

ФИТОПАТОЛОГИЯ

УДК 633.15:632.4

С.Ф. Буга, Т.Н. Жердецкая

Институт защиты растений

ВРЕДОНОСНОСТЬ ПУЗЫРЧАТОЙ ГОЛОВНИ КУКУРУЗЫ ПРИ ЗАРАЖЕНИИ РАСТЕНИЙ В РАЗНЫЕ СТАДИИ ОНТОГЕНЕЗА*

Аннотация. В условиях искусственного инфекционного фона изучена вредоносность пузырчатой головни кукурузы на гибридах Бемо 172 СВ и Немо 216 СВ. Определены потери урожая культуры при заражении семян и проростков. Впервые описан способ инокуляции семян телиоспорами гриба *Ustilago zeae*, стеблей и початков с помощью укола иглы. Рассчитан недобор урожая зерна с растений в разной степени пораженных болезнью. Установлена корреляционная зависимость массы зерна с растений и поражением их болезнью от 1 до 6 баллов.

Представлены фотографии симптомов проявления пузырчатой головни в виде головневых вздутий на проростках семян и впервые на метелке.

Ключевые слова: кукуруза, пузырчатая головня, гриб *U. zeae*, телиоспоры, заражение, орган растения, степень поражения - балл, вздутие, вредоносность.

Обоснование. Кукуруза в Беларуси возделывается на площади 832,7 тыс. га, в том числе 156,6 тыс. га (2009 г.) с назначением на зерно. Это самая урожайная в мире и в нашей стране зерновая культура [10]. Выращивание ее позволяет получить стабильно-высокую урожайность зерна в годы с экстремальными погодными условиями. В последнее десятилетие возделыванию теплолюбивой культуры благоприятствует и увеличение суммы эффективных температур на 40-100°C. Потепление климата ускоряет прохождение стадии ее развития и усиливает пораженность растений пузырчатой головней с вероятностью один раз в пять лет [8,9]. Широкую распространенность болезни в посевах обуславливают: увеличение площадей возделывания кукурузы в севообороте зерновых колосовых культур, перезимовка головневых вздутий с жизнеспособными телиоспорами гриба *Ustilago zeae* (первоисточник инфекции) на полях монокультуры, отсутствие иммунных гибридов к возбудителю и совмещение оптимальных гидротермических условий (повышенная температура воздуха и дефицит осадков) с восприимчивой для заражения стадией растения-хозяина в онтогенезе

* - Работа выполнена при поддержке БРФФИ (грант **IV B09-019**)

культуры [1-3, 5-6]. Наиболее вредоносным считается поражение початков болезнью, при котором продуктивность растений снижается на 30-50% [8]. Потенциальная вредоносность пузырчатой головки в условиях инфекционного фона у гибрида Бемо 172 СВ проявлялась в гибели 80,3% проростков и всходов, недоборе 25,7-63,9% урожая зерна и бесплодности пораженных растений [4]. Для сохранения урожая от вредоносной болезни в годы массового поражения посевов необходимо было в сжатые сроки оценить биологическую эффективность протравителей и фунгицидов против объекта в условиях жесткого инфекционного фона и разработать эффективную систему защиты культуры. Вместе с тем неизвестным оставался способ заражения семян патогеном а также фрагментарно изученная вредоносность болезни в течение онтогенеза культуры на отдельном гибриде, все это потребовало усовершенствования метода инокуляции органов растений, что и явилось целью наших исследований.

Методика исследований. Вредоносность пузырчатой головки изучалась на восприимчивых к болезни гибридах Бемо 172 СВ и Немо 216 СВ. Получение здоровых растений обеспечивалось с помощью химического пресса. Семена протравливали препаратом Кинто Дуо, ТК (2,5 л/т). Вегетирующие растения обрабатывали фунгицидом Рекс Дуо, КС (0,6 л/га) в стадии 13 (3-й лист распустился), стадии 30 (начало вытягивания стебля) и стадии 51 (начало выбрасывания метелок). Растения с поражением баллами 1-6 получали в условиях искусственного инфекционного фона. В качестве инокулюма использовали телиоспоры гриба *Ustilago zeae* после 6 месяцев хранения в лабораторных условиях в виде суспензии 0,5%-ной концентрации и высушенного порошка. Вегетативные, генеративные и репродуктивные органы растений инокулировали в начальные стадии образования органов: 07 (колеоптиль вышел из семени – нанесение кисточкой сухих телиоспор на декапированную точку роста колеоптиля), 30 (начало вытягивания стебля – уколом иглы с порошком телиоспор в стебель), 51 (начало выбрасывания метелок – впрыскивание суспензии телиоспор внутрь кроющих верхних листьев), 61 (кончик закладки початка выходит из влагалища – уколом иглы с порошком под обертку кончика початка), 65 (нити рыльца полностью выброшены – уколом иглы с порошком телиоспор под обертку початка). Опрыскивание растений суспензией телиоспор и фунгицидом проводили с помощью ранцевого опрыскивателя «OSATU».

Для достижения максимального поражения (балл 6) растений болезнью семена проращивали на увлажненной фильтровальной бумаге в чашках Петри в течение 2 суток. Точку роста поврежденного колеоптиля проростков размером 1 мм у гибрида Бемо 172 СВ [3] и размером 10-15 мм у гибрида Немо 216 СВ инокулировали порошком телиоспор с помощью кисточки. Семена заражали способом опыливания порошком телиоспор и сразу помещали на увлажненную фильтровальную бумагу в чашки Петри с экспозицией 4 суток при температуре воздуха 14-18 С (3-7.05.) и 18-21 С (17-21.05.), затем высевали в почву.

Поражение надземных органов растений пузырчатой головней учитывали по специальной 8 балльной шкале А. И. Юрку, М. Н. Лазу [7].

Прямые потери урожая определялись по проценту погибших или не давших урожая растений. Учет урожая кукурузы был проведен в фазе восковой спелости зерна путем взвешивания початков со здоровых растений и с разной степенью пораженных (этикетирование) органов в баллах: 1 (вздутия размером 0,5-1 см на верхушке початка или метелке), 2 (вздутия 2-5 см на верхушке початка), 3 (вздутие 10-15 см на стебле ниже початка), 4 (вздутие 10-15 см на стебле выше початка или метелке), 5 (крупное вздутие на початке). В каждом варианте урожай определялся со 100 растений по средней массе початков (влажность - 40%) и зерна (влажность - 14%). Снижение урожая зерна с модельного больного растения вычислено по формуле [7]:

$$B = \frac{(A - a) \cdot 100}{A},$$

где B – вредоносность или потери зерна, %;

a – урожай зерна больного растения, г;

A – урожай зерна здорового растения, г.

Результаты исследований. Для обоснования и разработки системы защиты культуры от пузырчатой головни изучена потенциальная вредоносность болезни на скороспелых гибридах в условиях искусственного инфекционного фона. У гибрида Бемо 172 СВ при заражении поврежденного колеоптиля размером 1 мм суспензией телиоспор гриба погибло 51,9% проростков в почве и 2,2% растений в стадии 14 (4-й лист распустился) вследствие образования вздутия у корневой шейки стебля (таблица 1, рисунок 1). Полевая всхожесть зараженных проростков снижалась до 46% относительно всхожести семян в контрольном варианте - 97,9%. У гибрида Немо 216

Таблица 1 - Вредоносность пузырчатой головни кукурузы при заражении проростков семян (РУП «Институт защиты растений», лабораторно-полевой опыт, инфекционный фон, 2009 г.)

| Вариант | Степень поражения растения, балл | Гибрид Бемо 172 СВ | | | Гибрид Немо 216 СВ | | |
|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------|----------|----------------------------|----------------------|-------------|
| | | полевая всхожесть семян, % | гибель от болезни, % | | полевая всхожесть семян, % | гибель от болезни, % | |
| | | | проростки в почве | растения | | проростки в почве | растения |
| Контроль – здоровые проростки | 0 | 97,9 | 0,0 | 0,0 | 98,0 | 0,0 | 0,0 |
| Зараженные проростки | 6 | 46,0 | 51,9 | 2,2 | 96,0 | 2,0 | всходы 20,4 |

Примечания – 1. Заражение проростков в ст. 07 (колеоптиль вышел из семени) - 13.05.
 2. Учеты: полевой всхожести семян в стадии 13 (3-й лист распустился) - 28.05.,
 болезни в стадии 09 (всходы) - 25.05. и 14 (4-й лист распустился) - 11.06.



Рисунок 1 - Вздутие пузырчатой головни у корневой шейки стебля

инокулированный декаптированный колеоптиль размером от 10 до 15 мм в 96,0% случаев пробивался на поверхность почвы в сравнении с полевой всхожестью семян в контроле - 98,0%, однако затем у 20,4% всходов формировалось вздутие и они засыхали.

Осуществлялся поиск наиболее эффективного способа заражения семян. Исходя из особенностей биологии гриба *Ustilago zeae* – сохранять высокую жизнеспособность телиоспор и патогенность в сухом порошке длительное время (4 года), пытались заменить способ опрыскивания растений 0,5%-ной суспензией телиоспор на более технологичный, так как распылитель периодически засорялся.

При инокуляции семян телиоспорами гриба *Ustilago zeae* в чашках Петри при температуре 14-18 С погибло 94,4% семян в почве (таблица 2). Лабораторная и полевая всхожесть зараженных семян снижалась до 1,7 и 1,6%, соответственно, относительно всхожести семян в контрольном варианте – 78,8%.

Инокуляция семян в условиях более высокой температуры (18-21 С) была менее эффективной, лабораторная всхожесть семян снижалась до 95,2%, полевая – до 75,0%. От пузырчатой головни погибло 20,2% семян в почве. На пораженных семенах в нижней части колеоптиля

Таблица 2 – Прямые потери от пузырчатой головни при заражении семян кукурузы (РУП «Институт защиты растений», лабораторно-полевой опыт, инфекционный фон, гибрид Немо 216 СВ, 2010 г.)

| Вариант | Степень поражения, балл | Всхожесть семян, % | | Гибель от болезни, % | |
|--|-------------------------|--------------------|---------|--------------------------|----------------------------|
| | | лабораторная | полевая | семян ст. 12-13 (21.05.) | растений ст. 11-13 (3.06.) |
| Контроль – семена протравленные Кинто Duo, КС (2,5 л/т) | 0 | 96,0 | 78,8 | 0,0 | 0,0 |
| Семена заспоренные телиоспорами гриба <i>Ustilago zeae</i> в чашках Петри - 3.05., посев в почву – 7.05. | 6 | 1,7 | 1,6 | 94,4 | 0,0 |
| Контроль – семена протравленные Кинто Duo, КС (2,5 л/т) | 0 | 96,0 | 86,0 | 0,0 | 0,0 |
| Семена заспоренные телиоспорами гриба <i>Ustilago zeae</i> в чашках Петри – 17.05., посев в почву – 21.05. | 6 | 95,2 | 75,0 | 20,2 | 10,5 |



Рисунок 2 – Пораженный (слева) пузырчатой головней coleoptile проростка кукурузы и здоровый (справа)



Рисунок 3 – Пораженное пузырчатой головней растение кукурузы

образовывалось вздутие белого цвета (рисунок 2). В стадии 13 (3-й лист распустился) у 10,5 % растений наблюдалось формирование белых пузырей по центральной жилке 3-го листа (рисунок 3), что обуславливало их деформацию и гибель. Таким образом, впервые описанный нами способ заражения неповрежденных семян кукурузы, в зависимости от температуры в период инокуляции, является высоко эффективным и может вызывать гибель проростков – 20,2-94,4% и растений - 10,5% от

Таблица 3 – Структура урожая модельного растения при разной степени поражения органа пузырчатой головней (РУП «Институт защиты растений, инфекционный фон, 2009 г.)

| Степень поражения растения | | Структура урожая початка гибридов, ст. 85 (21.09.) | | | |
|----------------------------------|------|--|-----------------------|------------------|-----------------------|
| | | Бемо 172 СВ | | Немо 216 СВ | |
| орган | балл | масса початка, г | количество зерен, шт. | масса початка, г | количество зерен, шт. |
| Без признаков поражения | 0 | 254,4 | 484,0 | 253,1 | 441,0 |
| Початок или метелка | 1 | 247,2 | 473,1 | 247,1 | 430,0 |
| Початок | 2 | 222,3 | 416,7 | 143,0 | 355,1 |
| Стебель ниже початка | 3 | 176,6 | 322,0 | 136,9 | 332,8 |
| Стебель выше початка или метелка | 4 | 136,9 | 301,0 | 124,9 | 316,2 |
| Початок | 5 | 92,4 | 164,0 | 84,0 | 186,9 |

пузырчатой головни. Более того, данный способ может быть использован для создания инфекционного фона при оценке протравителей семян.

Потери урожая кукурузы от пузырчатой головни определяли путем сравнения урожая с пораженных и здоровых модельных растений. Наиболее реагирующим элементом структуры урожая на поражение болезнью, являлась масса початка с растения (таблица 3), а также масса зерна (таблица 4).

Установлено, что урожай зерна гибридов, пораженных болезнью, достоверно снижался ($HCP_{05} = 2,9$ и $1,1$) у растений в средней (балл 2, 3) и сильной (балл 4, 5) степени. Недобор урожая зерна при разной степени поражения органа, вследствие образования крупного вздутия, соответственно, гибридам Бемо 172 СВ и Немо 216 СВ составляет: на

Таблица 4 – Снижение продуктивности кукурузы при разной степени поражения органов растения (РУП «Институт защиты растений», полевой опыт, инфекционный фон, 2009 г.)

| Степень поражения | | Гибрид | Урожай зерна, г/растение (ст. 85-21.09.) | Потери урожая зерна | |
|--|------------|-------------|--|---------------------|------|
| растения | балл | | | г/растение | % |
| Без признаков поражения | 0 | Бемо 172 СВ | 90,1 | 0,0 | 0,0 |
| | | Немо 216 СВ | 91,1 | 0,0 | 0,0 |
| Пузырьки на зерновках верхушки початка размером 0,5-1 см | 1 | Бемо 172 СВ | 88,0 | 2,1 | 2,3 |
| | | Немо 216 СВ | 89,0 | 2,1 | 2,3 |
| Вздутие на верхушке 2-5 см | 2 | Бемо 172 СВ | 69,3 | 20,8 | 23,1 |
| | | Немо 216 СВ | 51,5 | 39,6 | 40,5 |
| Крупное вздутие на стебле ниже початка размером 10-15 см | 3 | Бемо 172 СВ | 62,7 | 27,4 | 30,4 |
| | | Немо 216 СВ | 49,3 | 41,8 | 45,9 |
| Крупное вздутие на стебле выше початка (или метелке) | 4 | Бемо 172 СВ | 46,5 | 43,6 | 48,4 |
| | | Немо 216 СВ | 45,0 | 46,1 | 50,6 |
| Крупное вздутие на початке | 5 | Бемо 172 СВ | 33,3 | 56,8 | 63,0 |
| | | Немо 216 СВ | 30,2 | 60,9 | 66,9 |
| Крупное вздутие на початке | 5 | Бемо 172 СВ | 0 | 90,1 | 100 |
| | | Немо 216 СВ | 0 | 91,1 | 100 |
| | HCP_{05} | Бемо 172 СВ | 2,9 | | |
| | | Немо 216 СВ | 1,1 | | |

Примечание – Заражение растений телеоспорами гриба в стадии (дата) - балл: ст. 30 (10.07.) - 3 и 4; ст. 51 (20.07.) – 4 метелка; ст. 61 (22.07.) – 5 и 6; ст. 65 (30.07.) - 1 и 2 верхушка початка.



