

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВЛИЯНИЮ РЕЖИМОВ УФ-ОБРАБОТКИ НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН СОИ

Страхов В.Ю., Мануйленко А.Н., Лукинов Д.А., Сухоруков И.Ю.

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина»,
Белгород, e-mail: info@bsaa.edu.ru

В сельском хозяйстве для повышения посевных качеств семян широко применяется специальная обработка. На практике электрофизические способы обработки показывают высокую эффективность, подтвержденную научными исследованиями. В процессе обработки семена подвергают воздействию СВЧ-полей, ИК-излучению, действию электрического тока, ультразвука, озонированию и т.д. В данной работе описан способ обработки зерна перед проращиванием на разработанной установке ленточного типа для ультрафиолетовой обработки. Предложенная конструкция отличается высокой точностью и позволяет повысить равномерность обработки зерна со всех сторон. Приведены результаты экспериментальных исследований по оценке влияния ультрафиолетовой обработки на всхожесть сои сорта «Нежеголь». В исследованиях в качестве варьируемых факторов выбраны энергетическая освещенность ультрафиолетового облучения и продолжительность обработки, а в качестве функции отклика – всхожесть зерна. В результате проведенного эксперимента получено регрессионное уравнение по влиянию параметров ультрафиолетовой обработки на всхожесть сои. Согласно полученным данным, можно рекомендовать режим обработки, характеризующийся наименьшими энергозатратами и максимальной прибавкой всхожести. При этом энергетическая освещенность составляет 5 Вт/м², продолжительность облучения – 30 секунд. Удельные энергозатраты на обработку составят 150 Дж/м².

Ключевые слова: предпосевная обработка, ультрафиолет, всхожесть семян, электрофизическая обработка семян, соя

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF UV TREATMENT MODES ON THE GERMINATION OF SOYBEAN SEEDS

Strakhov V.Y., Manuylenko A.N., Lukinov D.A., Sukhorukov I.Y.

Belgorod State Agrarian University named after V.Y. Gorin, Belgorod,
e-mail: info@bsaa.edu.ru

In agriculture, special processing is widely used to improve the sowing qualities of seeds. In practice, electrophysical processing methods show high efficiency, confirmed by scientific research. To do this, the seeds are exposed to microwave fields, IR radiation, electric current, ultrasound, ozonation, etc. In this paper, it is proposed to process the grain before germination on a developed belt-type installation for ultraviolet treatment. The proposed design is characterized by high precision and allows to increase the uniformity of grain processing from all sides. The results of experimental studies on the assessment of the effect of ultraviolet treatment on the germination of soybeans of the Nezhogol variety are presented. In the studies, the energy illumination of ultraviolet irradiation and the duration of processing were chosen as variable factors, and grain germination was chosen as a response function. As a result of the experiment, a regression equation was obtained for the effect of UV treatment parameters on soybean germination. According to the data obtained, it is possible to recommend a treatment regime characterized by the lowest energy consumption and maximum increase in germination. At the same time, the energy illumination is 5 W/ m², the duration of irradiation is 30 seconds. The specific energy consumption for processing will be 150 J/m².

Keywords: pre-sowing treatment, ultraviolet light, seed germination, electrophysical seed treatment, soy

Для повышения посевных качеств зерна перед проращиванием, обеззараживания поверхности (удаления патогенных микроорганизмов, плесени, грибка и дрожжей) применяют различные виды специальной обработки. В научной литературе достаточно информации об эффективности обработки зерна химическими препаратами, электрофизическими способами и биологическими методами. При электрофизической обработке успешно применяют электрический ток, СВЧ-поля и ИК-излучение. Более подробная классификация существующих методов предпосевной обработки семян представлена на рисунке 1.

Имеется много данных о высокой эффективности ультрафиолетового (УФ) спектра излучения в области обеззараживания воздуха, воды и поверхностей, однако еще одним из направлений использования ультрафиолетового излучения является обработка семян перед посевом и зерна перед проращиванием на зеленый витаминный корм [1–3].

Предварительный анализ исследований в области УФ-обработки зерна показал, что главным условием для достижения положительных результатов обработки является строгое дозирование потока излучения с обеспечением рекомендованных режимов облучения.

