

УДК 633.11: 632.4 : 632.935.43

UDC 633.11: 632.4 : 632.935.43

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ЗАЩИТЫ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ ПИРЕНОФОРОЗА ОБРАБОТКОЙ ВЕГЕТИРУЮЩИХ РАСТЕНИЙ ИЗЛУЧЕНИЕМ ЛАЗЕРА**

**IMPROVEMENT OF GRAIN QUALITY AND ENERGY EFFICIENCY IN WINTER WHEAT PROTECTION AGAINST TAN SPOT USING TREATMENT OF VEGETATING PLANTS BY LASER**

Андросова Валентина Митрофановна  
к.б.н.

Androsova Valentina Mitrofanovna  
Cand.Biol.Sci.

Диденко Антон Олегович  
н.с.

Didenko Anton Olegovich  
researcher

Морозовский Валентин Васильевич  
к.б.н.  
*ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений, Краснодар, Россия*

Morozovskiy Valentin Vasilievich  
Cand.Biol.Sci.  
*Russian Research Institute of Biological Plant Protection, Krasnodar, Russia*

Мирончук Вадим Анатольевич  
ст.преподаватель кафедры менеджмента  
*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

Mironchuk Vadim Anatolyevich  
senior lecturer, the department of Management  
*Kuban State Agricultural University, Krasnodar, Russia*

Обработка вегетирующих растений излучением лазера низкой интенсивности ( $\lambda = 650$  нм) приводила к повышению болезнеустойчивости, урожайности, содержания клейковины и белка в зерне озимой пшеницы при энергосбережении, составляющем, как минимум, 80 %

The treatment of vegetating plants by low - intensity laser radiation ( $\lambda = 650$  nm) has lead to the increase of disease resistance and yield, as well as protein and gluten content in winter wheat grain with energy efficiency being at least 80%.

Ключевые слова: ВОЗБУДИТЕЛЬ ЗАБОЛЕВАНИЯ, ЗЕРНО, КОНТРОЛЬ, КЛЕЙКОВИНА, ЛАЗЕР, ОБРАБОТКА, ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА, ПИРЕНОФОРОЗ, ЭТАЛОН

Keywords: DISEASE PATHOGEN, GRAIN, CONTROL, GLUTEN, LASER, TREATMENT, WINTER WHEAT, TAN SPOT, STANDARD

Стоимость зерна напрямую зависит от содержания в нём клейковины и белка. Наличие клейковины определяет хлебопекарное качество зерна пшеницы.

Качество зерна зависит от большого количества факторов. Одна группа факторов не подвластна воздействию человека (погодно-климатические условия вегетационного сезона), а другой можно управлять (использование удобрений, средств защиты растений и качественная доработка зерна).

По данным Федерального центра оценки безопасности и качества зерна и продуктов его переработки, качество зерна в России продолжает снижаться. Доля продовольственной пшеницы, по данным центра, в самом урожайном 2008 г. снизилась до 63 %. В отдельных регионах содержание клейковины в пшенице уменьшилось на 3-5 %

В Южном федеральном округе в 2008 г. доля низкокачественной пшеницы 4-го класса составила 48 %, что больше, чем в целом по стране, на 11 %. Мягкая пшеница 3-го класса в Краснодарском крае и Ростовской обл. содержала всего 23 % клейковины, что соответствует нижнему уровню для зерна этого класса [1].

Обработки фунгицидами против болезней, гербицидами против сорняков, инсектицидами против вредителей, как правило, тоже заметно уменьшают содержание клейковины из-за вызываемого ими стресса и угнетения роста растений.

Особое место в защите растений от патогенов занимают физические методы, в частности излучение лазера, термическая обработка, электромагнитная обработка [2, 3, 4, 5, 6] и (или) электрообработка [7, 8]. Физические методы могут улучшать качество посева и продукции, способствуют повышению производительности, уменьшают риск загрязнения почвы и воды из-за отсутствия остаточных продуктов [9]. Однако анализ других литературных источников свидетельствует о том, что обработка семян в водородно-плазменной установке, ультрафиолетовых лучах, магнитных и электромагнитных полях излучением лазера не эффективно против семенной инфекции, корневых гнилей и не обеспечивает дальнейшей защиты растений от болезней [10, 11].

