

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.) Drechsl.). 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 м², 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 ₀₅			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 ₀₅		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 ₀₅		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. Агрохимические 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.