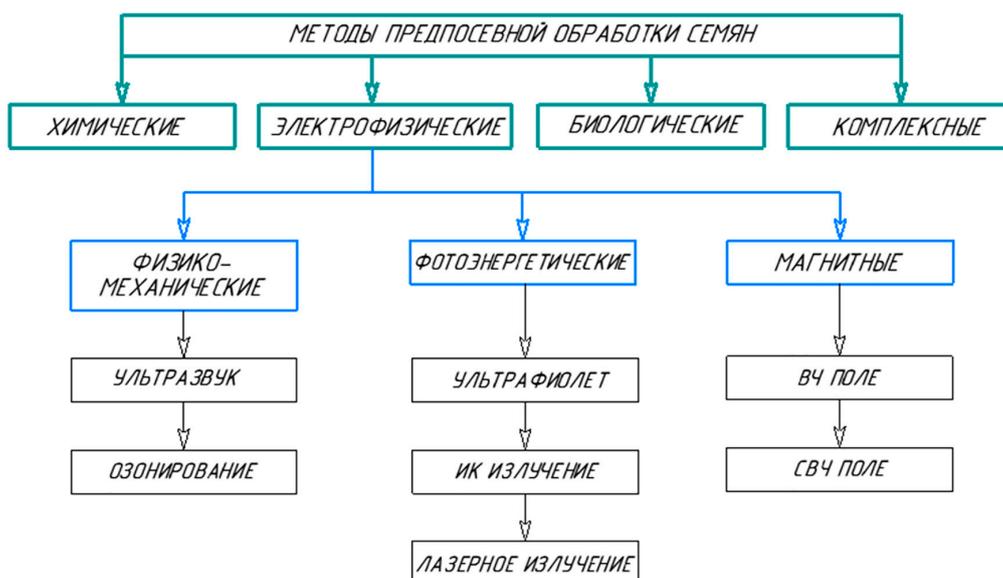


Рис. 1. Методы предпосевной обработки семян

Следует отметить, что в настоящее время крайне мало информации, достоверно указывающей дозы ультрафиолетовой обработки для различных типов семян. Использование режимов, положительно зарекомендовавших себя при предпосевной обработке зерновых культур, не обеспечивает ожидаемого эффекта при облучении сои. Для получения устойчивого эффекта обработки следует учитывать особенности наружных покровов культуры, условия хранения, зараженность зерна.

Имеющаяся на данный момент информация по дозам УФ-обработки зерна давно устарела и носит рекомендательный характер, а указанные диапазоны были ориентировочно рассчитаны на определенные средства и условия обработки. При практическом применении ожидаемых результатов достичь не удастся. Необходимо принять во внимание тот факт, что здоровые семена высокого класса всхожести не нуждаются в дополнительной обработке. Объектом внимания со стороны ученых выступают слабые и травмированные семена, именно после обработки таких образцов наблюдается повышение всхожести и энергии прорастания [4].

Определение оптимальных режимов ультрафиолетовой обработки проводят на основе экспериментальных исследований [5]. Исходными данными для расчета режимов ультрафиолетовой обработки выступают: тип источника облучения, высота подвеса источника, энергетическая освещенность поверхности [6, с. 36].

Цель исследования заключается в определении влияния режимов ультрафиолетового облучения на всхожесть сои при проращивании на зеленый витаминный корм.

Материалы и методы исследования

Ультрафиолетовый диапазон с длиной волны 254 нм не способен проникать вглубь обрабатываемого слоя. Все воздействие сводится к обеззараживанию поверхностных слоев, и только часть излучения способна достигать наружных покровов зародыша. С учетом этих особенностей для равномерной УФ-обработки (в идеальном случае высокая равномерность будет обеспечена при высоте слоя в одно зерно) необходимо разравнивать слой зерна перед облучением. С учетом известных конструкций данные условия обработки проще всего реализовать на вибрационном и ленточном транспортере. Каждый предложенный вариант можно охарактеризовать совокупностью преимуществ и определенных недостатков. Например, при обработке зерна на вибрационном транспортере постоянно образуется пыль, что влияет на бактерицидный поток от источника облучения. Существенным преимуществом такой конструкции является высокая равномерность обработки, получаемая при постоянном движении зерна по поверхности вибрационного транспортера [7, 8].

Из области науки и техники известны конструкции установок УФ-облучения зерна ленточного типа, однако в них не предусмотрена возможность изменять скорость ленты [9, 10].

