



Научный журнал

**ТРУДЫ КУБАНСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРАРНОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

3(36), 2012

Works of the Kuban State Agrarian University



АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО И БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

632.3:633.11.324

В.В. Котляров, д-р с.-х. наук, профессор,
Д.В. Котляров, канд. биол. наук, докторант,
Д.Ю. Донченко, канд. биол. наук,
Е.К. Яблонская, канд. биол. наук, доцент,
Ю.П. Федулов, д-р биол. наук, профессор
Кубанский госагроуниверситет

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБРАБОТКИ РАСТЕНИЙ ЭКЗОГЕННЫМИ РЕГУЛЯТОРАМИ

Предлагается способ возделывания озимой пшеницы на основе применения метионина и регулятора роста фуролан для защиты посевов от болезней и получения высоких урожаев зерна.

Бактериоз, фузариоз, озимая пшеница, метионин, фуролан, урожайность.

Bacteriosis, fusarios, winter wheat, methionine, furolan, productivity.

В настоящее время на посевах зерновых колосовых культур в России широко распространены бактериальные корневые гнили. Вредоносность корневых гнилей очень высока – она может приводить к снижению урожая до 30-70% или гибели посевов [1].

В состав патогенного комплекса микроорганизмов входят: бактерии, вызывающие бактериальную корневую гниль злаков – *Pseudomonas syringae* и несовершенные грибы рода *Fusarium* Link, среди которых чаще встречаются *Fusarium gram.*, *Fusarium oxysporum* и *Fusarium moniliforme* [1, 2, 3].

Современные меры борьбы с корневыми гнилями злаков, вызванными бактериозами и фузариозом, включают: создание оптимального агрофона, использование микробиологических препаратов для утилизации растительных остатков, выращивание слабовосприимчивых сортов, применение бактерицидов и фунгицидов путем протравливания семян перед посевом и опрыскивания растений в период вегетации.

Использование бактерицидов и фунгицидов снижает экономическую эффективность производства зерна и не является полностью безопасным с экологической точки зрения. Перспективным направлением является применение аминокислот и иммуномодуляторов. Эта идея

была высказана сравнительно давно, но практически разработана и запатентована нашими недавними исследованиями [2, 4, 5, 6, 7, 8].

Поиск новых экологически безопасных средств, обеспечивающих высокоэффективную защиту посевов злаковых культур от корневых гнилей, и явился основным направлением нашей работы.

Методика исследований.

Исследования были выполнены в Кубанском государственном аграрном университете в течение 2005-2011 гг. При определении влияния препарата фуролан (2-(фурил-2)-1,3-диоксалан), метионина и их композиции на посевные качества семян и устойчивость растений к поражению фитопатогенами, в качестве объекта исследования использовали семена озимой пшеницы сорта Краснодарская 99, пораженные корневыми гнилями *Pseudomonas syringae* и фузариозом.

В лабораторных условиях для определения инфицированности семян применяли разработанную нами методику, при этом увлажненные семена помещались в чашки Петри и экспонировались в термостате при температуре +24-32°C в течение 4-5 суток с последующим анализом поражения растений (по методике ВИЗР), биометрические измерения проводили на 5-е сутки [1]. Определяли длину и массу

проростков. Идентификацию бактерий вели PCR-анализом [2].

Полевые опыты проводили в условиях эпифитотии бактериозов на естественном агрофоне на делянках площадью 1 м² в 4-кратной повторности, контролем был вариант с обработкой водой (0), а эталоном – препарат Фитолавин (антибиотик на основе стрептомицина, применяемый в России), а также Тирам (тетраметилтиурамдисульфид).

Обработку растений озимой пшеницы проводили метионином и фуроланом, а также их композицией в фазу весеннего кущения путем опрыскивания водными растворами препаратов с помощью ранцевого опрыскивателя.

При изучении влияния метионина в смеси с фуроланом на поражение корней смешанной бактериально-фузариозной инфекцией использовали методику ВИЗР.

Эксперименты по изучению влияния обработок раствором метионина, различной концентрации действующего вещества, фуроланом, были проведены на озимой пшенице, пораженной бактериозом (возбудитель *Pseudomonas syringae* spp). Для этого рабочие растворы готовились по схеме (табл. 1).