В обзоре, посвящённом 50-летию изобретения лазера, отмечается, что во всём мире было проведено огромное количество исследований в отношении использования лазера в сельском хозяйстве. Отмечен хороший

потенциал его применения в этой сфере. Однако большинство исследователей сосредоточены на стимулирующем влиянии обработки излучением лазера семян различных сельскохозяйственных культур. Эффект от лазерного облучения семян может быть положительным, отрицательным или нейтральным [12].

В результате анализа информации об известных лазерных устройствах и технологиях, которые применяют для улучшения посевных качеств семян и, как следствие этого, защиты растений от болезней, было выявлено, что они недостаточно адаптированы к производственным условиям возделывания зерновых культур. Как правило, использование излучения лазера для зерновых сельскохозяйственных культур ограничивается обработкой только семян с целью стимуляции всхожести и продуктивности посевов. Наиболее приспособлено к производственным масштабам лазерное устройство ЛУ-2 и технология не только обработки семян, но и вегетирующих растений, разработанные ООО НПФ «Биолазер», так как позволяют обрабатывать как большие объёмы зерна, так и площади посевов, характерные для зерновых культур в производственных условиях [13].

Из листовых болезней, в Краснодарском крае в настоящее время наиболее распространён пиренофороз - жёлтая пятнистость листьев озимой пшеницы (возбудитель - *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs.). Известны не только его широкая распространённость, но и высокая скорость развития, а также большой потенциал вредоносности [14, 15].

Интенсивный расход нефтезапасов на планете, придаёт особую актуальность учёту энергосбережения предлагаемых систем или методов защиты растений.

Цель настоящей работы - изучить эффективность и энергосбережение обработки вегетирующих растений озимой пшеницы

излучением лазера низкой интенсивности против пиренофороза (естественное заражение) и изменение спектральных характеристик качества зерна.

Исследования проводились в условиях стационарного полевого севооборота ВНИИБЗР (центральная зона Краснодарского края с умеренно-континентальным климатом) на озимой пшенице сорта Батько в течение двух лет (2011-2012 г.г.).

Почва – сверхмощный малогумусный выщелоченный чернозем. Предшественником являлась люцерна двухгодичного срока использования.

Посев озимой пшеницы во всех вариантах был проведён с нормой высева семян 220 кг/га. Размер делянок – 0,3 га. Учётная площадь делянки – 10 м<sup>2</sup>, в четырёхкратной повторности.

Данные по метеоусловиям были получены на метеостанции ВНИИБЗР. Метеорологические условия в годы исследований были контрастными. В период вегетации озимой пшеницы в 2011 году метеорологические условия были близки к средним многолетним показателям температуры и относительной влажности воздуха.

В 2012 году наблюдались неблагоприятные условия перезимовки растений, что способствовало изреживанию посевов и снижению урожайности. В период вегетации растений (ответственный за урожайность) также наблюдались экстремальные отклонения условий от нормы. Так, в третьей декаде апреля выпало на 14,8 мм, а в первой и второй декадах мая – на 17,7 мм и 17,9 мм осадков меньше, а в третьей декаде мая и первой декаде июля – на 28,4 мм и 54,8 мм соответственно больше по сравнению со средними многолетними показателями. Температура воздуха в этот же период была выше средней многолетней в третьей декаде апреля на 4,8°С, а в первой и второй декадах мая на 5,8°С и 5,6°С, соответственно.

Обработка растений излучением лазера низкой интенсивности ( $\lambda = 650$  нм) была проведена при помощи портативного лазерного устройства, разработанного ООО НПФ «Биолазер». В 2011 году растения были обработаны только в фазы роста и развития 30 (колос на 1 см от узла), 47 (обёртка флаг-листа раскрылась) и 71 (зерновка водяной спелости), а в 2012 году - 39 (развёрнутый флаг-лист) и 69 (конец цветения) по Цадоксу, вместо предусмотренных технологией восьми обработок.

Обработка вегетирующих растений в эталоне была проведена препаратом Альто супер, СК- 0,5 л/га в фазу 69 по Цадоксу; Контроль – без обработки.

Относительные данные по содержанию клейковины, белка, крахмала и общего азота в зерне нового урожая были получены на инфракрасном анализаторе «Инфрапид-61» [16].