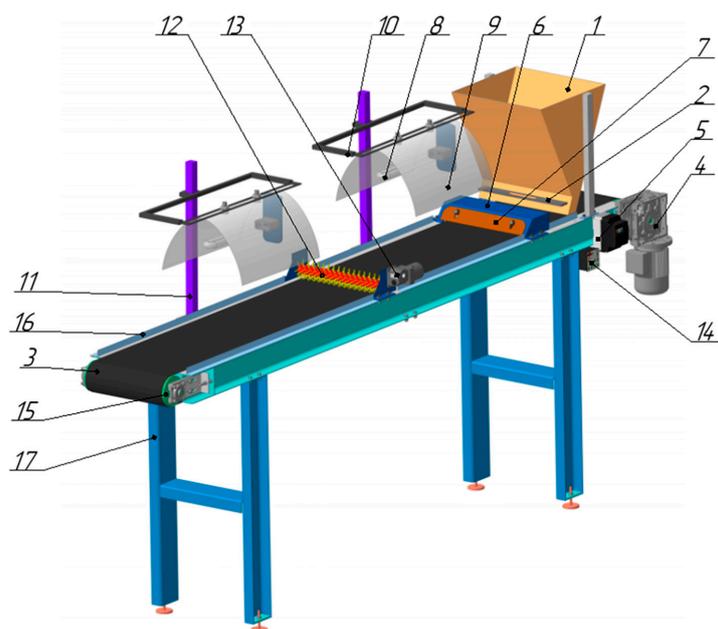


Рис. 2. Установка ленточного типа для ультрафиолетовой обработки зерна: 1 – бункер; 2 – заслонка; 3 – лента транспортера; 4 – мотор-редуктор; 5 – преобразователь частоты; 6 – разравниватель семян; 7 – заслонка разравнивателя; 8 – ультрафиолетовая лампа; 9 – параболический отражатель; 10 – подвеска для светильника; 11 – стойка светильника; 12 – щетка; 13 – привод щетки; 14 – блок управления щеткой; 15 – барабан; 16 – борт; 17 – рама

На основании анализа существующих конструкций устройств для ультрафиолетовой обработки зерна было отмечено, что наиболее перспективными являются установки на основе ленточных транспортеров. В таких моделях проще всего реализовать механизм управления режимами обработки.

Предлагается рассмотреть экспериментальную установку ленточного типа (рис. 2).

Установка состоит из бункера для зерна. Бункер смонтирован над ленточным транспортером. Ленточный транспортер приводится в движение от мотора-редуктора. Для управления скоростью движения ленточного транспортера мотор-редуктор подключен через преобразователь частоты. Для равномерного размещения зерна на ленте предусмотрен разравниватель с регулируемой заслонкой. Над ленточным транспортером расположены два отражателя с трубчатыми ультрафиолетовыми лампами. Между двумя источниками облучения установлена щетка для перемешивания зерна при обработке.

Перемешивание повышает равномерность обработки зерна со всех сторон.

Установка ленточного типа для ультрафиолетовой обработки зерна позволяет проводить как предпосевную обработку, так и обработку зерна перед проращиванием с целью обеззараживания (удаления плесени и грибков) и стимуляции ростовых процессов. Для устойчивого эффекта УФ-обработки зерна перед проращиванием необходимо соблюдать режимы по энергетической освещенности и длительности обработки. Для выявления оптимальных режимов были проведены предварительные экспериментальные исследования.

Зависимость производительности установки ленточного типа для ультрафиолетовой обработки зерна от конструктивных особенностей (энергетической освещенности и длины рабочей зоны) представлена на рисунке 3. Распределение энергетической освещенности на обрабатываемой поверхности от линейной ультрафиолетовой лампы можно определить по формуле:

$$E_A(\alpha, \varphi) = \frac{I_0}{h} \cdot \cos^2 \varphi \cdot \frac{1}{4} [2\alpha_1 + \sin 2\alpha_1 - 2\alpha_2 - \sin 2\alpha_2], \quad (1)$$

где I_0 – линейная плотность силы излучения, кД/м ;

h – высота подвеса лампы, м ;

α, φ – соответственно углы, определяющие направление излучения.