Лабораторные исследования действия метионина на показатели всхожести семян, поражение их патогенными бактериями и биометрические параметры проростков пшеницы проведены по следующей схеме (табл. 2).

Биометрические исследования растений пшеницы (масса главного колоса, количество колосьев и урожайность зерна с 1 м²) в полевых опытах проводили после уборки снопов.

Поражение растений озимой пшеницы фузариозно-бактериозной корневой гнилью в фазу цветения, развитие и распространенность болезни определяли в соответствии с разработанной ранее методикой [7].

Содержание суммы хлорофилла в листьях пшеницы определяли на приборе «Spectrumlab SS 2107» и рассчитывали по общепринятым формулам [9].

Результаты исследований.

Наряду с использованием бактерицидных препаратов, которые не безопасны для среды, можно снизить негативное влияние фитопатогенных бактерий путем повышения обменных процессов в растении применением препаратов, усиливающих иммунитет. Нами была выдвинута гипотеза такого воздействия альтернативным препаратом – аминокислотой метионином (α-амино-γ-метилтиомаляновая кислота). S-аденозилметионин – донор метильных групп, участвует в процессах ферментативного метилирования, приводящих к образованию биологически важных соединений, в том числе фитогормона этилена. Недостаток метионина приводит к нарушению биосинтеза белка, замедлению роста и развития организма, потере иммунитета к болезням.

Таблица 1 – Способы и дозы обработок

Вариант	Обработка			
	Семян	Расход действующего вещества на 1 т семян	Растений в фазе весеннего кущения	Расход действующего вещества на 1 га посевов
Контроль	Без обработки	-	Без обработки	-
Эталон (Фитолавин)	Рабочим раствором при постоянном перемешивании	1,5 л на 10 л рабочего раствора	Опрыскивание рабочим раствором	1,5 л
Исследуемое вещество – Метионин	Рабочим раствором при постоянном перемешивании	4 г на 10 л рабочего раствора	Опрыскивание рабочим раствором	4 г
		5 г на 10 л рабочего раствора		5 г
		7 г на 10 л рабочего раствора		7 г
		10 г на 10 л рабочего раствора		10 г
Фуролан	Рабочим раствором при постоянном перемешивании	5 г на 10 л рабочего раствора	Опрыскивание рабочим раствором	5 г
ТМТД	Рабочим раствором при постоянном перемешивании	3 кг на 10 л рабочего раствора	Опрыскивание рабочим раствором	3 кг

Таблица 2 – Схема обработки семян и растений

Вариант	Препарат и его концентрация
Контроль	Без обработки
Фитолавин	Обработка семян фитолавином из расчета 1,5 л на 1 тонну семян
Метионин 4*	Обработка метионином из расчета 4 г на 1 тонну семян
Метионин 5	Обработка метионином из расчета 5 г на 1 тонну семян
Метионин 7	Обработка метионином из расчета 7 г на 1 тонну семян
Метионин 10	Обработка метионином из расчета 10 г на 1 тонну семян
Фуролан	Обработка фуроланом из расчета 5 г на 1 тонну семян
ТМТД	Обработка ТМТД 3 кг на 1 тонну семян

*варианты – метионин 1, 2, 3 оказались не эффективными

Фитопатогенные бактерии рода *Pseudomonas* в местах проникновения вызывают некротическую пятнистость, поражая, таким образом, листья и корни. Такие симптомы являются результатом воздействия токсина (α -лактоламино- β -гидроксилактон- ϵ -аминопимеловой кислоты). Этот токсин нарушает метиониновый обмен за счет высокой конкурентной способности. Однако именно метионин образует на заключительном этапе биосинтеза белков промежуточный комплекс – формилметионил-т-РНК, который является инициатором синтеза белковой молекулы. По химической природе этот токсин является антиметаболитом метионина, имея идентичные активные группы на концах молекул (рис. 1).