Рисунок 4 – Вздутия на метелке кукурузы



Рисунок 5 - Крупное вздутие на метелке кукурузы

стебле ниже початка (балл 3) – 30,4 и 45,9%; выше початка (балл 4) – 48,4 и 50,6%; на початке (балл 5) – 63,0 и 66,9%. У гибрида Немо 216 СВ при учете урожая с растений, пораженных баллом 3 встречалось 23,3%, баллом 4-31,3%, баллом 5-50,0% растений неплодоносящих - без початков или с незрелыми зерновками на початках. У растений этого гибрида при поражении метелки (балл 4) часто образовывалось крупное вздутие пузырчатой головки (рисунок 4-10). У гибрида Бемо 172 СВ прямые потери урожая зерна с растения отмечены единично при 4 балле поражении метелки, а у 37,5% растений при поражении початков баллом 5.

Обобщение экспериментальных данных по изучению вредоносности пузырчатой головки кукурузы позволило нам рассчитать формулу потерь урожая и порог вредоносности или поражения болезнью, который может вызвать существенный вред. Порог вредоносности пузырчатой головки составляет $19,9 \pm 0,5\%$ для гибрида Бемо 172 СВ и $7,7 \pm 0,2\%$ для гибрида Немо 216 СВ. Корреляционный и регрессионный анализы данных структуры урожая модельных растений в зависимости от балла поражения показали, что недобор происходит главным образом за счет снижения урожая зерна с растения. На один балл поражения растения свыше порога вредоносности урожай зерна снижался на 14,6% (14,6 г) у гибрида Бемо 172 СВ и на 15,2% (14,3 г) у гибрида Немо 216 СВ (таблица 5).



Рисунок 6 – Крупные вздутия на метелке кукурузы



Рисунок 7 – Метелка кукурузы пораженная пузырчатой головней на фоне здоровой



Рисунок 8 – Крупное вздутие на метелке кукурузы



Рисунок 9- Пораженная пузырчатой головней метелка кукурузы на фоне здоровой



Рисунок 10 – Крупное вздутие пузырчатой головни на метелке кукурузы

Таблица 5 – Зависимость между степенью поражения органа кукурузы пузырчатой головней и урожаем зерна с растения (РУП «Институт защиты растений», инфекционный фон, 2009 г.)

| Результаты статистического анализа (ст. 85 – 21.09.) | | |
|--|---|--|
| Показатели | гибрид Бемо 172 СВ | гибрид Немо 216 СВ |
| Достоверность данных HCP_{05} ; г $F > F_a$; $P \leq 0,05$; S_d Нулевая гипотеза – различия между урожаем по вариантам больше HCP_{05} – значимо | 2,9 1038,514 > 2,572712, 7,57 ⁻²⁵ ; 1,40 отвергается | 1,1 4142,87 > 2,772853, 6,91 ⁻²⁷ ; 0,55 отвергается |
| Коэффициент корреляции, r | 0,97 ± 0,02 | 0,96 ± 0,04 |
| Коэффициент регрессии, b_{yx} | -14,58 ± 0,66 | -14,25 ± 0,76 |
| Относительный коэффициент регрессии (снижение урожая зерна с растения на 1 балл поражения органа), % | 14,62 | 15,20 |
| Порог вредоносности, % | 19,9 ± 0,4 | 7,7 ± 0,2 |
| Формула $Y = a + b_{yx} X$, где Y – урожай зерна с растения, г a – урожай здорового растения, г X – степень поражения растения, балл | $Y = (99,71 \pm 2,41) - (14,58 \pm 0,66) X$ | $Y = (93,75 \pm 2,79) - (14,25 \pm 0,76) X$ |

Выводы. Впервые описан способ инокуляции неповрежденных семян телиоспорами гриба *Ustilago zeae*, обуславливающий гибель: 20,2% проростков в почве, 94,4% непроросших семян в чашках Петри, 10,5% растений в стадии 13 (3-й лист распустился).

Предложен новый более технологичный способ инокуляция стебля и початка – уколом иглы, содержащей сухие телиоспоры, вместо применяемого ранее способа инъекции и опрыскивания суспензией.

Заражение колеоптиля проростков кукурузы телиоспорами гриба *U. zeae* приводит к потенциальным потерям урожая: гибели 51,9% проростков в почве, 20,4% всходов и 2,2% растений в процессе вегетации.

Достоверные потери урожая зерна с растения отмечены при 1 и 2 баллах поражения початка в 2,3 и 23,1%, соответственно, в условиях искусственного инфекционного фона.

Недобор урожая зерна у гибридов Бемо 172 СВ и Немо 216 СВ при разной степени поражения органа растения патогеном может достигать, соответственно: на стебле ниже початка вздутие (балл 3) – 30,4 и 45,9%; выше початка вздутие (балл 4) – 48,4 и 50,6%; на початке вздутие (балл 5) – 63,0 и 66,9%.

Литература

1. Буга, С.Ф. Болезни кукурузы / С.Ф. Буга, Т.Н. Жердецкая // Обзор распространения вредителей, болезней и сорняков с.-х. культур в 2008 году и прогноз их появления в 2009 году в Республике Беларусь; под ред. А.В. Маисеенко, С. В.Сороки. – Минск, 2009. – С. 40-41.
2. Буга, С.Ф. Влияние гидротермических условий на пораженность гибридов кукурузы пузырчатой головней / С.Ф. Буга, Т.Н. Жердецкая, А.А. Жуковская // Защита растений: сб. науч. тр. РУП «Ин-т защиты растений»; гл. ред. Л.И. Трепашко. – Несвиж, 2008. – Вып. 32. – С. 101-109.
3. Буга, С.Ф. Особенности патогенеза пузырчатой головни на гибридах кукурузы в условиях искусственного инфекционного фона / С.Ф. Буга, Т.Н. Жердецкая, А.А. Жуковская // Защита растений: сб. науч. тр. РУП «Ин-т защиты растений»; гл. ред. Л.И. Трепашко. – Несвиж, 2008. – Вып. 32. – С. 109-123.
4. Буга, С.Ф. Потенциальная вредоносность пузырчатой головни кукурузы / С.Ф. Буга, Т.Н. Жердецкая, А.А. Жуковская // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений»; гл. ред. Л.И. Трепашко. – Несвиж, 2009. – Вып. 33. – С. 161-173.
5. Буга, С.Ф. Пузырчатая головня кукурузы и условия, способствующие ее распространению /С.Ф. Буга, Т.Н. Жердецкая, А.А. Едчик // Земляробства І ахова раслін. – 2007. - №4. - С. 20-25.
6. Жердецкая, Т.Н. Жизнеспособность гриба *Ustilago zeae* (Beskm.) Unger в межвегетационный период как источник инфекции пузырчатой головни кукурузы / Т.Н. Жердецкая, А.А. Жуковская // Защита растений: сб. науч. тр. РУП «Ин-т защиты растений»; гл. ред. Л.И. Трепашко. – Несвиж, 2007. – Вып. 31. – С. 116-126.
7. Котикова, Г.Ш. Болезни кукурузы / Г.Ш. Котикова, В.Г. Иващенко, Т.Н. Жердецкая // Метод. указ. по регистрац. испытанию фунгицидов в с.-х.: метод. указания / под ред. С.Ф. Буга, Несвиж, 2007. – С. 148-155.
8. Надточаев, Н.Ф. Кукуруза на полях Беларуси / Н.Ф. Надточаев; «НПЦ НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2008. – 412 с.

9. Надточаев, Н.Ф. Пузырчатая головня и урожай кукурузы / Н.Ф. Надточаев [и др.] // Земляробства і ахова раслін. – 2008. - №4.- С. 49-52.

10. Никончик, П.И. Анализ и пути увеличения производства зерна в Беларуси / П.И. Никончик // Земляробства і ахова раслін. – 2009. - №5 (66).- С. 24-27.

S.F. Buga, T.N. Zherdetskaya
Institute of plant protection

CORN SMUT HARMFULNESS BY PLANTS INFECTION AT DIFFERENT ONTOGENESIS STAGES

Annotation. Under artificial infectious background conditions corn smut harmfulness on hybrids Bemo 172 SV and Nemo 216 SV is studied. The crop losses are determined by seeds and hypocotyls infection. For the first time the method of seed inoculation by fungus *Ustilago zeae* teliospores with the help of needle injection into corn stem and ear is described. Grain harvest deficiency from plants differently infected by the disease is calculated. The correlation dependence between grain weight from plants and their infection by the disease from 1 to 6 points is determined.

The photos of corn smut symptoms expression in the form of smut nodes on seed hypocotyls are presented and for the first time on panicle.

Key words: corn, smut of corn, fungus *U. zeae*, teliospores, infection, plant organ, infection degree - point, swelling, harmfulness.

УДК 633.15:632.451:632.914

С.Ф. Буга, Т.Н. Жердецкая
Институт защиты растений

ПРОГНОЗ ЭПИФИТОТИЙ ПУЗЫРЧАТОЙ ГОЛОВНИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КУКУРУЗЫ ОТ БОЛЕЗНИ

Аннотация. Обоснован прогноз пораженности гибридов кукурузы пузырчатой головней в сезоне на основе предикторов погоды июля месяца. Предложена защита культуры с целевым назначением на зерно по прогнозу - в годы массового поражения пузырчатой головней на основе оптимизации срока применения фунгицида в стадии 51 - начало выбрасывания метелок, как наиболее уязвимой для заражения телиоспорами гриба *Ustilago zeae*. Показана эффективность защиты культуры от болезни в условиях искусственного инфекционного фона с применением фунгицидов рекс дуо, КС (0,6 л/га) и абакус, СЭ (1,5 л/га) на фоне протравливания семян кинто дуо, ТК (2,5 л/т).

Ключевые слова: кукуруза, прогноз, пузырчатая головня, болезнь, критический период, пораженность, эпифитотия, фунгицид, эффективность.

Обоснование. Кукуруза основная зернофуражная культура в Беларуси, возделываемая на больших площадях. Увеличение ее доли в

севообороте зерновых культур в республике, а также как монокультуры и отсутствие иммунных гибридов к возбудителю *Ustilago zaeae* усугубляет фитопатологическую ситуацию в посевах [5, 7]. При жарких и засушливых погодных условиях в июле месяце, которые наблюдаются с вероятностью раз в пять лет, зарегистрирована массовая пораженность гибридов кукурузы пузырчатой головней [4]. Наиболее вредоносным считается поражение початков, при котором продуктивность растений в агрофитоценозе снижается на 30% и более. Заражение генеративных и репродуктивных органов растений телиоспорами гриба *U. zaeae* обуславливает дифференцирование размера вредоносности. Потенциальный недобор урожая зерна при поражении початка достигал – 64% [6] и метелки – 48%.

Сохранить запланированный урожай зерна кукурузы в годы эпифитотийного развития болезни можно только с применением системы защиты, включающей обязательное протравливание семян и обработку растений в период вегетации фунгицидом. Протравливание семенного материала позволяет подавить комплекс патогенной микофлоры на семенах и защитить проростки и всходы от заражения телиоспорами гриба *U. zaeae*, сохраняющихся в пораженных растительных остатках (вздутия) после перезимовки [11]. Однако срок защитного действия лучших протравителей ограничен стадией 19 (9-й лист распустился) [9] и зависит от времени появления болезни, скорости её развития и погодных условий [8]. Учитывая продолжительный период возделывания культуры на зерно (май-октябрь) и наибольшую восприимчивость культуры к заражению патогеном в критический период 51-61 (метелка хорошо заметна внутри кроющих верхних листьев – кончик закладки початка выходит из влагалища), возникает необходимость дополнительной защиты посевов с помощью фунгицидов во время вегетации растений [1, 12] на основе прогноза. С помощью долгосрочного прогноза предсказывается максимальное развитие болезни в течение вегетационного сезона, охватывающего период от 30 до 365 дней. В его задачу входит разграничение территории на почвенно-климатические зоны различной интенсивности возможного развития болезни для организации защиты растений [2, 3, 16].

В связи с повсеместной распространенностью пузырчатой головни в посевах кукурузы, массовой пораженностью гибридов разных сроков созревания в отдельные годы, высокой вредоносностью болезни,

незначительным ассортиментом рекомендованных фунгицидов, а также отсутствием сведений по срокам их применения нами поставлена цель – разработать прогноз фитопатологической ситуации по пузырчатой головне в посевах кукурузы, возделываемой на зерно, для южной и центральной почвенно-климатических зон республики и оптимизировать срок применения фунгицидов в годы массовой пораженности гибридов – то есть эпифитотийного развития болезни.

Методика исследований. В основу метода разработки прогноза пузырчатой головни кукурузы положены материалы многолетних наблюдений и экспериментов авторов по изучению биологических особенностей гриба *U. zeae* (2006-2009 гг.) [4, 5, 7, 11], литературные сведения (1994, 1998-2004) [15], подтверждающие роль среднесуточной температуры воздуха и осадков за 10 дней до выметывания метелок – цветение початков (критический период) в ежегодных колебаниях развития болезни. Согласно долгосрочному метеобиологическому прогнозу по К.М. Степанову, А.Е. Чумакову [16]., предварительно по годам отбирали метеорологические факторы (предикторы погоды) и вписывали их в таблицу, располагая цифры в порядке убывания абсолютных величин; в соседние графы – развитие болезни, условно принимаемое в эпифитотийные годы за 1, в депрессивные – за 0. Учитывая особенности патогенеза пузырчатой головни в эпифитотийные годы с поражением 30-50% початков в виде образования крупных вздутий, заменили показатель развития болезни на пораженность как наиболее полно отражающий фитопатологическую ситуацию в посевах. Усовершенствование данного метода позволило условно выразить массовую пораженность посевов кукурузы болезнью в эпифитотийные 1994, 1999, 2002, 2006 гг. абсолютной величиной – 25%, незначительную в депрессивные 1998, 2000-2004, 2007-2009 гг. – 3%. Значение данного показателя рассчитывали как среднюю максимальную пораженность гибридов 4-х сроков созревания болезнью в Государственных сельскохозяйственных учреждениях сортоиспытательных станций (ГСС) и сортоиспытательных участков (ГСУ) южных (Гомельская, Брестская области) и центральных (Гродненская, Минская) агроклиматических зон республики в стадии ранней восковой и восковой спелости зерна (ст. 83-85) за 2006-2009 гг.

Полевая устойчивость гибридов к *U. zeae* определена по шкале Г.В. Грисенко, Е.Л. Дудка: высоко устойчивые формы – до 2% пораженных

растений; устойчивые – 2,1-10%; средне устойчивые – 10,1-15%; восприимчивые – 15,1-30%; сильно восприимчивые - свыше 30% [14].

Определяли связь между среднесуточной температурой воздуха, количеством осадков за июль месяц, 1 декаду августа и данными пораженности гибридов кукурузы болезнью за 12 (центральные области) и 8 лет (южные области). С помощью корреляционного анализа вычислен коэффициент корреляции (R) между пораженностью болезнью в стадии 85 (y) и метеорологическими факторами погоды (X, Z) критического периода. Затем находили регрессионную зависимость между гидротермическими предикторами (X и Z) погоды критического периода и пораженностью болезнью, выражая ее в виде уравнения прямолинейной регрессии:

$$y = a_0 + a_1X + a_2Z,$$

где y – ожидаемая пораженность посевов болезнью, % в сезоне; a_0 , a_1 , a_2 – числовые коэффициенты; X – среднесуточная температура воздуха, °C; Z - сумма осадков, мм за период начало выбрасывания метелок – нити рыльца полностью выброшены.