Развитие болезней, определяли по методическим указаниям [17].

Уборка урожая с учётных делянок была проведена комбайном марки «Неге». Экспериментальные данные по урожайности были обработаны статистически по Доспехову, о достоверности результатов судили по наименьшей существенной разности ( $НСР_{05}$ ) [18].

Установлено, что в 2011 году на вегетирующих растениях активно развивался только пиренофороз (возбудитель - *P. tritici repentis*). Развитие болезни в фазу ранней восковой спелости растений (80 – по Цадоксу) составляло 23 % (16 % на флаг- листе) при распространённости – 100 %. Корневые гнили выявлены не были.

В 2012 году на озимой пшенице сорта Батько в фазу кущения (31 по Цадоксу) присутствовали такие болезни, как септориоз (возбудитель – *Septoria tritici* Rob. Et Desm.) и пиренофороз (возбудитель - *P. tritici repentis*) на единичных растениях. В этих условиях, возбудитель септориоза развивался так слабо, что на отрезках листьев с симптомами

заболевания, помещённых во влажную камеру, малочисленные споры образовывались не во всех пикнидах.

Засуха, с аномально высокими температурами в этот период, не способствовали развитию, как растений, так и болезней. Однако после выпадения большого количества осадков в третьей декаде мая стал быстро развиваться и распространяться на верхнем ярусе растений, в том числе на флаговый лист, пиренофороз. В итоге, в фазу молочно-восковой спелости развитие пиренофороза достигало на флаговом листе в контрольном варианте 30%. Ему сопутствовала жёлтая ржавчина (возбудитель *Puccinia striiformis* West), развитие которой не превышало 2,5 %.

Биологическая эффективность и урожайность в варианте с обработками посевов озимой пшеницы излучением лазера низкой интенсивности ( $\lambda = 650$  нм) в среднем за два года не уступала эталону (табл. 1).

Таблица 1 – Эффективность обработки растений озимой пшеницы излучением лазера

Вариант	Норма расхода, (технические характеристики – длина волны, мощность), л/га (нм, мВт)	Биологическая эффективность,  %	Урожайность,  ц/га	± к контролю,  ц/га
Обработка лазером	$\lambda = 650$ нм, W = 25 мВт	69	66,0	5,5
Альто супер, КС (эталон)	0,5	61	64,0	3,5
Контроль	без обработки	23	60,5	-
НСР <sub>05</sub>			3,0	-
Примечание – В контроле приведено значение развития пиренофороза в % на флаг- листе в фазу молочно-восковой спелости растений в среднем за 2 года				

В обоих вариантах биологическая эффективность превышала 60 %, как против пиренофороза, так и жёлтой ржавчины, что позволило эффективно подавить развитие болезней и повысить урожайность озимой пшеницы на 3,5 – 5,5 ц/га.

Следует отметить, что в 2011 году в эталоне содержание клейковины и белка в зерне было больше, чем в контроле на 4,0 % и 1,5 % соответственно (табл. 2). В варианте с обработкой растений излучением

Таблица 2 – Спектральные характеристики качества зерна урожайности 2011 г.

Вариант	Норма расхода, (технические характеристики – длина волны, мощность), л/га (нм, мВт)	Содержание в зерне, %			
		общий азот	клейковина	крахмал	белок
Обработка лазером	$\lambda = 650$ нм, $W = 25$ мВт	3,60	38,8	62,2	17,6
Альто супер, КС (эталон)	0,5	3,60	41,6	63,2	18,2
Контроль	без обработки	3,50	37,6	52,3	16,7
НСР <sub>05</sub>		0,01	0,2	0,1	0,1
Примечание - в таблицах 2 и 3 анализ проводился в 60 % муке, просеянной через сито 0,8 мм (при влажности 8,3 %).					

лазера содержание клейковины и белка в зерне было больше, чем в контроле на 1,2 % и 0,9 % соответственно. Содержание общего азота в варианте с обработкой растений излучением лазера и эталоне было одинаковым и превышало контрольное значение на 0,1 %. Содержание крахмала в зерне в варианте с обработкой растений фунгицидом (эталон) было больше, чем в контроле на 10,9 %, а в варианте с обработкой растений излучением лазера – на 9,9 % .