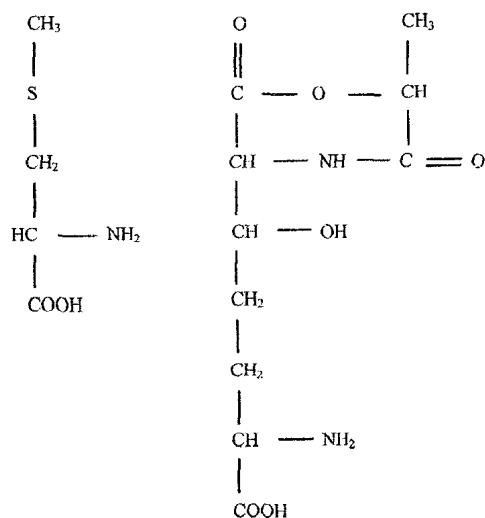


Рисунок 1 – Структурные формулы метионина (слева) и токсина (α -лактоламино- β -гидроксилактон- ϵ -аминопимеловой кислоты) бактерий из рода *Pseudomonas*

Очевидно, при наличии этого токсина в клетке происходит ложная его идентификация как метионина, при этом включение токсина в биосинтез белка исключено, так как он не образует фермент-субстратного комплекса. И, следовательно, не будет активирован и транспортирован т-РНК к рибосоме для начала заключительного этапа синтеза белка. Для преодоления этого негативного воздействия и предполагалось ввести небольшое количество метионина путем опрыскивания растений или обработки семян.

В этой связи, введение метионина позволяет усилить клеточный метаболизм, а это обеспечивает не только улучшение белкового обмена, но и клеточной энергетики и, следовательно, ускоряет защитные реакции растения, т.е. запуск иммунитета. Кроме того, под влиянием высокой метаболической активности усиливается процесс деления клеток, поэтому наблюдается интенсивный рост тканей, что ведет к повышению биометрических параметров растения. Вместе с тем, из-за лишения бактерий

из рода *Pseudomonas* орудия патогенеза (токсического действия α -лактоламино- β -гидроксилактон- ϵ -аминопимеловой кислоты на растительные клетки) эти паразитические организмы обречены на дезорганизацию и голод, что приводит к снижению их численности и уменьшению вредоносности.

Для проверки данной гипотезы были проведены лабораторные опыты на листьях герани, которые показали, что предварительная обработка этих растений метионином резко снижает фитотоксичность бактерий при последующей искусственной инокуляции суспензией бактериальных клеток *Pseudomonas syringae* spp., что можно объяснить запуском защитных реакций в растительных клетках и угнетением фитопатогенных бактерий (рис. 2).

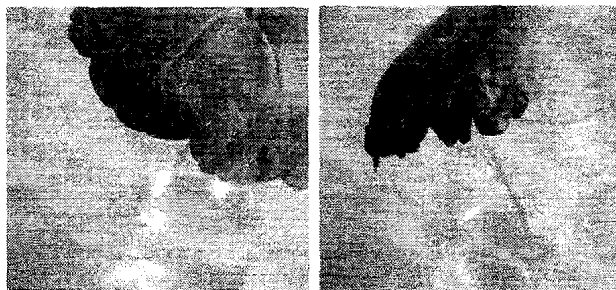


Рисунок 2 – Лист герани, предварительно обработанный раствором метионина и инокулированный суспензией выделенных бактерий (слева), лист герани, инокулированный суспензией бактериальных клеток (справа)

Надо отметить, что совместная обработка растений раствором метионина и суспензией клеток *Pseudomonas syringae* spp. не снижает фитопатогенности и фитотоксичности бактерий.

Появление смешанной бактериально-фузариозной инфекции, вызывающей корневую гниль, привело к увеличению вредоносности болезни.

Для повышения устойчивости растений к поражению грибковыми заболеваниями могут использоваться химические иммунизаторы. К таким препаратам относится регулятор роста фуrolан. Ранее было установлено, что он повышает содержание лигнина в растении, увеличивает содержание белка вследствие стабилизации мРНК, клейковины и ее качества, способствует получению более выровненного зерна в колосе, синхронизирует и ускоряет его созревание.

Совместное применение метионина с фуrolаном позволит сохранить существующее в агробиоценозе равновесие микроорганизмов, и при этом, свести к минимуму неблагоприятное воздействие фитопатогенов на растения.