Прогнозировали пораженность кукурузы пузырчатой головней на примере Минской и Брестской областей.

Защиту культуры от пузырчатой головни проводили в условиях жесткого инфекционного фона. Семена протравливали, фунгициды применяли в период вегетации растений в стадии 51 – начало выбрасывания метелок согласно методическим указаниям [13].

Статистическая обработка полученных данных проведена по методике Б.А. Доспехова (1985) с использованием однофакторного дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализа на ПЭВМ [10].

Результаты исследований. Высокий вред, причиняемый пузырчатой головней в отдельные годы, обуславливает необходимость разработки прогноза пораженности болезнью посевов кукурузы в республике для оптимизации срока применения фунгицидов в системе защиты культуры. Сотрудниками РУП «Институт защиты растений» разработан прогноз пузырчатой головни на основании данных комплекса биометеорологических факторов, определяющих текущие условия инфекционного процесса в критический период – выбрасывание метелок – цветение початков.

Вспышку эпифитотий или массового поражения растений болезнью определяет наличие заразного начала и благоприятных внешних условий в период наибольшей восприимчивости растений. Молодые (меристемные) ткани вегетативных (лист, стебель) генеративных

(метелка) и репродуктивных (початок) органов кукурузы на протяжении периода вегетации восприимчивы к заражению телиоспорами и базидиоспорами гриба *U. zeae*, который является возбудителем пузырчатой головни. Фенологический период в развитии растения-хозяина, во время которого происходит заражение патогеном, называется критическим. Более того, массовое поражение кукурузы пузырчатой головней с образованием вздутий на початках в посевах республики наблюдалось в 1994, 1999, 2002 [15] и 2006 гг. [7]. В агрофитоценозе кукуруза наиболее восприимчива к заражению раневым паразитом в период начало выбрасывания метелок - цветения початков. Если учесть, что инкубационный период болезни в условиях искусственного инфекционного фона 2006-2009 гг. продолжался от 1 до 3 недель, то оптимальный срок обработки фунгицидом наступает через 3-5 дней после заражения растений. Это означает, что его определяет наличие восприимчивой стадии кукурузы - начало выметывания метелок для заражения патогеном в июле месяце и благоприятных гидротермических условий в это время. В межвегетационный период биологическое значение головневых вздутий состоит в создании оптимальных микроусловий для развития мицелия, трансформирующегося затем в телиоспоры и обеспечении их защиты от биотических и абиотических факторов внешней среды. После перезимовки в различных условиях хранения (на поверхности и на глубине 5-25 см в почве) телиоспоры во вздутиях сохраняют способность к прорастанию базидиоспорами и инфекционными гифами и заражению меристемных тканей культуры. Из вышеизложенного следует, что фунгицидное действие на инфекционную гифу гриба, находящуюся в тканях зараженного растения, возможно до формирования головневых вздутий, поэтому обработку посевов необходимо проводить в стадии 51 в годы с благоприятными погодными условиями для эпифитотийного развития болезни.

Определение метеорологических факторов, влияющих на пораженность гибридов кукурузы пузырчатой головней - основа для создания прогноза болезни. С этой целью проведен анализ поражаемости возбудителем болезни гибридов кукурузы 4-х сроков созревания в стадии 83-85 (ранняя восковая - восковая спелость зерна) в посевах Государственных сельскохозяйственных учреждений сортоиспытательных станций и участков южных (Гомельская, Брестская)

Таблица 1 - Поражаемость гибридов кукурузы пузырчатой головней в посевах ГСС и ГСУ республики (стадия 83-85 - ранняя восковая - восковая спелость зерна)

| Срок созревания гибридов (количество, шт) | Максимальная пораженность растений, % (по областям) | | | | | |
|---|---|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|
| | Гомельская | | Брестская | | Гродненская | Минская |
| | Октябрьская ГСС | Мозырская ГСС | Лунинецкий ГСУ | Кобринская ГСС | Щучинский ГСУ | Несвижская ГСС |
| 2006 г. | | | | | | |
| Ранний (16) | 32,0 | 2,0 | 7,0 | 35,3 | 10,2 | - |
| Среднеранний (29) | 33,0 | 2,5 | 17,0 | 80,0 | 17,3 | - |
| Средний (25) | - | 4,3 | 4,0 | 36,5 | 31,2 | - |
| Среднепоздний (11) | - | 1,0 | 1,5 | 24,7 | 6,6 | - |
| 2007 г. | | | | | | |
| Ранний (17) | 21,9 | - | 1,8 | 3,8 | 1,3 | 0 |
| Среднеранний (28) | 41,4 | - | 4,7 | 6,3 | 2,5 | 0,01 |
| Средний (20) | 40,7 | - | 3,5 | 3,8 | 1,3 | 1,6 |
| Среднепоздний (13) | 68,8 | - | 1,2 | 3,8 | 3,8 | 1,6 |
| 2008 г. | | | | | | |
| Ранний (20) | 3,9 | 6,9 | 2,5 | 1,1 | 3,3 | - |
| Среднеранний (41) | 6,4 | 3,8 | 4,4 | 1,1 | 8,9 | - |
| Средний (26) | 20,0 | 5,0 | 2,5 | 2,2 | 1,1 | - |
| Среднепоздний (15) | 5,7 | 5,0 | 4,4 | 0 | 2,2 | - |
| 2009 г. | | | | | | |
| Ранний (20) | 6,0 | 5,0 | 0 | 0 | 0 | 2,9 |
| Среднеранний (52) | 4,5 | 5,0 | 0 | 0 | 0 | 2,4 |
| Средний (29) | 3,0 | 3,0 | 0 | 0 | 0 | 2,4 |
| Среднепоздний (20) | 3,5 | 2,5 | 0 | 0 | 0 | 3,5 |

Примечание – Учет болезни – 3-5.10.2006 г.; 17-20.09.2007 г.; 15-18.09.2008 г.; 14-18.09. 2009 г.;

(-) – не проводился.

и центральных (Гродненская, Минская) агроклиматических зон республики (таблица 1).

Результаты оценки показали, что в стадии 85 в условиях 2006 г. наблюдалась массовая пораженность гибридов 4-х сроков созревания болезнью, в 2007-2009 гг. - незначительная. В 2007 г. варьирование данного показателя в пределах 21,9-68,8% отмечено еще в стадии 50-55 и обусловлено высокой температурой июня месяца (по статистическим метеорологическим данным – раз в 100 лет) при возделывании гибридов

Таблица 2 – Влияние гидротермических условий периода выбрасывание метелок – цветение початков на пораженность гибридов кукурузы пузырчатой головней в южной и центральной агроклиматических зонах республики (2009 г.)

| Гидрометеостанция, ГСС и ГСУ | Поражен-ность гибридов болезнью в стадии 85, % | Июль | | | | |
|---------------------------------|--|------------------------|-------|----------------------|-----------|------------|
| | | температура воздуха, С | | | осадки | |
| | | средняя | норма | отклоне-ние от нормы | сумма, мм | % от нормы |
| Брестская область | | | | | | |
| Ганцевичи, Лунинецкий | 0,0 | 18,8 | 17,8 | 1,0 | 94,3 | 112,3 |
| Драгичин, Кобринская | 0,0 | 19,5 | 18,3 | 1,2 | 91,5 | 108,9 |
| Гомельская область | | | | | | |
| Октябрь, Октябрьская | 3,0-6,0 | 19,3 | 18,1 | 1,2 | 107,3 | 127,7 |
| Мозыр, Мозырская | 2,5-5,0 | 19,8 | 18,6 | 1,2 | 151,0 | 179,8 |
| Минская область | | | | | | |
| Столбцы, Несвижская | 2,4-3,5 | 18,7 | 18,4 | 0,3 | 71,9 | 85,6 |
| Гродненская область | | | | | | |
| Щучин, Щучинский | 0,0 | 18,6 | 17,7 | 0,9 | 137,3 | 163,5 |

в монокультуре на Октябрьской ГСС. В конце вегетации средняя максимальная пораженность гибридов всех сроков созревания в южных и центральных областях республики в 2006 г. достигала 25%, в остальные годы составляла лишь 3% (2007 г. - 2,9%; 2008 г. – 4,4%; 2009 г. – 1,8%).

Согласно нашим исследованиям, наиболее восприимчивой стадией кукурузы для заражения грибом является период начало выбрасывания метелок – кончик закладки початка выходит из влагалища, которая в Беларуси приходится на июль месяц. Степень пораженности гибридов кукурузы пузырчатой головней в вегетационном сезоне зависит от совпадения благоприятных погодных условий для развития возбудителя болезни и уязвимой для заражения патогеном стадии растения-хозяина в июле месяце (таблица 2).

Из наблюдений по изучению патогенеза пузырчатой головни початков следует, что среднесуточная температура воздуха выше 20 С способствует росту головневых вздутий, состоящих из мицелия, более чем на 2 см в сутки. Анализ выявил, что незначительную степень

пораженности гибридов кукурузы возбудителем болезни на ГСС и ГСУ в южных и центральных областях республики в текущем сезоне – 0,0-6,0% определяют гидротермические условия июля, складывающиеся в данной местности. Поскольку доминирующую роль в образовании вздутий на зараженных органах играет среднесуточная температура воздуха выше 20 С, более низкие значения этого показателя на гидрометеостанциях Щучин, Столбцы, Октябрь, Драгичин, Ганцевичи, Мозырь от 18,6 до 19,8 С и обусловили минимальную пораженность гибридов в республике. На основании полученных результатов по максимальной пораженности гибридов и анализа гидротермических данных сделан вывод: сдерживанию пораженности кукурузы болезнью способствуют неблагоприятные гидротермические условия июля месяца - это среднесуточная температура воздуха ниже 20 С и осадки выше нормы.

Обобщение многолетних результатов исследований по дифференциации поражения гибридов кукурузы болезнью в республике с учетом метеорологических факторов за 8-12 лет, особенностей биологии гриба *U. zeae* [11] и литературных сведений о массовом поражении растений раз в 5 лет (1994, 1999, 2002, 2006 гг.) [7,15], позволило сделать заключение о существенном влиянии

Таблица 3 - Гидрометеорологические условия, определяющие эпифитотийное или депрессивное развитие пузырчатой головни в посевах кукурузы в республике

| Характер развития болезни, год | Июль | | | |
|----------------------------------|---|---------------------|-----------|------------|
| | температура воздуха, С | | осадки | |
| | средняя | отклонение от нормы | сумма, мм | % от нормы |
| Эпифитотия | Южная агроклиматическая зона | | | |
| 1994, 1999, 2002, 2006 | 21,2 | 2,7 | 28,9 | 39,1 |
| Депрессия | | | | |
| 2004, 2005, 2008-2009 | 18,8 | 0,2 | 112,1 | 151,5 |
| Эпифитотия | Центральная агроклиматическая зона | | | |
| 1994, 1999, 2002, 2006 | 20,7 | 2,9 | 24,3 | 28,9 |
| Депрессия | | | | |
| 2000-2001, 2003-2005, 2008, 2009 | 18,6 | 0,8 | 100,4 | 119,5 |

Примечание – 1. Южная зона - многолетняя норма (Брестская область): среднесуточная температура воздуха и сумма осадков в июле – 18,5 С и 74 мм.

2. Центральная зона - многолетняя норма (Минская область): среднесуточная температура воздуха и сумма осадков в июле – 17,8 С и 84 мм.

Таблица 4 - Гидрометеорологические условия, определяющие пораженность кукурузы пузырчатой головней (Минский район)

| Средняя максимальная пораженность болезнью в стадии 85, год | Период выбрасывание метелок – молочная спелость зерна | | | | |
|---|---|-------------------------|------------|--------------|--------------|
| | месяц | температура воздуха, °С | | осадки | |
| | | средняя | ± норма | сумма, мм | % норма |
| Массовая – 25% 1994 | июль | 20,1 | 2,3 | 8,9 | 10,6 |
| | август | 17,1 | 0,9 | 45,0 | 54,9 |
| 1999 | июль | 21,4 | 3,6 | 12,0 | 14,2 |
| | август | 17,2 | 1,0 | 32,3 | 39,4 |
| 2002 | июль | 21,5 | 3,7 | 25,4 | 30,2 |
| | август | 19,5 | 3,3 | 73,2 | 89,3 |
| 2006 | июль | 20,0 | 2,2 | 78,6 | 87,0 |
| | август | 17,9 | 1,7 | 209,0 | 254,9 |
| среднее | июль | 20,8 | 3,0 | 31,2 | 37,1 |
| | август | 17,9 | 1,7 | 89,9 | 109,6 |
| Низкая – 3% 2000 | июль | 16,9 | -0,9 | 85,8 | 102,1 |
| | август | 17,3 | 1,1 | 42,0 | 51,2 |
| 2001 | июль | 22,0 | 4,2 | 178,3 | 212,3 |
| | август | 18,4 | 2,2 | 56,3 | 68,7 |
| 2003 | июль | 19,6 | 1,8 | 148,3 | 176,5 |
| | август | 16,7 | 0,5 | 41,8 | 51,0 |
| 2004 | июль | 17,8 | 0,0 | 72,3 | 86,1 |
| | август | 18,3 | 2,1 | 114,9 | 140,1 |
| 2005 | июль | 19,4 | 1,6 | 48,0 | 49,8 |
| | август | 17,0 | 0,8 | 170,1 | 207,4 |
| 2007 | июль | 17,8 | 0,0 | 109,3 | 130,1 |
| | август | 19,7 | 3,5 | 22,4 | 27,3 |
| 2008 | июль | 18,1 | 0,4 | 90,0 | 107,1 |
| | август | 18,3 | 2,1 | 58,6 | 69,3 |
| 2009 | июль | 18,6 | 0,8 | 168,0 | 200,0 |
| | август | 16,5 | 0,3 | 47,1 | 57,4 |
| среднее | июль | 18,7 | 0,9 | 136,3 | 162,3 |
| | август | 17,3 | 1,1 | 59,7 | 72,3 |

Примечание – Многолетняя норма (Минск): среднесуточная температура воздуха и сумма осадков - июль – 17,8 С и 84 мм; август – 16,2 С и 82 мм.

гидротермических условий вегетационного сезона на динамику патогенеза болезни (таблица 3).

Эпифитотийное развитие болезни в 1994, 1999, 2002, 2006 гг. в южной агроклиматической зоне обусловлено превышением в июле среднесуточной температурой воздуха на $2,7^{\circ}\text{C}$ многолетней нормы и 39,1% суммы осадков; в центральной, соответственно, на $2,9^{\circ}\text{C}$ и 28,9 мм. В годы депрессивного развития болезни в республике тормозит патологический процесс незначительное (от 0,2 до $0,8^{\circ}\text{C}$) отклонение указанного температурного фактора от нормы и чрезмерно высокое количество осадков (119,5-151,5% от нее).

В годы массовой пораженности посевов кукурузы пузырчатой головней (25%) в Минском районе наблюдалось превышение среднесуточной температуры воздуха на $3,0^{\circ}\text{C}$ средних многолетних значений и дефицит осадков – 37,1% от таковых в июле месяце (таблица 4). В годы низкой пораженности культуры болезнью (3%) температура находилась в пределах нормы или выше на $0,9^{\circ}\text{C}$, количество осадков достигало 162,3% от многолетней нормы.

В центральных регионах республики среднесуточная температура воздуха и сумма осадков июля определяют степень пораженности посевов кукурузы болезнью - массовое или низкое, коэффициент корреляции близок к единице ($R=0,92 \pm 0,12$) (таблица 5). Указанные предикторы 1-й декады августа могут оказывать влияние на патогенез с вероятностью проявления признака 0,54% (R^2 - коэффициент детерминации) случаев, поскольку между ними установлена достоверная зависимость $R=0,73 \pm 0,22$.