В 2012 году, в условиях засухи и высоких температур наибольшее содержание клейковины в зерне было в варианте с обработкой растений излучением лазера. Содержание клейковины в этом варианте было больше, чем в контрольном - на 1,4 %. Зерно в эталоне содержало белка больше, чем в контроле на 2,0 %, но клейковины меньше на 0,8 % (табл. 3). Помимо

Таблица 3 – Спектральные характеристики качества зерна урожайности 2012 г.

Вариант	Норма расхода, (технические характеристики – длина волны, мощность), л/га (нм, мВт)	Содержание в зерне, %			
		общий азот	клейковина	крахмал	белок
Обработка лазером	$\lambda = 650$ нм, W = 25 мВт	3,85	36,3	63,3	18,9
Альто супер, КС (эталон)	0,5	3,82	34,1	62,4	19,6
Контроль	без обработки	3,85	34,9	62,6	17,6
НСР <sub>05</sub>		0,01	0,2	0,1	0,1

этого, уменьшилось содержание общего азота и крахмала.

Всего одна обработка растений фунгицидом Альто супер, КС в условиях 2012 года (засуха, сопровождаемая аномально высокими температурами) оказала стрессовое воздействие на растения, что ухудшило качество зерна. Всего две обработки растений озимой пшеницы излучением лазера способствовали повышению содержания клейковины в зерне, что свидетельствует об антистрессовом воздействии излучения лазера на растения.

В связи с особенностями лазерной технологии, состоящими в том, что обработка растений лазерным излучением происходит от лазерного устройства, закреплённого на тракторе, движущегося по периметру поля

(вокруг поля), очевидно, что энергозатраты на обработку растений в этом случае должны быть меньше, чем при других видах обработок.

Результат сравнительного расчета затрат на дизельное топлива на 1 гектар подтверждает значительное снижение энергозатрат при обработке посевов лазером в сравнении с внесением фунгицида (Альто супер, КС) (табл. 4).

Таблица 4 – Сравнительная характеристика затрат дизельного топлива на 1 гектар при различных обработках вегетирующих растений озимой пшеницы

Вариант обработки	Затраты на ГСМ при обработке, руб.	Абсолютное отклонение, ± руб.	Относительное отклонение, %
2011 год			
Альто супер - однократно	32,5	-	100
Лазер - в фазу 30, 47 и 71	2,3	- 30,2	7,1
2012 год			
Альто супер - однократно	32,5	-	100
Лазер - в фазу 39 и 69	1,5	- 31	4,6
Примечание - обработки в фазы роста и развития растений указаны по Цадоксу			

Исходные данные для расчёта:

- стоимость дизельного топлива (в ценах 2012 года) – 25 руб./л.

Норма расхода дизельного топлива:

- при обработке посевов фунгицидом (Альто супер, КС) расход дизельного топлива составляет 1,3 литра на 1 га, производительность 36 га/час (трактор МТЗ-80, опрыскиватель с рабочей шириной захвата 20 м, рабочая скорость агрегата 8 км/час);

- при обработке лазером затраты дизельного топлива составляют 3 л/ч; производительность составляет 100 га/ч; (трактор МТЗ-80, диаметр полезного захвата луча лазера – 800 м, рабочая скорость агрегата - 7 км/ч);

Порядок расчёта затрат на дизельное топливо при наземном опрыскивании химическими фунгицидами: 1,3 л/га x 25 руб. = 32,5 руб./га

Затраты дизельного топлива при однократной лазерной обработке вегетирующих растений: 3 л/ч / 100 га/ч x 25 руб. = 0,75 руб./га.

Полная лазерная технология рекомендует обработку 8 раз по основным фазам роста и развития растений озимой пшеницы. Затраты на дизельное топливо в этом случае: 0,75 руб./га x 8 = 6,0 руб./га, что составляет 18,5 % от затрат на однократную наземную обработку химическим фунгицидом. Очевидно, что энергосбережение при применении лазерной технологии составляет, как минимум, 81,5 %.

1. Обработка посевов озимой пшеницы по эффективности против пиренофороза (биологическая эффективность 69%) не уступает химической защите (биологическая эффективность 61%), увеличивая урожайность зерна в среднем на 5,5 ц/га.