Результаты лабораторных испытаний метионина, фуrolана и их композиции при протрав-

ливации семян пшеницы показали, что обработка метионином позволяет снизить поражение проростков и повысить их биометрические показатели (табл. 3).

При этом применение метионина позволяет снизить процент пораженных растений фитопатогенными бактериями до уровня бактерицидного препарата. Так, в варианте с использованием эталона этот показатель составил 7,6%, а в наиболее удачном варианте с метионином – 7,2%, в контрольном же варианте он достиг 70%. Изучение данных концентраций метионина для обработки семян пшеницы показало, что лучшим из них оказался вариант с концентрацией 5 г действующего вещества на 1 тонну семян.

При такой обработке улучшились биометрические показатели проростков. Так, длина корешка была равна 11,3 см, а длина ростка – 10,5 см, в тоже время, в варианте с обработкой бактерицидом эти же показатели составили 9 и 11,1 см, соответственно, а на контроле – 0,9 и 8 см. Другие варианты с концентраций метионина для обработки – 4, 7 и 10 г на 1 тонну семян, также показали положительные результаты, но их эффективность была несколько ниже.

Увеличение концентрации метионина до 7-10 г на 1 тонну семян привело к ухудшению биометрических параметров относительно оптимального варианта. Всхожесть семян в ва-

риантах с обработкой метионином и бактерицидом фитолавин была на уровне 93-96%, а в контрольном варианте она достигла до 83%. Всхожесть семян в варианте с обработкой фуроланом совместно с метионином эффективно улучшает посевные качества семян до 98%.

Следовательно, использование метионина для обработки инфицированных фитопатогенными бактериями семян пшеницы как индивидуально, так и с фуроланом, улучшает посевные качества, позволяет снизить поражение проростков и повысить их биометрические показатели.

Для установления влияния различных вариантов обработки семян, инфицированных бактериями *Pseudomonas syringae* spp., и растений в период вегетации на продуктивность агробиоценоза нами были проведены полевые испытания по схеме, где обработки осуществлены путем их сочетания с применением фитолавина или без них (табл. 4).

Эти полевые опыты в условиях эпифитотии бактериозов на посевах пшеницы показали положительные результаты. Так, в вариантах с применением метионина путем протравливания семян содержание суммарного хлорофилла (а+б) возросло в 1,2 раза по сравнению с вариантом без обработки, а в варианте где были проведены обработки семян и растений – более чем в два раза.

Таблица 3 – Результаты лабораторных испытаний метионина при протравливании семян пшеницы

Вариант	Всхожесть семян, %	Длина корешка, см	Длина ростка, см	Пораженных проростков, %
Контроль	83	0,9	8	70
Фитолавин	95*	9,0*	11,1*	7,6*
Метионин 4	95*	9,6*	8,7*	7,2*
Метионин 5	96*	11,3*	10,5*	7,2*
Метионин 7	94*	10,7*	9,7*	8,0*
Метионин 10	93*	10,1*	9,1*	8,0*
Фуролан 5	98	10,6	12,7	-
Фуролан 5+Метионин 5	98	11,1	9,9	-
ТМТД	85	8,4	9,8	-

*отклонения от контроля существенны при $P < 0,05$

Таблица 4 – Схема проведения полевых испытаний препаратов

Вариант	Обработка	
	Семян с расходом действующего вещества на 1 т семян	Растений в фазе весеннего кущения с расходом действующего вещества на 1 га посевов
Контроль (0/0)	–	–
0/фитолавин*	–	1,5 л
0/метионин	–	5 г
Фитолавин /0	1,5 л	–
Фитолавин / фитолавин	1,5 л	1,5 л
Фитолавин / метионин	1,5 л	5 г
Метионин/ 0	5 г	–
Метионин/ фитолавин	5 г	1,5 л
Метионин/ метионин	5 г	6 г

* числитель обработка семян, а знаменатель – обработка растений

Таблица 8 – Влияние обработки семян и растений препаратом метионин на урожайность зерна озимой пшеницы (полевой опыт, 2008-2009 гг.)