В южных регионах республики также среднесуточная температура воздуха и сумма осадков июля определяют степень пораженности посевов кукурузы болезнью – массовое или низкое, коэффициент корреляции варьирует по областям от $R=0,81 \pm 0,18$ до $0,91 \pm 0,17$ (таблица 6). Метеорологические факторы 1-й декады августа не оказывают существенного влияния на степень пораженности болезнью, поскольку множественный коэффициент корреляции для Брестской области составляет $R=0,75 \pm 0,27$ и Гомельской – $R=0,50 \pm 0,35$ (таблица 7).

Руководствуясь данными прогноза развития пузырчатой головни, применение фунгицидных обработок обеспечивает быструю биологическую и экономическую эффективность (таблица 8).

Таблица 5 – Зависимость между пораженностью пузырчатой головней кукурузы и гидротермическими предикторами периода выбрасывания метелок – цветение женских соцветий (Минский район)

| Год | Средняя максимальная пораженность болезнью, % (ст. 85) | Метеостанция Самохваловичи | | | |
|---|--|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|
| | | июль | | 1 декада августа | |
| | | средняя температура воздуха, С | сумма осадков, мм | средняя температура воздуха, С | сумма осадков, мм |
| | | у | Х | Х | З |
| 1994 | 25,0 | 20,1 | 8,9 | 22,7 | 27,8 |
| 1999 | 25,0 | 21,4 | 12,0 | 20,6 | 0,3 |
| 2002 | 25,0 | 21,5 | 25,4 | 20,2 | 56,3 |
| 2006 | 25,0 | 20,0 | 78,6 | 18,6 | 71,4 |
| 1998 | 3,0 | 17,2 | 136,0 | 17,7 | 45,0 |
| 2000 | 3,0 | 16,9 | 85,8 | 17,0 | 21,2 |
| 2001 | 3,0 | 22,0 | 178,3 | 18,5 | 45,9 |
| 2003 | 3,0 | 19,6 | 148,3 | 18,1 | 4,6 |
| 2004 | 3,0 | 17,8 | 92,3 | 20,3 | 14,0 |
| 2007 | 3,0 | 17,8 | 109,3 | 19,2 | 0,1 |
| 2008 | 3,0 | 18,1 | 90,0 | 18,3 | 20,2 |
| 2009 | 3,0 | 18,6 | 168,0 | 17,4 | 5,0 |
| Коэффициент корреляции между пораженностью болезнью (у) и гидротермическими предикторами (Х, Z) | $R \pm m_R$ | $0,92 \pm 0,12$ | | $0,73 \pm 0,22$ | |
| Уравнение регрессии: $Y = a_0 + a_1X + a_2Z$ | | $Y = -29,92 + 2,73X - 0,13Z$ | | $Y = -89,10 + 4,98X + 0,19Z$ | |

Так, в 2008 г. биологическая эффективность фунгицидов рекс дуо, КС и абакус, СЭ в подавлении развития болезни составила 78,1%, что позволило сохранить от 5,5 до 6,6 ц/га урожая зерна к контролю. В условиях 2009 г. фунгицидный эффект указанных препаратов в защите растений от вредоносного объекта достигал, соответственно, 84,9 и 54,7% при сохранении 5,9 и 8,9 ц/га зерна относительно варианта с протравливанием семян кинто дуо, ТК. Таким образом, в системе защиты культуры от эпифитотии болезни для оптимизации срока применения фунгицидов первостепенное значение принадлежит прогнозу погоды на июль месяц, позволяющему предвидеть наступление критического периода культуры и массового заражения растений.

Таблица 6 - Зависимость между пораженностью пузырчатой головней кукурузы и гидротермическими предикторами периода выбрасывание метелок – цветение початков в южных регионах республики

| Год | Средняя максимальная пораженность болезнью, %, ст. 85 | Июль | | | | | |
|--|---|--|-------------------|---------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|-------------------|
| | | Брестская область | | | | Гомельская область | |
| | | метеостанция Ганцевичи, Лунинецкий ГСУ | | метеостанция Драгичин, Кобринская ГСС | | метеостанция Октябрь, Октябрьская ГСС | |
| | | средняя температура воздуха, С | сумма осадков, мм | средняя температура воздуха, С | сумма осадков, мм | средняя температура воздуха, С | сумма осадков, мм |
| | | у | Х | Х | З | Х | З |
| 1994 | 25,0 | 20,2 | 1,5 | - | - | - | - |
| 1999 | 25,0 | 20,7 | 41,5 | 20,9 | 36,0 | 20,9 | 74 |
| 2006 | 25,0 | 19,8 | 106 | 21,3 | 66 | 20,2 | 102 |
| 1993 | 3,0 | 16,6 | 222 | - | - | - | - |
| 1996 | 3,0 | 16,6 | 93,6 | - | - | - | - |
| 1997 | 3,0 | 18,9 | 102,1 | - | - | - | - |
| 1998 | 3,0 | 17,3 | 179 | 17,8 | 161 | 17,6 | 183 |
| 2004 | 3,0 | 17,8 | 77 | 18,2 | 73 | 18,4 | 46,7 |
| 2005 | 3,0 | 18,8 | 137 | 19,4 | 162 | 19,8 | 213 |
| 2007 | 3,0 | 18,4 | 257 | 18,8 | 200 | 18,5 | 168 |
| 2008 | 3,0 | 18,1 | 135,2 | 18,5 | 116,5 | 18,9 | 122,8 |
| 2009 | 3,0 | 18,8 | 94,3 | 19,5 | 91,5 | 19,3 | 107,3 |
| Коэффициент корреляции между пораженностью болезнью (Y) и гидротермическими предикторами (X, Z) $R \pm m_R$ | | 0,81 ± 0,18 | | 0,91 ± 0,17 | | 0,81 ± 0,24 | |
| Уравнение регрессии: $Y=a_0 + a_1X + a_2Z$ | | $Y = -82,93 + 5,12X - 0,03Z$ | | $Y = -103,99 + 6,08X - 0,04Z$ | | $Y = -116,65 + 6,79X - 0,04Z$ | |

Выводы. Обоснован и разработан прогноз пораженности посевов кукурузы пузырчатой головней на основании комплекса метеорологических факторов, определяющих текущие условия и способствующие развитию инфекционного процесса в критический период – выбрасывание метелок – цветение початков на примере гибридов разных сроков созревания в условиях центрального (Минская область) и южного регионов (Брестская, Гомельская) республики.

Таблица 7 – Зависимость между пораженностью пузырчатой головней кукурузы и гидротермическими факторами периода выбрасывание метелок – цветение початков в южных регионах республики

| Год | Средняя максимальная пораженность болезнью, % (ст. 85) | 1-я декада августа | | | |
|--|--|---------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|-------------------|
| | | Брестская область | | Гомельская область | |
| | | метеостанция Драгичин, Кобринская ГСС | | метеостанция Октябрь, Октябрьская ГСС | |
| | | средняя температура воздуха, С | сумма осадков, мм | средняя температура воздуха, С | сумма осадков, мм |
| | у | х | z | х | z |
| 1999 | 25,0 | 20,3 | 4 | 20,0 | 0 |
| 2006 | 25,0 | 19,4 | 70 | 19,0 | 7 |
| 1998 | 3,0 | 19,0 | 46 | 19,0 | 35 |
| 2004 | 3,0 | 19,7 | 3 | 20,1 | 65 |
| 2005 | 3,0 | 16,8 | 0 | 16,5 | 0,3 |
| 2007 | 3,0 | 18,3 | 35 | 19,2 | 1 |
| 2008 | 3,0 | 19,0 | 21,5 | 18,3 | 27,0 |
| 2009 | 3,0 | 18,2 | 10,4 | 17,5 | 4,0 |
| Коэффициент корреляции между пораженностью болезнью (у) и гидротермическими факторами (X, Z) | $R \pm m_R$ | $0,75 \pm 0,27$ | | $0,50 \pm 0,35$ | |
| Уравнение регрессии: $Y=a_0 + a_1X + a_2Z$ | | $Y = -3,0 + 0,14X + 0,24Z$ | | $Y = -65,57 + 4,11X - 0,22Z$ | |

Установлена тесная корреляционная зависимость между среднесуточной температурой воздуха (X), суммой осадков (Z) июля месяца и максимальной пораженностью гибридов кукурузы болезнью (Y) в стадии восковой спелости зерна.

Регрессионная зависимость между пораженностью посевов культуры в сезоне и гидротермическими предикторами июля выражена линейным уравнением вида $Y=a_0 + a_1X + a_2Z$.

Массовую пораженность гибридов кукурузы болезнью в конце вегетации обуславливает совмещение в июле месяце восприимчивой стадии растения-хозяина для заражения патогеном – начало выбрасывания метелок – цветения початков с благоприятными погодными условиями для развития возбудителя болезни.

Таблица 8 - Эффективность фунгицидов рекс дуо, КС и абакус, СЭ в защите кукурузы от пузырчатой головни при применении в стадии 51 (РУП «Институт защиты растений», инфекционный фон, гибрид Бемо 172 СВ, 2008 г. и Немо 216 СВ, 2009 г.)

| Вариант | Норма расхода, л/га | Биологическая эффективность, % (ст. 85) | Урожайность зерна, ц/га | Сохранение урожая к контролю, ц/га |
|----------------|---------------------|---|-------------------------|------------------------------------|
| 2008 г. | | | | |
| Контроль | 2,5 | - | 121,9 | - |
| рекс дуо, КС | 0,6 | 78,6 | 128,5 | 5,5 |
| абакус, СЭ | 1,5 | 78,1 | 127,4 | 6,6 |
| 2009 г. | | | | |
| Контроль | 2,5 | - | 102,0 | - |
| рекс дуо, КС | 0,6 | 84,9 | 107,9 | 5,9 |
| абакус, СЭ | 1,5 | 54,7 | 111,9 | 8,9 |

Примечание – 1. Развитие болезни в контроле в 2008 г. -18,7%, в 2009 г. - 8,6%.

2. Стадия 85 - восковая спелость зерна - 12.09.08 г. и 21.09.09 г.

3. Во всех вариантах проведено протравливание семян препаратом кинто дуо, ТК (2,5 л/т)

Предсказана массовая (эпифитотия) или низкая (депрессия) пораженность культуры болезнью в сезоне по трем грациям среднесуточной температуры воздуха и сумме осадков июля месяца: многолетняя норма, выше и ниже ее.

В годы прогнозируемых эпифитотий пузырчатой головни или массовой пораженности гибридов кукурузы болезнью предложена дополнительная защита посевов с целевым назначением на зерно - опрыскивание растений фунгицидом в стадии 51 (начало выбрасывания метелок) на фоне обязательного протравливания семян.

В условиях жесткого искусственного инфекционного фона применение защиты культуры с использованием фунгицидов рекс дуо, КС (0,6 л/га) и абакус, СЭ (1,5 л/га) в критический период вегетации растений, в стадии 51 обеспечило биологическую эффективность в подавлении болезни в пределах 54,7-84,9% к уборке урожая и позволило сохранить от 5,5 до 8,9 ц/га зерна.

Литература

1.Бойко, А. Инновации компании BASF / А. Бойко // Белорусское сельское хозяйство. – 2010. - № 2 (94). – С. 42-45.

2.Буга, С.Ф. Биометеорологические основы долгосрочного прогноза развития пузырчатой головни кукурузы /С.Ф. Буга, Т.Н. Жердецкая, А.А. Жуковская //Информ. бюл. ВПРС МОББ. - Киев, 2009. – № 39. - С. 41-46.

3.Буга, С.Ф. Болезни кукурузы /С.Ф. Буга, Т.Н. Жердецкая // Обзор распространения вредителей, болезней и сорняков с.-х. культур в 2008 году и прогноз их появления в 2009 году в Республике Беларусь / под ред. А.В. Майсеенко, С.В.Сороки. – Минск, 2009. – С. 40-41.

4. Буга, С.Ф. Влияние гидротермических условий на пораженность гибридов кукурузы пузырчатой головней / С.Ф. Буга, Т.Н. Жердецкая, А.А. Жуковская // Защита растений: сборник научных трудов РУП «Институт защиты растений»; Гл. ред. Л.И. Трепашко. – Несвиж. укрup. тип., 2008. – Вып. 32. – С. 101-109.
5. Буга, С.Ф. Особенности патогенеза пузырчатой головни на гибридах кукурузы в условиях искусственного инфекционного фона / С.Ф. Буга, Т.Н. Жердецкая, А.А. Жуковская // Защита растений: сборник научных трудов РУП «Институт защиты растений»; Гл. ред. Л.И. Трепашко. – Несвиж. укрup. тип., 2008. – Вып. 32. – С. 109-123.
6. Буга, С.Ф. Потенциальная вредоносность пузырчатой головни кукурузы / С.Ф. Буга, Т.Н. Жердецкая, А.А. Жуковская // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений»; гл. ред. Л.И. Трепашко. – Несвиж, 2008. – Вып. 33. – С. 161-173
7. Буга, С.Ф. Пузырчатая головня кукурузы и условия, способствующие ее распространению / С.Ф. Буга, Т.Н. Жердецкая, А.А. Едчик // Земляробства і ахова раслін. – 2007. - №4. - С. 20-25.
8. Буга, С.Ф. Роль протравителей в оптимизации фитопатологического состояния посевов яровых зерновых культур и кукурузы / С.Ф. Буга, А.А. Радына, Т.Н. Жердецкая // Земляробства і ахова раслін. – 2009. - №2. – С. 36-38.
9. Буга, С.Ф. Система защиты кукурузы от грибных болезней / С.Ф. Буга, Т.Н. Жердецкая, А.А. Жуковская // Земляробства і ахова раслін. – 2009. - №5 (66). – С. 51-55.
10. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат., 1985. – 351 с.
11. Жердецкая, Т.Н. Жизнеспособность гриба *Ustilago zeae* (Beskm.) Unger в межвегетационный период как источник инфекции пузырчатой головни кукурузы / Т.Н. Жердецкая, А.А. Жуковская // Защита растений: сборник научных трудов РУП «Институт защиты растений»; Гл. ред. Л.И. Трепашко. – Несвиж. укрup. тип., 2007. – Вып. 31. – С. 116-126.
12. Жердецкая, Т.Н. Система защиты кукурузы от пузырчатой головни / Т.Н. Жердецкая // Информ. бюл. ВПРС МОББ. – Кишинев, 2009. – Вып. 40: материалы докл. Междунар. Симпозиума «Защита растений – достижения и перспективы», Кишинев, 19-22 окт. 2009. - С. 271-273.
13. Котикова, Г.Ш. Болезни кукурузы / Г.Ш. Котикова, В.Г. Ивашенко, Т.Н. Жердецкая // Метод. указ. по регистрац. испытанию фунгицидов в с.-х.: метод. указания / под ред. С.Ф. Буга, Несвиж, 2007. – С. 148-155.
14. Методы оценки кукурузы на устойчивость к пузырчатой головне / А.И. Юрку [и др.] // Кукуруза и сорго. – 1999. - №6. – С. 19-22.
15. Надточаев, Н.Ф. Кукуруза на полях Беларуси / Н.Ф. Надточаев; «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2008. – 412 с.
16. Степанов, К.М. Прогноз болезней сельскохозяйственных культур / К.М. Степанов, А.Е. Чумаков. – Л.: Колос, 1972. – 268 с.