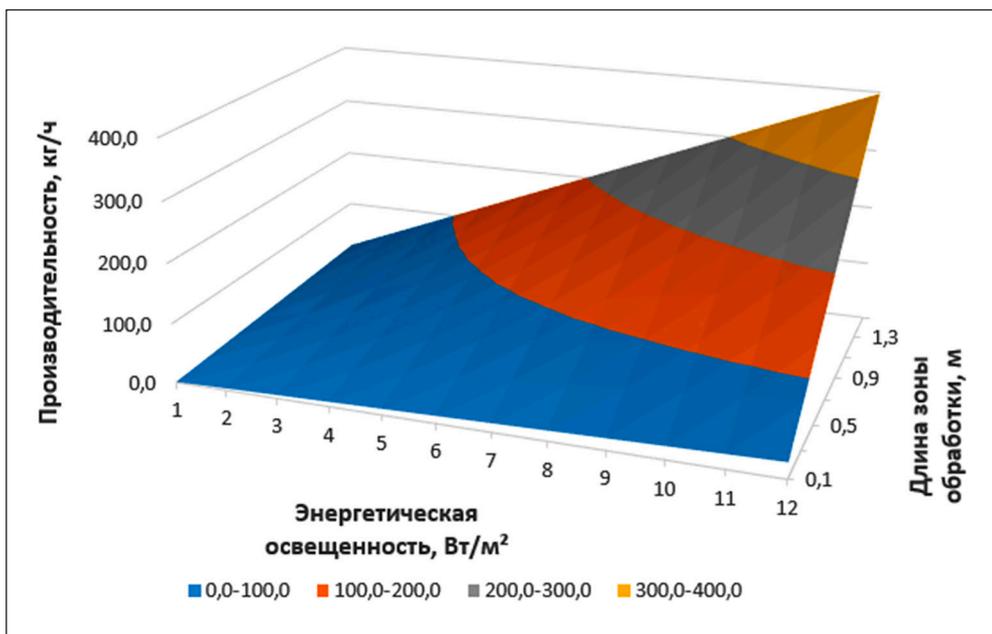


Рис. 3. Зависимость производительности установки ленточного типа для ультрафиолетовой обработки зерна от конструктивных особенностей

Таблица 1

Уровни варьирования факторов

Наименование фактора	Уровни варьирования факторов			Интервал варьирования
	-1	0	+1	
Энергетическая освещенность ультрафиолетового облучения, E, Вт/м ²	1	5	9	4
Время ультрафиолетового облучения, T _{облуч} , с	30	60	90	30

Проведенные экспериментальные исследования позволили оценить влияние режимов ультрафиолетовой обработки зерна на всхожесть при проращивании на витаминный корм. Объектом исследований выступили зерна сои. Для эксперимента были приняты два варьируемых фактора: энергетическая освещенность ультрафиолетового облучения и время обработки. В таблице 1 представлены уровни варьирования факторов.

Критерий оптимизации – всхожесть зерна после обработки.

Исследования проводились в четырехкратной повторности в каждой точке плана по математической модели на основе реализации плана второго порядка Коно для 2-факторного эксперимента.

Методика проведения экспериментов состояла в следующем:

– вначале, в соответствии с планом эксперимента, проводили ультрафиолетовое облучение зерна. В качестве источника об-

лучения использовали лампу ДКБУ-7 спектра «УФ-С» мощностью 7 Вт;

– обработанное зерно передавали в испытательную лабораторию ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ для определения всхожести в соответствии с ГОСТ 120384;

– проводили анализ результатов исследований.

Результаты исследования и их обсуждение

В соответствии с полученными протоколами исследований, была проведена оценка влияния воздействующих факторов на всхожесть сои. В таблице 2 представлены план эксперимента и результаты всхожести зерна во всех точках плана.

Для оценки воспроизводимости опыта применяли критерий Кохрена при уровне значимости $\alpha = 0,05$ и числе степеней свободы $f_2 = 12$. Значение критерия Кохрена $G_{расч} = 0,33$ не превысило диапазон допустимых значений $G_{0,05} = 0,4$ ($0,33 \leq 0,4$).