Вариант	Урожайность зерна, г/1 м ²	± к контролю
Контроль (0/0)	340	-
0/Фитолавин	400	+60*
0/Метионин	421	+81*
Фитолавин / 0	370	+30
Метионин/0	360	+20
Фитолавин / фитолавин	490	+150*
Фитолавин / метионин	619	+279*
Метионин/ фитолавин	600	+260*
Метионин/ метионин	516	+176*

*отклонения от контроля существенны при $P < 0,05$

Значительную роль играет вторичное инфицирование растений этим возбудителем за счет почвы и растительных остатков. Поэтому обработки посевов бактерицидом или метионином дают существенный эффект (прибавка урожая 60 и 81 г/м²).

Однако лучший результат достигается сочетанием обработки семян фитолавином с опрыскиванием растений в фазу весеннего кущения метионином (619 г/м²), аналогичный эффект достигнут при обработке семян метионином и опрыскивании растений фитолавином (600 г/м²). При использовании метионина для обработки семян и опрыскивания растений урожайность также существенно повышается относительно контроля (до 516 г/м²).

Применение метионина в ООО «Колос» Ростовской области на площади 1000 га при возделывании озимой пшеницы в условиях эпифитотии бактериоза позволило получить в 2011 г. урожай зерна 55 ц/га (при 21 ц/га без его применения). Аналогичные результаты были достигнуты в производственном испытании в ООО «Темижбекский» Ставропольского края в 2010 и 2011 гг. на озимом ячмене. Этот способ безопасен для окружающей среды и позволяет сохранить существующее экологическое равновесие микроорганизмов, а также свести к минимуму неблагоприятное воздействие фитопатогенных бактерий на злаки.

Таким образом, использование метионина для обработки семян и опрыскивания посевов в дозе 5 г/т семян, 5 г/га, а также применение метионина совместно с фулораном в дозе 5 г/га весьма эффективно.

Совместное применение этих препаратов обеспечивает защиту зерновых колосовых культур от бактериальной и фузариозной корневой гнили (возбудитель *Pseudomonas syringae* spp. и *Fusarium* spp.), улучшает посевные качества семян, усиливает стартовый рост растений, обеспечивает оптимальное накопление хлорофилла и увеличивает продуктивность агробиоценоза. Наилучшие результаты оказались в вариантах, где сочеталось применение бактери-

цида фитолавин для обработки семян с опрыскиванием растений метионином.

Литература

1. Котляров, В. В. Бактериальные болезни культурных растений / В. В. Котляров. – КубГАУ. – Краснодар, 2008. – 324 с.
2. Матвеева, Е. В. Патогенные бактерии растений в России / Е. В. Матвеева, А. Н. Игнатов, В. А. Политико, В. Г. Фокина, Е. С. Пехтерева, Н. В. Шаад, В. В. Котляров. // Матер. конф. «Бактериальные болезни растений – глобальные проблемы сегодня». – КубГАУ, Краснодар, 14-18 сентября 2009. – С. 88-98.
4. David C. Sands (1976). Amino acid inhibition of *Pseudomonas* and its reversal by biosynthetically related amino acids. *Journal Physiological Plant Pathological*, V. 9, Issue 2, September, p. 127-133.
5. Kotlyarov, V. V. Control of pathogenicity of *Pseudomonas Syringae* spp. by disorganization of their community and increasing of plant metabolism / Vladimir V. Kotlyarov, Denis V. Kotlyarov. – 8th International Conference, Oxford, UK. – Book abstract: p. 40.
6. Котляров, В. В. Способ возделывания зерновых колосовых культур / В. В. Котляров, Д. В. Котляров, В. Ю. Донченко // Патент РФ № 2421965 от 27.06.2011.
7. Котляров, В. В. Способ определения степени инфицированности семян зерновых колосовых культур фитопатогенными бактериями *Pseudomonas Syringae* и *Xanthomonas campestris* / В. В. Котляров, А. А. Дьяченко, Д. В. Котляров // Патент РФ № 2283560 от 20.09.2006 г.
8. Ненько, Н. И. Средство для повышения устойчивости риса к засолению, плодовых косточковых культур к засухе и озимой пшеницы к засухе и поражению грибковыми заболеваниями / Н. И. Ненько, Т. П. Косулина, В. Г. Кульневич // Патент РФ № 2042326 от 27.08.1995 г.