S.F. Buga, T.N. Zherdetskaya
Institute of plant protection

COMMON CORN SMUT EPIPHYTOTIES PROGNOSIS FOR MAIZE PROTECTION AGAINST DISEASE

Annotation. The prognosis of maize hybrids affection by common corn smut during season on the base of July weather predictors is substantiated. Maize crop protection with the aim setting on grain according to the prognosis – during the mass affection by common corn smut on the base of the fungicide application term optimization at the stage 51 – tasseling beginning as the most vulnerable for teliospores fungus *Ustilago zeae* infection is proposed. Maize crop protection efficiency against disease in the conditions of the artificial infectious background with the application of fungicides *rex duo*, *CS* (0,6 l/ha) and *abacus*, *SE* (1,5 l/ha) on seed dressing background *kinto duo*, *FC* (2,5 l/t) is showed.

Key words: maize, prognosis, common corn smut, disease, critical period, affection, epiphytoty, fungicide, efficiency.

В.В. Вабищевич, Ж.В. Блоцкая
Институт защиты растений

БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИЗОЛЯТОВ ВИРУСОВ АСПЕРМИИ ТОМАТА И ЗЕЛЕННОЙ КРАПЧАТОЙ МОЗАИКИ ОГУРЦА, ИДЕНТИФИЦИРОВАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ТЕСТ-РАСТЕНИЙ

Аннотация. В статье представлена биологическая характеристика пяти изолятов вируса аспермии томата (ВАТ) и шести изолятов вируса зеленой крапчатой мозаики огурца (ВЗКМО). На основании реакции различных тест-растений и физических свойств выделенные изоляты отнесены к группам обычных штаммов ВАТ и ВЗКМО, ассоциирующихся с мозаичными болезнями томата и огурца защищенного грунта.

Ключевые слова: биологические свойства, изолят, вирус аспермии томата (ВАТ), вирус зеленой крапчатой мозаики огурца (ВЗКМО), томат, огурец, тест-растения.

Введение. Процесс идентификации изолятов фитопатогенных вирусов начинается с выявления в ценозах растений с вирусоподобными симптомами. Дальнейшие лабораторные исследования позволяют определить конкретный вид патогена. Особое значение при этом имеет оценка биологических свойств изолятов вирусов, которые обуславливают ответную реакцию растений на определенную инфекцию. Специфические симптомы являются основополагающим критерием, по которому вирусы и их штаммы различаются между собой. Отличия в патогенности и способности изолятов заражать определенные виды растений позволяют относить их к тем или иным штаммам вирусов. Важными критериями биологических свойств изолятов вирусов являются точка температурной инактивации (ТТИ, $^{\circ}\text{C}$) и предельное разведение инфекционного сока (ПРС). О стабильности или лабильности изолятов вирусов свидетельствует период сохранения их инфекционности в соке [2].

В популяциях вирусов, поражающих томат и огурец, мутационный процесс происходит весьма интенсивно, следствием чего является большое разнообразие штаммов. Так, у вируса зеленой крапчатой мозаики огурца (ВЗКМО) известны штаммы, которые делятся на типичный (ВО-3) штамм, вызывающий белую мозаику огурца (ВОМ-2), аукуба-мозаики (ВО-4), арбузные штаммы (ВЗКМО-А, ВЗКМО-Ш),

огуречный штамм (ВЗКМО-О), огуречный штамм Йодо (ВЗКМО-У), штамм, выделенный из дыни (ВЗКМО-IS), корейские штаммы (ВЗКМО-NS, ВЗКМО-КОН), арбузный корейский штамм (ВЗКМО-KW). Для штамма ВО-3 ТТИ составляет 90 С, для ВО-4 - 98 С, ВЗКМО-А и ВЗКМО-У – 90-100 С, ВЗКМО – IS – 86-88 С. Основным отличительным свойством штаммов ВЗКМО-4 и ВЗКМО-У является их способность вызывать локальные некрозы на *Datura stramonium* L., тогда как остальные штаммы не дают такой реакции [4,5]. Три штамма вируса аспермии томата (ВАТ-1, ВАТ-2, ВАТ-3) идентифицированы в Латвии [3].

Целью наших исследований явилось изучение биологических свойств изолятов ВАТ и ВЗКМО, широко распространенных на гибридах томата и огурца, культивируемых в тепличных хозяйствах Беларуси.

Материалы и методы исследований. Материалом исследований явились изоляты ВАТ, выделенные из гибридов томата Алькасар F1, Грейс F1, Гродена F1, Бомакс F1, Старбак F1, и изоляты ВЗКМО из гибридов Раис F1, Кураж F1, Эвергринн F1, Эстафета F1, Церас F1, Рафаэль F1, культивируемых в различных тепличных комбинатах республики. Проявление системной вирусной инфекции на гибридах томата и огурца выражалось в мозаичной расцветке и деформации листьев [1].

Определение точки температурной инактивации (ТТИ С) осуществляли путем прогревания сока в пробирках в водяной бане при температурах от 58 до 68 С для изолятов ВАТ и 94-98 С для изолятов ВЗКМО с интервалом в 2 С в течение 10 мин. Прогретым соком инокулировали соответствующие растения-индикаторы. Учеты и наблюдения за проявлением симптомов проводили через каждые 2-3 дня с момента инокуляции растений.

Результаты исследований. В процессе исследований идентифицировано 5 изолятов ВАТ, различающихся по симптомам на различных растениях-хозяевах. Наиболее патогенными являются изоляты (условно названные ВАТ-1 и ВАТ-2), которые выделены из гибридов томата Алькасар F1 и Грейс F1. На растениях томата указанных гибридов они вызывают ярко выраженную светло-зеленую или светло-желтую мозаику, сопровождаемую деформацией листьев (рисунок 1). На растениях томата, выращенных из инфицированных семян, листья часто деформируются ассиметрично и на обратной их стороне появляется антоциановый окрас.



Рисунок 1 – Симптомы, вызываемые изолятом БАТ-2 на листьях томата Грейс F1: а – пораженный лист; б – здоровый лист



Рисунок 2 - Реакция *Nicotiana tabacum* L. (cv. Samsun) на заражение изолятом БАТ-2

Таблица 1 – Реакция тест-растений на заражение изолятами BAT (лабораторные опыты, 2009-2010 гг.)

| Вид и сорт растения | Изоляты | | | | |
|--|--------------|--------------|------------|-------|---------|
| | BAT-1 | BAT-2 | BAT-3 | BAT-4 | BAT-5 |
| <i>Nicotiana tabacum</i> L. (cv. Samsun) | S:MSp, Dis | S:MSp, Dis | S:M | S:CLM | S:CLM |
| <i>N. glutinosa</i> L. | S:CLMot, Dis | S:CLMot, Dis | S:CLMot | S:Dis | S:M |
| <i>Datura stramonium</i> L. | S:CLMot, Dis | S:CLMot, Dis | S:Mot, Dis | S:M | S:M |
| <i>Capsicum annum</i> L. (сорт Гаучо) | S:Dis | S:Dis | S:M | S:Mot | S:CLMot |
| <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. (сорт Ляна) | S:M, Dis | S:M, Dis | S:M | S:Dis | S:CLMot |

Примечание - S – системное поражение, M – мозаика, MSp – мозаичная пятнистость, CLM – хлоротичная мозаика, CLMot – хлоротичная крапчатость, Dis – деформация листьев.

При заражении растений *Nicotiana tabacum* L. (cv. Samsun) изолятами BAT-1 и BAT-2 на листьях развивается мозаичная пятнистость, которая сопровождается деформацией листьев (рисунок 2).

Растения табака *N. glutinosa* L. и дурмана *D. stramonium* L. на инокуляцию этими изолятами реагируют появлением хлоротичной крапчатости и деформацией листьев. На растениях перца *Capsicum annum* L. отмечается сильная деформация листьев (рисунок 3), а томата *Lycopersicon esculentum* Mill. (сорт Ляна) – мозаика и закручивание листьев вниз.



Рисунок 3 - Реакция *Capsicum annum* L. на заражение изолятом BAT-1

Менее интенсивные симптомы мозаики, хлороза и деформации листьев проявляются при заражении тест-растений изолятами BAT-3, BAT-4, BAT-5, выделенными из гибридов Гродена F1, Старбак F1 и Бомакс F1 (таблица 1).

По сравнению с изолятами BAT-1 и BAT-2 они имеют более низкие показатели температурной инактивации, предельного разведения сока и более короткий период сохранения инфекционности в соке - ПСИ (таблица 2).

Таблица 2 – Физические свойства изолятов ВАТ и ВЗКМО

| Изолят | Показатель | | |
|---------|------------|------|------------|
| | ТТИ С | ПРС | ПСИ, сутки |
| BAT-1 | 68 | 10-5 | 2 |
| BAT-2 | 68 | 10-4 | 2 |
| BAT-3 | 66 | 10-3 | 1 |
| BAT-4 | 64 | 10-2 | 1 |
| BAT-5 | 64 | 10-3 | 1 |
| ВЗКМО-1 | 96 | 10-3 | 1 |
| ВЗКМО-2 | 96 | 10-2 | 1 |
| ВЗКМО-3 | 98 | 10-4 | 3 |
| ВЗКМО-4 | 98 | 10-4 | 2 |
| ВЗКМО-5 | 94 | 10-3 | 1 |
| ВЗКМО-6 | 94 | 10-3 | 1 |

Поражение растений огурца ВЗКМО сопровождается различными симптомами и деформацией листьев, которые варьируют в зависимости от изолята вируса и растения-хозяина. Так, на гибридах огурца Раис F1 и Рафаэль F1 симптомы ВЗКМО-1 и ВЗКМО-2 проявляются в виде посветления жилок, а изоляты ВЗКМО-3 и ВЗКМО-4 на гибридах Кураж F1 и Эвергринн F1 – в виде темно-зеленой мозаики вдоль жилок, которая четко просматривается на общем фоне хлороза листьев. Изоляты ВЗКМО-5 и ВЗКМО-6 на растениях огурца Эстафета F1 и Церас F1 вызывают мозаику в виде чередующихся темно- и светло-зеленых пятен и деформацию листьев (рисунок 4).



Рисунок 4 – Симптомы, вызываемые изолятом ВЗКМО-5 на огурце Эстафета F1

Реакция *N. tabacum* L. (cv. Samsun) и *D. stramonium* L. на заражение ВЗКМО-1 и ВЗКМО-2 выражается в проявлении хлоротичной крапчатости на молодых листьях (рисунок 5).

Изоляты ВЗКМО-3 и ВЗКМО-4 оказались более патогенными и на растениях табака и дурмана вызывали светло-зеленую мозаику и



Рисунок 5 - Реакция *D. stramonium* L. на заражение изолятом ВЗКМО-2

деформацию листьев, а на растениях *N. debneyi* Domin. – мозаичную пятнистость. Изоляты ВЗКМО-5 и ВЗКМО-6 на *N. glutinosa* L. вызывают слабую мозаику и хлороз листьев, а на листьях *N. debneyi* Domin. – крупную мозаичную пятнистость (таблица 3).

Изоляты ВЗКМО-3 и ВЗКМО-4 более термостабильны (ТТИ – 98 С) и дольше сохраняют инфекционность (до 3 суток) по сравнению с остальными изолятами ВЗКМО.

Таблица 3 – Реакция тест-растений на заражение изолятами ВЗКМО (лабораторные опыты, 2009-2010 гг.)

| Вид и сорт растения | Изоляты | | | | | |
|--|---------|---------|------------|------------|---------|---------|
| | ВЗКМО-1 | ВЗКМО-2 | ВЗКМО-3 | ВЗКМО-4 | ВЗКМО-5 | ВЗКМО-6 |
| <i>Nicotiana tabacum</i> L. (cv. Samsun) | S:CLMot | S:CLMot | S:MSp, Dis | S:MSp, Dis | S:M | S:M |
| <i>N. glutinosa</i> L. | S:CLM | S:M | S:CLM | S:CLM | S:CLM | S:CLM |
| <i>N. debneyi</i> Domin. | S:M | S:M | S:MSp | S:MSp | S:MSp | S:MSp |
| <i>Datura stramonium</i> L. | S:CLMot | S:CLMot | S:MSp, Dis | S:MSp, Dis | S:MSp | S:M |

Примечание - S – системное поражение, CLMot – хлоротичная крапчатость, CLM – хлоротичная мозаика, MSp – мозаичная пятнистость, Dis – деформация листьев, M – мозаика.

Заключение. В результате исследований, проведенных в 2009-2010 гг., из гибридов томата и огурца, культивируемых в условиях защищенного грунта, выделено 5 изолятов ВАТ и 6 – ВЗКМО. Наиболее интенсивные симптомы мозаичности и деформации листьев на тест-растениях проявили изоляты ВАТ-1 и ВАТ-2, ВЗКМО-3 и ВЗКМО-4. Они обладают повышенной термостабильностью и более длительным периодом сохранения инфекционности в соке в сравнении с остальными изолятами вирусов. По результатам реакции различных растений-хозяев и физическим свойствам выделенные изоляты могут быть отнесены к обычным штаммам ВАТ и ВЗКМО, вызывающих мозаичные заболевания томата и огурца защищенного грунта.

Литература

1. Вабищевич, В.В. Характер проявления вирусных болезней огурца защищенного грунта и идентификация их возбудителей / В.В. Вабищевич, Ж.В. Блоцкая // Земляробства і ахова раслін. – 2009. - № 5. – С. 66-68.
2. Гнутова, Р.В. Возбудители вирусных болезней овощных культур в Дальневосточном регионе / Р.В. Гнутова // С.х. биология. – 2007. - №1. – С. 56-71.
3. Дзиркале, А.Т. Сравнительная биологическая и физико-химическая характеристика трех штаммов вируса аспермии: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.06 / А.Т. Дзиркале; АН УССР. Ин-т микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного. – Киев, 1987. – 21 с.
4. Новый штамм вируса зеленой крапчатой мозаики огурца на территории Украины / Т. А. Руднева [и др.] // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Институт защиты растений». – Минск, 2006, - Вып. 30, Ч. 1.: Стратегия и тактика защиты растений: материалы науч. конф., посвящ. 35-летию со дня организации РУП «Ин-т защиты раст» НАН Беларуси (Минск, 28 фев. – 2 марта 2006 г.) - С. 303-305.
5. Фоминых, Т.С. Диагностика вирусных заболеваний овощных культур защищенного грунта и меры борьбы с ними: учеб.-метод. пособие / Т.С. Фоминых, Р.К. Адайкина. – СПб.: ВИЗР, 2006. – 20 с.

V. V. Vabishchevich, Zh. V. Blotskaya
Institute of plant protection

BIOLOGICAL PROPERTIES OF TOMATO ASPERMY VIRUS AND CUCUMBER GREEN MOTTLE MOSAIC VIRUS ISOLATES IDENTIFIED BY MEANS OF TEST-PLANTS

Annotation. In the article the biological features of five Tomato aspermy virus (TAV) isolates and six Cucumber green mottle mosaic virus (CGMMV) isolates are presented. Based on different test plants reaction and physical features the isolated isolates refer to ordinary strains group TAV and CGMMV associated with protected ground tomato and cucumber mosaic diseases.

Key words: biological properties, isolate, Tomato aspermy virus (TAV), Cucumber green mottle mosaic virus (CGMMV), tomato, cucumber, test-plants.