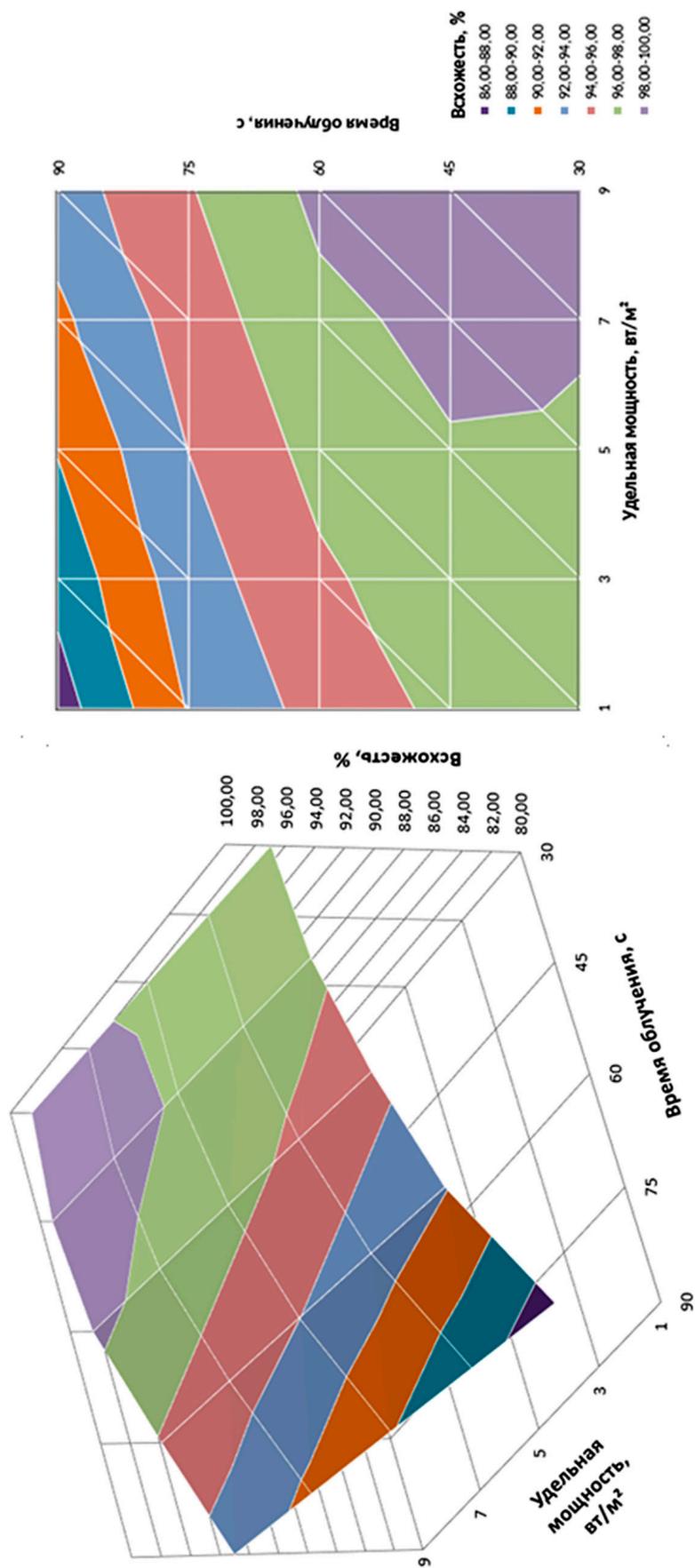


Рис. 4. Расчетная поверхность всхожести зерна в зависимости от величины воздействующих факторов

Таблица 2

Матрица плана и результаты эксперимента

№ опыта	X_1	X_2	Всхожесть, %	НСР ₀₅	Доза УФ-обработки, Дж/м ²
1	-1	-1	96,6	6,0	30
2	1	-1	97,0	1,3	270
3	-1	1	86,3	4,5	90
4	1	1	93,0	3,4	810
5	-1	0	95,8	6,3	60
6	1	0	100,0	0,0	540
7	0	-1	99,5	0,9	150
8	0	1	91,0	2,8	450
9	0	0	94,0	2,8	300
10	кон- троль	-	58,0	2,7	-

В результате обработки протоколов испытаний были получены экспериментальные данные, положенные в основу уравнения регрессии, описывающего влияние режимов ультрафиолетовой обработки на всхожесть зерна. В кодированных единицах уравнение имеет вид:

$$Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_{12} X_1 X_2 + B_{11} X_1^2 + B_{22} X_2^2, \quad (2)$$

где X_1 – энергетическая освещенность ультрафиолетового облучения, о.е. ($-1 \leq X_1 \leq +1$), X_2 – продолжительность ультрафиолетового облучения, о.е. ($-1 \leq X_2 \leq +1$); $B_0 = 96,61$; $B_1 = 1,88$; $B_2 = -3,83$; $B_{12} = 1,08$; $B_{11} = -0,04$; $B_{22} = -2,67$.