9. *Lichtenthaler, H. K.* Determination of total carotenoids and chlorophylls "a" and "b" of leaf extracts in different solvents / *H. K. Lichtenthaler, A. R. Welburn* / *Biochem.Soc.Trans.* – 1983. – V.11. – № 5. – P. 591-592.

10. *Яблонская, Е. К.* Метаболизм пшеницы под влиянием гербицида 2,4-Д и его антидота фурулан / *Е. К. Яблонская.* – Монография. – LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co.KG. Germany, 2011. – 148 p.

Котляров Владимир Владиславович, д-р с.-х. наук, профессор, 8(918)377-39-54, E-mail: kotlyarov@mail.ru

Федулов Юрий Петрович, д-р биол. наук, профессор, зав. кафедрой, 8(861)221-56-37, E-mail: fedulov.ju@kubsau.ru

Котляров Денис Владиславович, канд. биол. наук, докторант, E-mail: denis.kotlyarov@rambler.ru, 8(918)979-38-63

Кафедра физиологии и биохимии растений

Донченко Дмитрий Юрьевич, канд. биол. наук, научный сотрудник, 8(961)580-55-47, E-mail: donchenco@mail.ru

Яблонская Елена Карленовна, канд. биол. наук, доцент кафедры неорганической и аналитической химии, докторант, 8(903)459-17-18, E-mail: yablonskay@mail.ru

Кубанский госагроуниверситет

УДК 631.81:502.6]:631.445.4

Н.Г. Малюга, д-р с.-х. наук, академик РАСХН,

Н.Г. Гайдукова, канд. хим. наук, доцент,

И.В. Шабанова, канд. хим. наук, доцент,

П.Т. Букреев, канд. с.-х. наук, доцент

Кубанский госагроуниверситет

ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ НАВОЗА НА СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ КУБАНИ

Изучено влияние внесения различных доз навоза на накопление марганца, цинка, меди и кобальта в пахотном слое чернозема выщелоченного Западного Предкавказья и выращенной продукции – зерне озимой пшеницы и кукурузы, корнеплодах сахарной свеклы. Рассчитаны коэффициенты извлечения микроэлементов с зерновой продукцией.

Микроэлементы, навоз, чернозем выщелоченный, сахарная свекла, озимая пшеница, кукуруза.

Microcells, leached chernozem, manure, sugar beet, winter wheat, corn.

Микроэлементы принимают участие во многих физиологических и биохимических процессах у растений. При недостатке микроэлементов растения заболевают, например, сахарная свекла – гнилью сердечка [1].

Микроэлементы выносятся из почвы, как и другие питательные вещества. Например, с урожаем пшеницы 27 ц/га (зерно) выносятся, г/га: меди – 20, марганца – 161, цинка – 14 [2].

Сельскохозяйственные культуры по выносу микроэлементов подразделяют на 3 группы:

1) невысокий вынос – зерновые, кукуруза, зернобобовые, картофель;

2) повышенный вынос – корнеплоды, овощи, подсолнечник, сады, виноградники;

3) большой вынос – все указанные культуры в условиях высокого агротехнического фона.

Для третьей группы различают три уровня обеспеченности почв микроэлементами по содержанию их в апетатно-аммонийной вытяжке (рН 4,8), мг/кг:

1) низкий – Mn<20, Cu<0,5, Zn<5, Co<0,3;
2) средний – Mn: 20-40, Cu: 0,5-1,0, Zn: 5-10, Co: 0,3-0,7;

3) высокий – Mn>40, Cu>1,0, Zn>10, Co>0,7 [3].

В какой-то мере запас микроэлементов в почве пополняется при внесении удобрений, особенно навоза.

Целью наших исследований было изучить влияние различных доз навоза на степень обеспеченности пахотного слоя чернозема выщелоченного такими микроэлементами, как марганец, медь, цинк и кобальт в звене зерно-травянопропашного севооборота.