Н.Н. Гринько

ГНУ «Адлерская опытная станция» ВИР, Россия

ВЛИЯНИЕ ВИРУСА ЖЕЛТОЙ МОЗАИКИ НА ФЕНОТИПИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ЛИСТОВЫХ СОРТОВ САЛАТА ИЗ МИРОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ ВИР

Аннотация. Экологическая оценка геноресурсов листовой разновидности салата (*Lactuca sativa* L.) из мировой коллекции ВИР выявила взаимосвязь чувствительности к вирусу желтой мозаики – *Lettuce mosaic virus* (LMV) с фенотипическими признаками. Выделены генотипы салата, представляющие практический интерес в качестве исходного материала для селекционных программ на иммунитет к LMV и источника расширения сортимента продовольственной культуры.

Ключевые слова: геноресурсы, салат (*Lactuca sativa* L.), вирус желтой мозаики (*Lettuce mosaic virus*), источники устойчивости, фенотипические признаки.

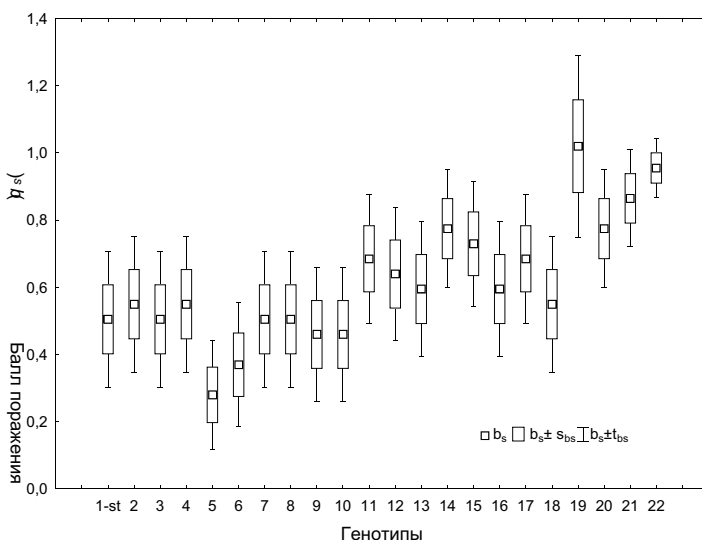
Введение. Уникальная мировая геноресурсная коллекция салата (*Lactuca sativa* L.) ВИР, исходя из основных постулатов длительной сопряженной эволюции растения – хозяина и патогена – ценнейший исходный материал для селекции на устойчивость к болезням и источник расширения сортимента продовольственной культуры [2–4]. Многолетняя репродукция сортообразцов салата на экспериментальной базе старейшей на юге России Адлерской ОС обеспечивает закладку высококондиционных семян на хранение в генетический банк ВИР. Вместе с тем наблюдается существенное снижение семенной продуктивности культуры в результате поражения растений возбудителями вирусной этиологии [1]. Вирусоподобные патологии проявляются сортоспецифичными симптомами местного и системного характера – мозаика и некроз, кольцевая пятнистость и задержка ростовых процессов, израстание. Преобладающие признаки – неравномерность и мозаичность расцветки, чередование темно – зеленой крапчатости с типично осветленными жилками листьев. Патологические изменения габитуса растений сопровождаются общим угнетением и карликовостью, деформацией и редуцированием листовой пластинки – морщинистость, нитевидность и некрозы с последующим отмиранием участков ткани. Пораженные в сильной степени растения формируют малоприспособленную для реализации укороченную розетку с ломкими и курчавыми листьями. На семенных растениях преобладает фасциация, зигзагообразное укорачивание стебля и раздвоение побегов.

В этой связи цель наших исследований – анализ влияния чувствительности к вирусам на изменчивость фенотипических признаков репродуцируемых сортообразцов салата из геноресурсной коллекции ВИР и отбор источников хозяйственно ценных свойств.

Материалы и методы исследования. В 2007–2009 гг. оценивали 40 образцов листовой разновидности салата на наличие симптомов вирусоносительства и взаимосвязи уровней восприимчивости с показателями фенотипических признаков. Для идентификации вирусных патологий сортообразцы обследовали визуально, а видовую принадлежность возбудителя диагностировали биотестированием на травянистых индикаторных растениях – *Chenopodium amaranticolor* Costa et Reyn, *Chenopodium quinoa* Willd., *Nicotiana benthamiana* L., *Phaseolus vulgaris* L., *Petunia hybrida* Hort. стандартными методами [6]. Генотипы ранжировали с учетом среднего балла поражения (bs) как высоко – (0,1–0,5) и среднеустойчивые (0,6–1), восприимчивые (1,1–3,0). Фенотипические признаки – «диаметр розетки» (dr), «масса розетки» (mr), «высота семенника» (hs) и «продуктивность семян» (ps) оценивали по общепринятым методикам [5]. Полученные экспериментальные данные обрабатывали статистически, используя программы Exsel и Statistica 7.0.

Результаты и обсуждение. Проведенные исследования показали, что растения с симптомами вирусозов инфицированы вирусом желтой мозаики – *Lettuce mosaic virus* (LMV), поражающим культуру салата повсеместно [7, 9]. Формирование стойких очагов вирусной инфекции в агроценозах салата обеспечивает распространение LMV семенами [11, 12] и полуперсистентным способом [13] с многочисленных сорных и культурных растений – резерваторов [14]. Темпы микроэволюции и внутривидовой дифференциации LMV по уровню вирулентности, регламентированы факторами окружающей среды и генотипической устойчивостью сорта [12,14].

В тестируемой нами коллекции не выделено иммунных к вирусу образцов салата, что согласуется с известными сведениями о контроле устойчивости к LMV рецессивными генами $mo1^1$ и $mo1^2$ [8, 10, 11]. Доказано существенное внутривидовое и внутрисортное варьирование ($C_v=65,2\%$) уровней чувствительности генотипов к LMV, подтвержденное значимой корреляционной связью ($r = 0,76 \pm 0,10$; $P < 0,001$) между средним баллом поражения LMV ($b_s = 1,21 \pm 0,03$; $b_{\min-\max} = 0,28-2,75 \pm 0,08$) и стандартным отклонением ($y=0,79$). Основываясь на показателе b_s ,



Примечание: Описание генотипов здесь и на рисунках 2 – 4 представлено в таблице 1.

Рисунок 1– Средний балл поражения высоко – и среднеустойчивых к LMV генотипов салата

генотипы дифференцированы нами по группам чувствительности к LMV как высоко – и среднеустойчивые, восприимчивые (таблица 1). Практический интерес в качестве источников устойчивости к LMV представляют сорта салата со значением показателя $b_s < 1,0$ (рисунок 1).

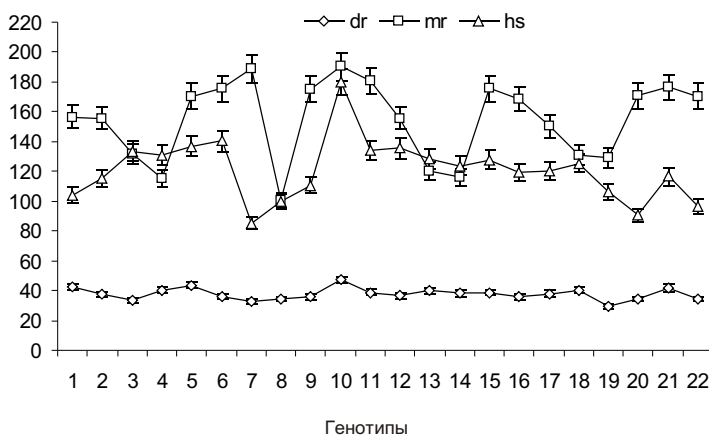
Ценность исходного материала салата, используемого в селекционных программах на иммунитет, регламентируется наличием взаимосвязи высокой устойчивости к LMV с хозяйственно полезными свойствами. Установлен средний уровень варьирования ($C_v=17,7\%$) генотипов по признаку «диаметр розетки» ($dr_{\min-\max}=22,6-47,1 \pm 0,9 \text{ см}$). Следует отметить, что данный показатель стандартного сорта Листовой–st ($42,4 \pm 1,3 \text{ см}$) превышен только образцом Sonehus ($47,1 \pm 0,9 \text{ см}$) (рисунок 2). Наблюдалась значимая изменчивость ($C_v=29,2\%$) сортов по признаку «масса розетки» ($mr_{\min-\max}=70,2-190,3 \pm 5,19 \text{ г}$). Высоко – и среднеустойчивые к LMV генотипы по сравнению с сортом Листовой–st ($mr=156,3 \pm 3,6 \text{ г}$) отличались более высокими показателями, за исключением образцов Granl Rapids, Nadyecsed, Liatna Nepgovanska, Romana Blancka, Riyal Oak Leaf, Слободжанин (рисунок 2).

Таблица 1 – Дифференциация генотипов салата по показателям чувствительности к LMV и фенотипическим признакам (2007–2009 гг.)

| Балл поражения (b _s) | Диаметр розетки, см (dr) | Масса розетки, г (mr) | Высота семенника, см (hs) | Продуктивность семян, г/ раст. (ps) |
|--|--------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Высокоустойчивые: | | | | |
| 0,46±0,02 | 38,3±1,5 | 156,0±9,7 | 123,6±8,44 | 3,42±0,06 |
| 1– Листовой –st (к–1161, Россия), 2– Gelber runder fruher (к–1073, Германия), 3– Granl Rapids (вр.к–1723, Германия), 4– Nadyecsed (вр.к–1579, Венгрия), 5– Australisch (к–1106, Австрия), 6– Burona (к–1702, Дания), 7– б/н (вр.к–1900, Абхазия), 8– L. serriola (вр.к–1922, Бельгия), 9– Бакуео (вр.к–1987, Вьетнам), 10– Sonehus (вр.к–2160, Китай), | | | | |
| Среднеустойчивые: | | | | |
| 0,74±0,04 | 37,1 ±1,17 | 153,7±6,84 | 118,7±4,08 | 2,61±0,05 |
| 11– Austrlicher gelber (к–803, Германия), 12– Новогодний (к–1987, Россия), 13– Liatna Nergovanska (вр.к–902, Болгария), 14– Romana Blancka (вр.к–1403, Аргентина), 15– Amerikascher brauner (к–804, Германия), 16– Red salad Bowl (вр.к–1781, Нидерланды), 17– Riyal Oak Leaf (вр.к–1978, США), 18– Crumpled leaf (вр.к–1996, Тайвань), 19– Слободжанин (вр.к–2214, Украина), 20– Гурин Фурэссю (к–1887, Япония), 21– Riccia biscia Rossa (вр.к–1502, Италия), 22– Genecorp Green (вр.к–2098, США), | | | | |
| Восприимчивые: | | | | |
| 1,93±0,09 | 28,2±1,16 | 97,1±4,62 | 74,5±3,97 | 0,99±0,06 |
| 23– Гусен–буру (вр.к–1269, Корея), 24– б/н (вр.к–1442, Лаос), 25– Изумрудный (вр.к–2032, Россия), 26– Юнска едра (к–1035, Болгария), 27– Американский (к–1122, Германия), 28– Winter Maywonder (к–1184, Венгрия), 29– Местный (к–1285, Казахстан), 30– Lerperman (к–1387, Швеция), 31– б/н (к–1969, Узбекистан), 32– Lobi EZ (вр.к–1953, Нидерланды), 33– Unikum feste gelbd gelbgrune fe (к–1105, Австрия), 34– Австралийский (к–1119, Германия), 35– Green wave (к–1909, Япония), 36– Забава (к–2042, Россия), 37– б/н (вр.к–1532, Узбекистан), 38– Prestine (вр.к–2087, Франция), 39– Red Wave (вр.к–2137, Япония), 40– б/н (вр.к–2144, Румыния). | | | | |
| Среднее по генотипам: | | | | |
| 1,21±0,03 | 33,1±0,91 | 128,1±5,19 | 100,5±4,73 | 2,08±0,08 |

Выявлена существенная вариабельность (Cv=29,9%) генотипов по признаку «высота семенника» ($hs_{\min-\max}=56,2-179,6\pm4,73$ см). Характерно, что высоко – и среднеустойчивые к LMV образцы, исключая б/н (вр.к–1900), *L. serriola*, Слободжанин, Гурин Фурэсс, Genecorp Green, по высоте оказались ниже сорта Листовой–st ($hs=104,2\pm2,2$ см) (рисунок 2). При этом данный показатель у восприимчивых к вирусу сортообразцов салата не превышал либо достигал уровня стандарта.

Отмечена высокая изменчивость (Cv=57,6%) генотипов салата по признаку «продуктивность семян» ($ps_{\min-\max}=0,51-5,07\pm0,1$ г/раст.). Высоко – и среднеустойчивые к LMV образцы, исключая Слободжанин, Гурин Фурэссю, Riccia biscia Rossa, Genecorp Green, превосходили сорт Листовой– st ($ps=2,2\pm0,07$ г/раст.).



Примечание: dr – диаметр розетки (см), mr – масса розетки (г), hs – высота семенника (см).

Рисунок 2 – Показатели фенотипических признаков высоко – и среднеустойчивых к LMV генотипов салата

Максимальной семенной продуктивностью отличались генотипы Sonehus и Australisch (5,07–4,5±0,1 г/раст.) (рисунок 3).

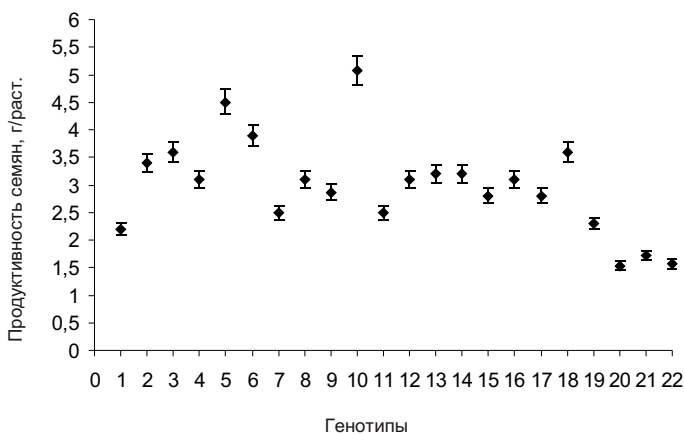


Рисунок 3 – Продуктивность семян высоко – и среднеустойчивых к LMV генотипов салата

Показатели оцениваемых признаков – «балл поражения» (b_s), «диаметр розетки» (dr), «масса розетки» (mr), «высота семенника» (h_s), «продуктивность семян» (ps) существенно различались по тестируемым генотипам ($P < 0,001$; $bs-dr-mr-hs-ps$: F_{ϕ} (83,85 – 57,28 – 91,12 – 84,50 – 38,61) $> F_{01}$ (7,31)). На высоком уровне значимости ($P < 0,001$) доказана тесная положительная корреляционная связь между фенотипическими признаками и отрицательная зависимость последних от среднего балла поражения LMV (таблица 2).

Методом кластерного анализа высоко – и среднеустойчивые к LMV образцы салата объединены в 2 основные группы (рисунок 4).