Для оценки значимости коэффициентов использовали критерий Стьюдента ($t_{кр}$) при уровне значимости $\alpha = 0,05$ и числе степеней свободы $f_2 = 12$. Для оценки адекватности модели применяли критерий Фишера при уровне значимости $\alpha = 0,05$. Расчетный показатель критерия Фишера $F_{расч} = 1,83$ не превысил диапазон допустимых значений $F_{0,05} = 2,57$ ($1,83 \leq 2,57$). Для получения расчетного уравнения регрессии в натуральных переменных необходимо заменить кодированные переменные в уравнении (2) их натуральными аналогами в соответствии с таблицей 1 по формулам:

$$X_1 = (E_l - 5) / 4; \quad (3)$$

$$X_2 = (t_{обр} - 60) / 30, \quad (4)$$

где E_l – энергетическая освещенность ультрафиолетового облучения, Вт/м²;

$t_{обр}$ – продолжительность облучения, с.

На основании полученного уравнения (2) была построена расчетная поверхность (рис. 4) зависимости всхожести зерна от воздействующих факторов.

В результате анализа поверхности можно отметить увеличение всхожести зерна при возрастании энергетической освещенности ультрафиолетового облучения от 7 до 9 Вт/м² и продолжительности облучения от 30 до 60 секунд. Согласно полученным данным, можно рекомендовать режим обработки, характеризующийся наименьшими энергозатратами и максимальной прибавкой всхожести. При этом энергетическая освещенность ультрафиолетового облучения составляет 5 Вт/м², продолжительность ультрафиолетового облучения – 30 секунд. Удельные энергозатраты на обработку составят 150 Дж/м².

Заключение

Для обработки зерна перед проращиванием предлагается использовать установку ленточного типа. Результаты исследований по ультрафиолетовой обработке зерна перед проращиванием позволили определить наилучший режим обработки. В качестве рекомендаций для производства выделен режим, позволяющий повысить всхожесть на 40% по сравнению с контролем.

Список литературы

1. Понедельченко М.Н., Походня Г.С. Использование нетрадиционных кормов в свиноводстве. Белгород, 2011. 382 с.
2. Тибирьков А.П., Юдаев И.В., Азаров Е.В. Предпосевная электрофизическая обработка семян – перспективный агроприем ресурсосберегающей технологии возделывания озимой пшеницы // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2012. № 3(27). С. 61-66.
3. Казакова А.С. Перспективы применения стимуляции старых семян зерновых культур в электрическом поле // Вестник аграрной науки Дона. 2019. № 1(45). С. 68-72.
4. Страхов В.Ю., Вендин С.В., Саенко Ю.В. Экспериментальные исследования по применению ультрафиолетового излучения при предпосевной обработке семян

сои для проращивания на витаминный корм // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 2 (30). С. 108-115.

5. Вендин С.В., Саенко Ю.В., Страхов В.Ю., Семерина М.А. Конвейерная установка для проращивания зерна // Сельский механизатор. 2019. № 12. С. 26-27.

6. Вендин С.В., Саенко Ю.В., Казаков К.В., Страхов В.Ю., Широков М.С. Технология и оборудование для получения и подготовки пророщенного зерна на корм животным. Москва. Белгород: Колос-с, 2021. 204 с.

7. Кондратьева Н.П., Краснолуцкая М.Г., Ильясов И.Р. Результаты опытов по влиянию УФ облучения на семена, из которых выращивается зеленый корм на гидропонике // Агротехника и энергообеспечение. 2016. № 4-2 (13). С. 6-14.

8. Сафаралихонов А.Б., Акназаров, О.А. Влияние предпосевного УФ-облучения семян пшеницы на её рост, продуктивность и активность эндогенных регуляторов роста растений // Доклады академии наук республики Таджикистан. Физиология растений. 2011. Том 54. № 8. С. 666-671.

9. Рогожин Ю.В., Рогожин В.В. Технология предпосевного УФ-облучения зерна пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. Секция: Сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыбное хозяйство 2013. № 6. С. 9-14.

10. Юдаев И.В., Чарова Д.И., Феклистов А.С., Воротников И.Н., Габриелян Ш.Ж. Выращивание листового салата в светодиодной облучательной камере // Сельский механизатор 2017. № 1. С. 20-21.