2. Минимальное количество (2-3) обработок растений озимой пшеницы излучением лазера улучшают качество зерна (увеличение клейковины и белка) в отличие от химической защиты даже при неблагоприятных метеорологических условиях (засуха с аномально высокими температурами).

3. Минимальное энергосбережение лазерной технологии составляет 81,5 %.

Таким образом, использование излучения лазера в интегрированной защите озимой пшеницы позволит не только эффективно защищать посевы от болезней, повышать урожайность и качество зерна, но и снижать пестицидную нагрузку в агроценозах.

#### **Список использованной литературы**

1. Личко А.К., Личко Н.М., Новиков Н.Н. Агрехимические основы повышения качества зерна озимой пшеницы в условиях центрального района нечернозёмной зоны //Известия ТСХА. выпуск 5. 2011. С.61- 71.
2. Influences of the electromagnetic field in maize seed vigor (in Spanish). Revista Fitotecnia Mexicana. / Dominguez P.A., Hernandes A.C., Kruz O.A., et al // Revista Fitotecni Mexicana. 33(2). 2010. P. 183-188.

3. Alternating magnetic field irradiation effects on three genotype maize seed field performance. / Hernandez A.C., Dominguez P.A., Cruz O.A., et al // Acta agrophysica. 170. 2009. P. 7-17.
4. Pietruszewski S. Effect of magnetic seed treatment on yield of wheat // Seed Science Technology. 21. 1993. P. 621- 626.
5. Pietruszewski S. Influence of pre-sowing magnetic biostimulation on germination and yield of wheat. // International Agrophysics. 13. 1999. P. 241-244.
6. Electromagnetic field and seed vigour of corn hybrids. / Zepeda B.R. Hernandez A.C., Dominguez P.A., et al //, International Agrophysics. 24, 2010. P. 329-332.
7. Pozeliene A. / The treatment of rape (*Brassica napus* L.) seeds with the help of electrical field. / Pozeliene A. and Lynikiene S. // Agronomic. Research. 7. 2009. P. 39-46.
8. Elektronenbeizung von Getreide-saatgut-ein neues umweltschonendes Beizverfahren /Pflaumbaum I., Scholze F., Gaber K., et al // Saat – und Pflanzgut. 31. № 2. 1990. С. 28.
9. Aladjadjiyan A. Case studies in food safety and environmental health integrating safety and environmental knowledge into food studies towards european sustainable development. // Chemistry Materials Science. 6. 2007. P. 69-74.
10. Буга С.Ф., Николаева В.В., Лукашик Н.Н. Плазменная обработка семян не защищает от болезней // Защита растений. № 9.1984. С. 33.
11. Тютюрев Ю.С. Роль и место физических методов обеззараживания семян // Защита и карантин растений. № 2. 2001. С. 15-17.
12. Laser in agriculture / Hernandez A.C., Dominguez P.A., Cruz O.A., et al //International agrophysics. 2010.24. P. 407-422.
13. Журба П.С. История разработки и применения лазерных устройств при обработке семян и растений в сельском хозяйстве на Кубани. Плодоводство и ягодоводство России: Сб. науч. работ, М: ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии. ГНУ Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства российской академии сельскохозяйственных наук, 2012. том XXXIII. С. 177-185.
14. Андропова А.Е. Пиренофороз озимой пшеницы на юго-западе России // Защита и карантин растений, № 5, 2001. – С. 32.
15. Жёлтая пятнистость листьев пшеницы / Волкова Г.В., Кремнева О.Ю., Андропова А.Е. и др. Краснодар, 2012. 107 с.
16. Методические указания по работе на инфракрасном анализаторе «Инфрапид-61» М: Государственный агропромышленный комитет СССР. Всесоюзное производственно-научное объединение по агрохимическому обслуживанию сельского хозяйства. Центральный институт агрохимического обслуживания сельского хозяйства (ЦИНАО), 1986. 32 с.
17. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. Санкт-Петербург: Министерство сельского хозяйства российской федерации. Российская академия сельскохозяйственных наук. ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, 2009. С.48 – 75.
18. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М: Агропромиздат, 1985. 351 с.