В первом кластере доля высокоустойчивых к LMV сортов составила 42,8%, а сходство проявили образцы *Листовой– st*, – *Gelber runder fruher* – *Royal Oak Leaf*, *Australisch* – *Burona* – *Austrlischer gelber* – *Amerikascher brauner*, *Бакuyo*– *Riccia biscia Rossa* – *Red salad Bowl*, *Гурин Фурэсскоу* – *Genecorp Green*. Для второго кластера также характерно преобладание среднеустойчивых к LMV сортов, а подобными оказались пары генотипов *Granl Rapids* – *Crumpled leaf*, *Nadyecsed* – *Liatna Nepgovanska* – *Romana Blancka*. Удаленность на дендрограмме сортов Слободжанин

Таблица 2 – Корреляционные отношения показателей фенотипических признаков и восприимчивости к LMV генотипов салата

| Показатели | Уравнение регрессии | Коэффициент корреляции, r |
|---------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Диаметр розетки, см (X) | | |
| Масса розетки, г | $Y = 17,44 + 0,12X$ | $0,77 \pm 0,10$ |
| Высота семенника, см | $Y = 16,59 + 0,17X$ | $0,84 \pm 0,08$ |
| Продуктивность семян, г | $Y = 25,03 + 4,02X$ | $0,81 \pm 0,09$ |
| Масса розетки, г (X) | | |
| Высота семенника, см | $Y = 37,46 + 0,91X$ | $0,73 \pm 0,11$ |
| Продуктивность семян, г | $Y = 85,69 + 20,65X$ | $0,67 \pm 0,11$ |
| Высота семенника, см (X) | | |
| Продуктивность семян, г | $Y = 53,27 + 22,39X$ | $0,90 \pm 0,06$ |
| Балл поражения (X) | | |
| Диаметр розетки, см | $Y = 40,33 - 5,71X$ | $-0,75 \pm 0,10$ |
| Масса розетки, г | $Y = 172,10 - 35,80X$ | $-0,76 \pm 0,10$ |
| Высота семенника, см | $Y = 139,25 - 32,43X$ | $-0,86 \pm 0,08$ |
| Продуктивность семян, г | $Y = 3,62 - 1,27X$ | $-0,83 \pm 0,08$ |

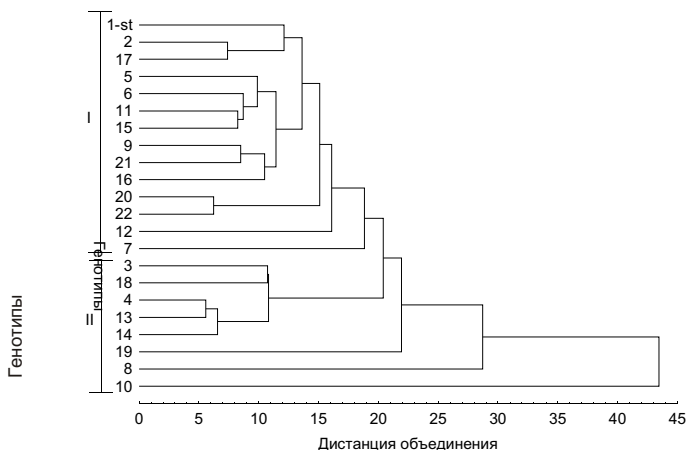


Рисунок 4 – Дендрограмма сходства генотипов салата по показателям чувствительности к LMV и фенотипическим признакам

($dr=29,5\pm1,24$ см), *L. serriola* ($hs = 99,7\pm4,0$ см) и *Sonehus* ($hs = 190,3\pm11,4$ см), связана с существенным отклонением показателей фенотипических признаков.

Закключение. Таким образом, нами доказано влияние вируса желтой мозаики (*Lettuce mosaic virus*) на изменчивость фенотипических признаков образцов салата из геноресурсной коллекции ВИР. Выделены сорта с комплексом хозяйственно ценных признаков – Листовой (к–1161, Россия), Nadyecsed (вр. к–1579, Венгрия), Australisch (к–1106, Австрия), Virupa (к–1702, Дания), б/н (вр. к–1900, Абхазия), Бакуео (вр.к–1987, Вьетнам), Amerikascher brauner (к–804, Германия), Red salad Bowl (вр.к–1781, Нидерланды), Riyal Oak Leaf (вр.к–1978, США), Crumpled leaf (вр.к–1996, Тайвань), Гурин Фурэссю (к–1887, Япония), Riccia biscia Rossa (вр.к–1502, Италия) и Genesorg Green (вр.к–2098, США), представляющие практический интерес как исходный материал в селекционных программах на иммунитет к LMV и источник расширения сортимента продовольственной культуры салата.

Литература

1. Гринько, Н.Н., Туренко, В.П. Источники устойчивости к *Lettuce mosaic virus* в геноресурсах *Lactuca sativa* L. коллекции ВИР/ Н.Н. Гринько, В.П. Туренко // Екологізація сталого розвитку агросфери і ноосферна перспектива інформаційного суспільства: Тези доповідей міжнарод. наук. конф. ХНАУ ім. В.В.Докучаєва, 1 – 2 жовтня 2009р. – Харків: ХНАУ, 2009. – С. 87.

2. Дьяков, Ю.Т. Популяционная биология фитопатогенных грибов/ Ю.Т. Дьяков. – М.: ИД “Муравей”, 1998. – 382с.
3. Жученко, А. А. Экологическая генетика культурных растений: теория и практика/ А. А. Жученко //Сельскохозяйственная биология, 1995. – № 3. – С.3–31.
4. Идентифицированный генофонд овощных растений //Коллектив авторов. Под. ред. В.И.Буренина. – СПб.: ВИР, 2007. – Ч.4. – 70с.
5. Культурная флора СССР: Листовые овощные растения// Под общ. рук-вом акад. ВАСНИЛ В.Ф.Дорофеева. – Л.: Агропромиздат, 1988. – 304с.
6. Blystad, D.R. Sap-transmissible viruses in lettuce (*Lactuca sativa* L.) in Norway: identification and importanc/ D.R. Blystad // Norw. J. Agr.Sci., 1989. – V.3. –№4. – С.373–384.
7. Bos, L., Huijberts, N., Cuperus, C. Furter observations on variation of Lettuce mosaic virus to lettuce (*Lactuca sativa*). And a discussion of resistance terminology/ L. Bos, N. Huijberts, C. Cuperus // European J. Plant Pathol., 1994. – № 100. – С.293–314.
8. Dinant, S., Lot, H. Lettuce mosaic virus: a review/ S. Dinant, H. Lot // Plant Pathol., 1992. –V.41. – С.528–542.
9. Fakhfakh, H., Le Gall, O., Candesse, T., Marrakchi, M. Analysis of the varibility of Tunisian isolates of Lettuce mosaic Potyvirus (LMV) using biological and molecular properties/ H. Fakhfakh [et al.] // J. Plant Pathol., 2001. – V.83. – № 1. – С.3–11.
10. German-Retana, G.S., Walter, J., Le-Gall, O. Lettuce mosaic virus: from pathogen diversity to host interactors/ G.S. German-Retana, J. Walter, O. Le-Gall // Molecular plant pathol., 2008. – V. 9. – № 2. – С.127–136.
11. Krause-Sakate, R., Le Gall, O., Fakhfakh, H., Peypelut, M., Marrakchi, M., Varveri, C., Pavan, M.A., Souche, S., Lot, H., Zerbini, F.M., Candressi, T. Molecular and biological characterization of Lettuce mosaic virus isolates reveals a distant and widespread type of resistance – breaking isolate: LMV-Most/ R. Krause-Sakate [et al.] // Phytopathol., 2002. – V.92. – № 5. – С.563–572.
12. Moreno, A., Nebreda, M., Diaz, B.M., Garcia, M., Salas, F., Fereres, A. Temporal and spatial spread of Lettuce mosaic virus in lettuce crops in central Spain: factors involved in Lettuce mosaic virus epidemics/ A. Moreno [et al.] // Annals of Applied Biology, 2007. – V.150. – № 3. – С.351–360.
13. Nebreda, M., Moreno, A., Perez, N., Palacios, I., Seso-Fernandez, V., Fereres, A. Activity of aphids associated with lettuce and broccoli in Spain and their efficiency as factors of Lettuce mosaic virus/ M. Nebreda [et al.] // Virus Research., 2004. – №100. – P.83–88.
14. Revers, F., Guiraud, T., Houvenaghel, M.C., Le Gall, O., Candresse, T. Multiple resistance phenotypes to Lettuce mosaic virus among *Arabidopsis thaliana* accessions/ F. Revers [et al.] // Molecular plant-microbe interactions: MPMI, 2003. – V.16. – №7. – С. 608–616.

N.N. Grinko

SSE “Adler experimental station”, VIR, Russia

YELLOW MOSAIC VIRUS INFLUENCE ON PHENOTYPICAL SIGNS OF SALAD LEAF VARIETIES FROM VIR WORLD COLLECTION

Annotation. Ecological evaluation of salad leaf diversity (*Lactuca sativa* L.) gene resources from VIR world collection has revealed sensitivity interrelation of yellow mosaic virus – Lettuce mosaic virus (LMV) with phenotypical signs. The genotypes of salad representing practical interest as an initial material for selection programs on immunity to LMV and a source of food crop assortment deepening are isolated.

Key words: gene resources, salad (*Lactuca sativa* L.), yellow mosaic virus (*Lettuce mosaic virus*), stability sources, phenotypical signs.

Н.С. Гутковская, Г.И. Гаджиева
Институт защиты растений

ВЛИЯНИЕ ФУНГИЦИДОВ НА КАЧЕСТВО И СОХРАННОСТЬ КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Аннотация. К наиболее распространенным и опасным заболеваниям вегетирующих растений свеклы относятся церкоспороз, рамуляриоз, фомоз, мучнистая роса. У пораженных растений нарушаются физиологические процессы: ухудшается фотосинтез, усиливаются дыхание, обмен веществ и расход сахара, увеличивается накопление органических кислот, снижается сахаристость и урожай корнеплодов.

Проведены исследования по изучению биологической и хозяйственной эффективности фунгицидов Бампер супер 490 КЭ и Рекс ДУО, КС в борьбе с церкоспорозом в посевах сахарной свеклы. Установлено, что обработка сахарной свеклы этими фунгицидами значительно снижает распространенность и развитие церкоспороза по сравнению с контролем, повышает урожай корнеплодов. Применение препаратов во время вегетации улучшает технологические качества и лежкость корнеплодов.

Ключевые слова: сахарная свекла, болезни листьев, церкоспороз, фунгицид, урожай, сохранность корнеплодов.

Введение. В условиях республики Беларусь наиболее вредоносными болезнями сахарной свеклы, поражающие надземные органы являются церкоспороз, рамуляриоз, мучнистая роса и фомоз. У пораженных растений нарушаются физиологические процессы: ухудшается фотосинтез, усиливаются дыхание, обмен веществ и расход сахара, увеличивается накопление органических кислот, снижается сахаристость и урожай корнеплодов.

В последние годы церкоспороз является одним из наиболее распространенных заболеваний этой культуры. Степень поражения церкоспорозом зависит от устойчивости сорта, момента проявления первых симптомов болезни и погодных условий во время вегетации. Сухая жаркая, а также прохладная дождливая погода сдерживают развитие пятнистостей; наиболее благоприятна теплая и дождливая погода (относительная влажность воздуха 90%, частое выпадение осадков и среднесуточная температура воздуха выше 20 °С). В зависимости от погодных условий первые симптомы болезни проявляются в I-II декадах июля или первой декаде августа.

При умеренном развитии болезни урожайность снижается на 5%, при эпифитотии – на 16%, сахаристость соответственно, на 0,3 и 1,5% [1].

Установлено, что при развитии церкоспороза до 20% потери сахара составляют 5-10%, при среднем (до 40%) – около 15-20%, при сильном (более 40%) – от 30 до 70% [2]. По данным О.И. Стогниенко потери урожая корнеплодов могут составлять 10-30%, снижение сахаристости 1-3%, сбор сахара с гектара – 50% [3]. По нашим данным, при развитии церкоспороза до 50% сахаристость корнеплодов снижается на 0,3-0,5%, при 75% и выше – на 1,2%.

Сахарная свекла, больная церкоспорозом, обладает низкой лежкоспособностью, в результате, увеличиваются потери массы свеклы и сахара в ней при хранении. У пораженных растений снижается устойчивость корнеплодов к кагатной гнили. При сильном поражении церкоспорозом потери от гнили после 85 суток хранения в 3,2 раза превышали показатели в контроле, а общие потери сахара были в 1,7 раз больше [4].

Цель исследований - изучение эффективности фунгицидов с разными действующими веществами в защите сахарной свеклы от церкоспороза и влияние препаратов на технологические качества и сохранность корнеплодов.

Место и методика исследований. Исследования по изучению эффективности фунгицидов и их влияние на технологические качества и сохранность корнеплодов проводились в 2008-2009 гг. В 2008 г. полевой мелкоделяночный опыт был заложен в СПК «Тимирязевский» Копыльского района Минской области на сорте Карина по схеме: контроль (без обработки) и Бампер супер 490 КЭ – 1,0 л/га; в 2009 г. - в СПК «Дайлиды» Ивьевского района Гродненской области на сорте Завиша по схеме: контроль без обработки и Рекс ДУО, КС – 0,6 л/га. Фунгициды Бампер супер 490 КЭ (пропиконазол, 90 г/л + прохлораз, 400 г/л) и Рекс ДУО, КС (эпоксиконазол, 18,7%+тиофанатметил, 31%) принадлежат к группе комбинированных препаратов и обладают профилактическим, лечебным искореняющим и стимулирующим действием на защищаемые растения. Препарат Рекс ДУО, КС проявляет высокую биологическую эффективность в борьбе с церкоспорозом за счет максимально длительного периода действия (вплоть до уборки), что важно при ранних сроках появления инфекции. Рекс ДУО, КС также обеспечивает защиту от рамуляриоза, мучнистой росы и фомоза.

Технология возделывания сахарной свеклы – общепринятая для республики Беларусь. Площадь опытной делянки 15м², повторность

четырёхкратная, расположение делянок рендомизированное. Обработка посевов препаратами Бампер супер 490 КЭ и Рекс ДУО, КС проведена ранцевым опрыскивателем Osatu 5 в фазу роста корнеплода из расчета 300 л/га рабочего раствора. Учеты пораженности растений болезнями в течение вегетации осуществлялись по методикам, описанными в книге: «Методика исследований по сахарной свекле», ВНИИС, Киев, 1986г.[5]. Отбор биологического урожая проводился с каждой делянки вручную. Для определения сохранности образцы корнеплодов сахарной свеклы были помещены в сетки по 10 корнеплодов в каждой в трехкратной повторности по вариантам, этикетированы, взвешены и часть проб проанализирована с целью определения исходных количественных и качественных показателей свеклы [6], а затем заложены на хранение в стационарное хранилище на 30 и 110 дней.

По истечении сроков хранения образцы были извлечены и определены те же показатели, что и при закладке:

- сохранность корнеплодов, учитывая массу пробы;
- количество загнивших, проросших, покрытых плесенью корнеплодов;
- гнилую массу;
- среднесуточные потери сахара.

Технологические качества корнеплодов определялись в лаборатории РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле» (Несвижский район, Минская область).

