сборник XVIII Международной научно-практической студенческой конференции. 2019. - С. 79–84.

2. Семина С.А., Гаврюшина И.В., Никулина Е.В. Влияние препаратов с кремнием на формирование урожайности кукурузы // Нива Поволжья, 2020. № 1 (54). - С. 9–14.

3. Кондратьева Н.П., Кислякова Е.М., Ильясов И.Р., Корепанов Р.И., Кириллов Н.К., Касаткина Н.И., Курьлева А.Г. Эффект от обработки семян зерновых и кормовых культур ультрафиолетовым излучением // Перспективы развития аграрных наук : Материалы Международной научно-практической конференции г. Чебоксары, 1-2 июня 2019 года. ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА. Чебоксары, 2019. - С. 89–90.

4. Кондратьева Н.П., Ахатов Р.З., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г., Селунский В.В., Уразбахтин М.Н Сквозные цифровые технологии для реализации энергоэффективных методов обработки семян // Агропромышленный комплекс в условиях современной



Кондратьева Н.П., Ахатов Р.З., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г., Духтанова Н.В., Селунский В.В., Нетёсов С.В. Эффект синергизма для управления посевными качествами семян люцерны изменчивой с элементами нейросети для контроля дозы УФО

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

реальности. Сборник трудов международной научно-практической конференции. - Тюмень, 2023. - С. 369–377.

5. Курьлева А.Г. Эффективность ультрафиолетового облучения семян зерновых культур // Пермский аграрный вестник, 2019. - № 4 (28). - С. 47–52.

6. Кондратьева Н.П., Пронькин П.А. Нанотехнологии и наноматериалы в агропромышленном комплексе // Агропромышленный комплекс в условиях современной реальности. Сборник трудов международной научно-практической конференции. - Тюмень, 2023. - С. 362–368.

7. Kondrateva N.P. Synergistic effect of the simultaneous exposure to ultraviolet radiation and nano-silicon preparation to increase the rate of seed germination / N.P. Kondrateva, N. Kasatkina, Zh.S. Nelyubina [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Cheboksary, 10 апреля 2020 года. – Cheboksary, 2020. – P. 012011.

8. ГОСТ 12038-84. Методы определения всхожести.

9. Методика определения силы роста семян кормовых растений / В.И. Карпин, Н.И. Переpravо, В.Н. Золотарев, В.Э., Рябова, Э.З. Шамсутдинова, Т.В. Козлова. - М.: Изд-во РГАУ – МСХА, 2012. - 16 с.

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - М.: Колос, 1985. - 416 с.

11. Кондратьева Н.П., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г., Чернов И.С., Зкурдаева О.А., Поторочин В.О., Корепанов И.Я. Применение цифровых автоматизированных технологий для реализации энергоэффективных световых решений в аграрной сфере // Тенденции развития науки и образования. - 2023. - № 99-7. - С. 117–121.

12. Kondrateva N.P. Irradiating set with UV diodes and microprocessor system of automatic dose control / N.P. Kondrateva, R.G. Bolshin, M.G. Krasnolutsкая // Light & Engineering. – 2019. – Vol. 27. – No 6. – P. 127-132.

13. Батурич А.И., Кондратьева Н.П., Батурич К.А., Баранова И.А. Обоснование эффективности применения энергосберегающего режима облучения растений // Инновационные решения стратегических задач агропромышленного комплекса. материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию Удмуртского ГАУ. В 3 т. - Ижевск, 2023. - С. 83–86.

14. Мардарьев С.Н, К вопросу применения нейронных сетей в световых технологиях / С.Н. Мардарьев, Е.Л. Белов, Н.П. Кондратьева // Научно-образовательная среда как основа развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России. Материалы III Международной научно-практической конференции. Чебоксары, 2023. - С. 335–337.

15. Ovchukova S.A. Energy saving in lighting technologies of agricultural production / S.A. Ovchukova, N.P. Kondratieva, O.Y. Kovalenko // Light & Engineering. – 2021. – Vol. 29. – No 2. – P. 21-25.

16. Ахатов Р.З. Моделирование микроконтроллеров в программной среде Multisim / Р.З. Ахатов, А.А. Штин // Информационные технологии в науке, промышленности и обра-

Кондратьева Н.П., Ахатов Р.З., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г., Духтанова Н.В., Селунский В.В., Нетёсов С.В. Эффект синергизма для управления посевными качествами семян люцерны изменчивой с элементами нейросети для контроля дозы УФО

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

зовании: Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции, Ижевск, Россия, 29 мая 2020 года / Отв. ред. К.Ю. Петухов. – Ижевск: Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, 2020. – С. 321–326.

17. Облучательная установка с УФ диодами и микропроцессорной системой автоматического управления дозой / Р.Г. Большин, Н.П. Кондратьева, М.Г. Краснолуцкая // Светотехника. – 2019. – № 2. – С. 78–81.

18. Касаткина Н.И., Фатыхов И.Ш. Способ и срок уборки многолетних бобовых трав на семена // Аграрный вестник Урала, 2020. - № 01 (192). - С. 2–9.

19. Ларионов Ю.С., Горбунова М.П. Степень развития органов проростков семян бобовых культур как показатель их потенциальной продуктивности // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2012. - № 2 (88). - С. 17–18.

20. Бабайцева Т.А., Слюсаренко В.В. Влияние предпосевной обработки семян на ранние ростовые процессы озимой тритикале // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. - 2018. - № 1 (54). - С. 18–25.

=====

**Цитирование:**

Кондратьева Н.П., Ахатов Р.З., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г., Духтанова Н.В., Селунский В.В., Нетёсов С.В. Эффект синергизма для управления посевными качествами семян люцерны изменчивой с элементами нейросети для контроля дозы УФО [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 5. – Режим доступа: [http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/5/st\\_543.pdf](http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/5/st_543.pdf). DOI: <https://doi.org/10.51419/202135543>.