Результаты исследований. В 2008 г. церкоспороз был доминирующей болезнью на сахарной свекле. Его проявлению благоприятствовала теплая и влажная погода июля. Первые симптомы болезни были зарегистрированы во второй декаде июля в виде единичных пятен на листьях. Распространенность церкоспороза не превышала 1-5%. Болезнь не получила дальнейшего развития из-за жаркой сухой погоды в первой и второй декадах августа (температура воздуха была на 1,9-5,0 С выше средней многолетней, количество осадков составило 27,3% от нормы). В Брестской, Гродненской и, частично, в Минской области посевы сахарной свеклы пострадали от засухи. Только в третьей декаде августа сложились благоприятные погодные условия для развития церкоспороза (часто проходили дожди различной интенсивности). Первая и вторая декада сентября также была дождливой и теплой (средняя температура воздуха составила +18 С),

Таблица 1 – Биологическая эффективность фунгицида Бампер супер 490 КЭ в снижении развития церкоспороза сахарной свеклы (мелкоделяночный опыт, СПК «Тимирязевский» Копыльского района, 2008 г.)

| Вариант | Развитие болезни после обработки, % | | | |
|---|-------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|
| | на 7 день (27.08.) | на 14 день (03.09.) | на 21 день (10.09.) | перед уборкой (21.09.) |
| Контроль (без обработки) | 12,2 | 29,8 | 37,1 | 43,4 |
| Бампер супер 490 КЭ, (1,0 л/га) | 2,5 | 3,2 | 5,1 | 20,5 |
| Биологическая эффективность относительно контроля, % | | | | |
| Контроль (без обработки) | - | - | - | - |
| Бампер супер 490 КЭ, (1,0 л/га) | 79,5 | 89,3 | 86,2 | 52,7 |

что способствовало дальнейшему увеличению развития болезни. Фитопатологическое обследование посевов сахарной свеклы перед обработкой фунгицидом Бампер супер 490 КЭ в третьей декаде августа (21.08.08 г.) выявило, что распространенность церкоспороза составила 60,0%, при пороговом развитии болезни 5,0%.

Через неделю после обработки развитие церкоспороза в контроле достигло 12,2%, в варианте с применением Бампер супер 490 КЭ - 2,5%, т.е. снизилось по сравнению с контролем в 4,8 раз. Через 2 и 3 недели после обработки развитие болезни было ниже по сравнению с контролем в 7-9 раз. Перед уборкой биологическая эффективность препарата Бампер супер 490 КЭ составила 52,7% при развитии болезни в контроле 43,3% (таблица 1).

Масса одного корнеплода в контроле равнялась 773г, в варианте с обработкой Бампер супер 490 КЭ – 887г, что на 114г или 12,8% выше. Прибавка биологического урожая составила 32 ц/га (таблица 2).

В вегетационном сезоне 2009 г. в борьбе с церкоспорозом был испытан препарат Рекс ДУО, КС.

Влажная, но прохладная погода июня и июля месяцев отрицательно сказалась на проявлении болезни, поэтому ее развитие носило депрессивный характер. Единичные пятна церкоспорозной пятнистости на листьях сахарной свеклы отмечены в начале II декады июля (12.07.09). В течение месяца увеличение распространенности и развития заболевания не наблюдалось. В первой и второй декадах августа

Таблица 2 - Хозяйственная эффективность применения фунгицида Бампер супер 490 КЭ в борьбе с церкоспорозом сахарной свеклы (мелкоделяночный опыт, СПК «Тимирязевский» Копыльского района, 2008г.)

| Вариант | Содержание, моль/1000 г свёклы | | | Урожай корне-плодов, ц/га | Сахари-стость корне-плодов, % | Расчё-тный выход сахара, ц/га | При-бавка урожай-ности, ц/га |
|---------------------------------|--------------------------------|--------|--------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| | калия | натрия | -амин. азота | | | | |
| Контроль (без обработки) | 68,1 | 2,5 | 11,0 | 514 | 16,5 | 84,5 | - |
| Бампер супер 490 КЭ, (1,0 л/га) | 58,6 | 1,4 | 9,8 | 546 | 16,8 | 91,7 | 32,0 |

преобладала неустойчивая погода со среднесуточной температурой воздуха +14-+16 С. Отмечались дожди с грозами. Теплая погода с небольшим количеством осадков установилась в третьей декаде августа и в сентябре, что благоприятствовало развитию болезни.

Обработку фунгицидом провели 11.08.09. при распространенности церкоспороза 67,0% и развитии болезни 4,0%. Полученные данные свидетельствуют об эффективности Рекс ДУО, КС в борьбе с церкоспорозом. Через неделю после обработки биологическая эффективность препарата Рекс ДУО, КС составила 90,9% при развитии болезни в контроле 19,7%. Через 2 и 3 недели после обработки развитие болезни было ниже по сравнению с контролем в 5 – 6 раз. Перед уборкой развитие церкоспороза составило в варианте Рекс ДУО, КС 23,0% при развитии болезни в контроле 76,0% (таблица 3).

Масса одного корнеплода в контроле равнялась 593 г, в варианте с обработкой – Рекс ДУО, КС - 716г, что на 123г или 17,2% выше. Прибавка биологического урожая составила 57,5 ц/га (таблица 4).

В результате проведенных исследований было установлено, что фунгицидная обработка способствует лучшей сохранности корнеплодов.

Данные по влиянию фунгицидов Бампер супер 490 КЭ и Рекс ДУО, КС на сохранность корнеплодов сахарной свеклы после 30 и 110 дней хранения представлены в таблицах 5 и 6.

Плесневение корнеплодов вызывали в основном грибы pp. *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, возбудитель серой гнили *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr, загнивание - бактерии pp. *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Erwinia* и др., а также фузариозно-бактериальная гниль.

Основная причина потери массы и сахара при хранении свеклы заключается в ее прорастании, так как сахароза интенсивно расходуется

Таблица 3 – Биологическая эффективность фунгицида Рекс ДУО, КС в снижении развития церкоспороза сахарной свеклы (мелкоделяночный опыт, СПК «Дайлиды» Ивьевского района, 2009 г.)

| Вариант | Развитие болезни после обработки, % | | | |
|---|-------------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|
| | на 7 день (18.08.) | на 14 день (25.08.) | на 21 день (01.09.) | перед уборкой (24.09.) |
| Контроль (без обработки) | 19,7 | 35,8 | 46,2 | 76,0 |
| Рекс ДУО, КС – 0,6 л/га | 1,8 | 5,6 | 9,4 | 23,0 |
| Биологическая эффективность относительно контроля, % | | | | |
| Контроль (без обработки) | - | - | - | - |
| Рекс ДУО, КС – 0,6 л/га | 90,9 | 84,5 | 79,6 | 69,7 |

Таблица 4 - Хозяйственная эффективность применения фунгицида Рекс ДУО, КС в борьбе с церкоспорозом на сахарной свекле (мелкоделяночный опыт, СПК «Дайлиды» Ивьевского района, 2009 г.)

| Вариант | Содержание, моль/1000 г свёклы | | | Урожай корне-плодов, ц/га | Сахари-стость корне-плодов, % | Расчё-тый выход сахара, ц/га | При-бавка урожай-ности, ц/га |
|--------------------------|--------------------------------|--------|--------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | калия | натрия | -амин. азота | | | | |
| Контроль (без обработки) | 70,6 | 3,1 | 20,0 | 605 | 16,1 | 97,6 | - |
| Рекс ДУО, КС – 0,6 л/га | 64,6 | 2,6 | 18,0 | 662,5 | 16,0 | 106,1 | 57,5 |

Таблица 5 - Влияние фунгицида Бампер супер 490 КЭ на качество корнеплодов сахарной свеклы (лабораторный опыт, РУП «Институт защиты растений», 2008 г.)

| Вариант | Количество корнеплодов, % | | | Гнилая масса, % | Потери массы при хранении, % | Средне-суточные потери сахара, % |
|--------------------------------|---------------------------|------------|-----------------|-----------------|------------------------------|----------------------------------|
| | пророс-ших | загнив-ших | заплесне-вевших | | | |
| через 30 дней | | | | | | |
| Контроль (без обработки) | 33,3 | 6,7 | 10,0 | 0,14 | 9,4 | 0,04 |
| Бампер супер 490 КЭ – 1,0 л/га | 0 | 3,3 | 6,7 | 0,02 | 3,0 | 0,02 |
| через 110 дней | | | | | | |
| Контроль (без обработки) | 33,3 | 22,2 | 18,5 | 1,2 | 28,6 | - |
| Бампер супер 490 КЭ – 1,0 л/га | 6,7 | 3,3 | 6,7 | 0,1 | 14,9 | - |

Таблица 6 - Влияние фунгицида Рекс ДУО, КС на качество корнеплодов сахарной свеклы (лабораторный опыт, РУП «Институт защиты растений», 2009 г.)

| Вариант | Количество корнеплодов, % | | | Гнилая масса, % | Потери массы при хранении, % | Средне-суточные потери сахара, % |
|--------------------------|---------------------------|------------|-----------------|-----------------|------------------------------|----------------------------------|
| | пророс-ших | загнив-ших | заплесне-вевших | | | |
| через 30 дней | | | | | | |
| Контроль (без обработки) | 0 | 12,1 | 9,1 | 0,74 | 8,0 | 0,025 |
| Рекс ДУО, КС – 0,6 л/га | 0 | 6,2 | 0 | 0,45 | 4,0 | 0,015 |
| через 110 дней | | | | | | |
| Контроль (без обработки) | 3,2 | 39,4 | 9,7 | 53,8 | 22,1 | - |
| Рекс ДУО, КС – 0,6 л/га | 0 | 29,0 | 0 | 0,9 | 15,6 | - |

на дыхание и гниение. В 2008 г. через 30 дней хранения потеря массы корнеплодов сократилась в 3 раза по сравнению с контролем, а среднесуточные потери сахара - с 0,04% в контроле до 0,02% в опытном варианте. Количество заплесневевших корнеплодов достигло в контроле 10,0%, а в опытном варианте 6,7%. В результате поражения бактериями и смешанной инфекцией количество загнивших корнеплодов составило в контроле 6,7%, в опытном варианте - 3,3%.

Через 110 дней хранения количество проросших корнеплодов в контроле оставалось на прежнем уровне, в опытном варианте составило 6,7%, количество загнивших корнеплодов снизилось по сравнению с контролем в 6,7 раза, заплесневевших – в 3 раза, потеря массы при хранении – в 2 раза.

Обработка посевов сахарной свеклы препаратом Рекс ДУО, КС в 2009 г., также привела к снижению потери массы, количеству загнивших и заплесневевших корнеплодов. По сравнению с контролем через 30 дней хранения в опытном варианте количество загнивших корнеплодов снизилось в два раза, гнилой массы - в 1,6 раза, заплесневевших корнеплодов не наблюдалось. Потери массы корнеплодов при хранении сократились в два раза, среднесуточные потери сахара – в 1,7 раза (таблица 6).

При длительном хранении (через 110 дней) количество проросших корнеплодов составило в контроле 3,2%, в опытном варианте проросших корнеплодов не отмечено. Потеря их массы достигала в контроле 22,1%,

в опытном варианте – 15,6%; загнивших в контроле было 39,4%, в опытном варианте 29,0%; заплесневевших - соответственно 9,7% и 0%, гнилая масса составила в контроле 53,8%, в опытном варианте - 0,9%.

Выводы. Таким образом, обработка посевов сахарной свеклы фунгицидами Бампер супер 490 КЭ и Рекс ДУО, КС значительно снижает развитие церкоспороза в период вегетации по сравнению с контролем, повышает урожайность культуры на 32,0 и 57,5 ц/га соответственно. Применение препаратов во время вегетации улучшает технологические качества и лежкость корнеплодов, приводит к снижению потери массы, количеству загнивших и заплесневевших корнеплодов.

Литература

1. Препараты против церкоспороза /Г.Г. Жоржеско [и др.] //Сахарная свекла.-1984.- № 6. – С. 34.
2. Новый фунгицид против церкоспороза сахарной свеклы/ Е.В. Ковбасюк [и др.] // Защита растений. – 1996. - № 3. – С. 32.
3. Церкоспороз сахарной свеклы в Центрально-Черноземном регионе/ О.И. Стогниенко [и др.] // Защита и карантин растений. – 2007. - № 8. – С. 30-33.
4. Влияние Альто супер на качество и сохранность корнеплодов/ Н.М. Сапронов [и др.] // Сахарная свекла. – 2007. - №7. – С. 13-17.
5. Методика исследований по сахарной свекле /Всесоюзный НИИ сахарной свеклы - Киев, 1986. – 132 с.
6. Способы повышения сохранности фабричной свеклы/ В.И. Менжесов [и др.] // Сахарная свекла. – 2009. - №5. – С. 33-34.

N.S. Gutkovskaya, H.I. Hajyieva
Institute of plant protection

FUNGICIDES INFLUENCE ON SUGAR BEET QUALITY AND SAFE KEEPING

Annotation. Leaf spot disease of sugar beet, *Ramularia*, phomosis, powdery mildew are the most spread and dangerous diseases of growing beet. plants. The physiological processes are violated in the infected plants, the photosynthesis becomes worse, breathing, metabolism and sugar consumption are increased, the accumulation of organic acids is increased, sugar content and sugar beet root yield is decreased.

The researches on studying the biological and economic efficiency of fungicides Bumper super 490 EC and Rex DUO, SC for leaf spot disease of sugar beet control in sugar beet crops were carried out. It is determined that sugar beet treatment by these fungicides significantly decreases leaf spot disease of sugar beet incidence and development in comparison with the control, increases sugar beet root yield. and storage ability.

Key words: sugar beet, leaf diseases, leaf spot disease of sugar beet, fungicide, yield, sugar beet root safety keeping.

ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ И СПОСОБЫ СОХРАНЕНИЯ ИНФЕКЦИИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ СЕПТОРИОЗА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Аннотация. Проведен анализ основных источников и способов сохранения инфекции септориоза яровой пшеницы в осенне-зимний период. Подтверждена способность сохранения инфекции септориоза яровой пшеницы в жизнеспособном состоянии на пораженных семенах и растительных остатках на поверхности почвы или на глубине не более 5 см. Вспашка на глубину от 15 см приводит к значительному снижению прорастания спор грибов возбудителей септориоза *Septoria nodorum* (Berk.) Berk. и *Septoria tritici* Roberge ex Desm., а, следовательно, снижению их жизнеспособности. О передаче инфекции с семенами с уверенностью можно сказать только в отношении гриба *Septoria nodorum*.

Ключевые слова: яровая пшеница, септориоз, источники инфекции, *Septoria nodorum*, *Septoria tritici*.

Введение. Значительное снижение урожайности яровой пшеницы может быть вызвано поражением растений фитопатогенами. Особо вредоносной болезнью яровой пшеницы, поражающей, как листовой аппарат, так и колос является септориоз. Болезнь распространена повсеместно, своей наивысшей точки развития достигает в годы избыточного увлажнения. Септориоз поражает все надземные органы растений, вызывая уменьшение ассимиляционной поверхности, отставание в росте, преждевременное отмирание листьев, уменьшение длины и озерненности колоса, щуплость зерна [3, 6, 8, 10]. Возбудители болезни обуславливают снижение качества получаемой продукции (зерна), а также негативно влияют на урожайность не только текущего, но и будущего вегетационных сезонов. По литературным данным развитие септориоза листьев может составлять 25% и более, а степень поражения колоса в некоторые годы достигает 92%. Недобор урожая яровой пшеницы из-за щуплости зерна, вызванной развитием септориоза, составляет от 8,0 до 19,0% [6]. Наши исследования показали, что развитие септориоза на листьях поражаемого сорта яровой пшеницы Мунк составляет 20%, а на колосе – 60%.

Долгое время считалось, что возбудители септориоза яровой пшеницы способны сохраняться только на растительных остатках в виде пикнид, которые остаются жизнеспособными в течение 6-8 месяцев [9].

Однако уже в 80-е годы прошлого века была отмечена возможность сохранения инфекционного начала септориоза в оболочке семени зерновых культур в виде мицелия или пикнид со спорами [1, 2]. Возбудители септориоза могут сохраняться в течение зимы и на живых растениях (озимые посевы) в виде пикнид или мицелия. Огромное значение имеет определение возможности передачи гриба *Septoria tritici* с семенами. О передаче инфекции с семенами с уверенностью можно сказать только в отношении гриба *S. nodorum*. В некоторых районах пораженные *S. nodorum* семена являются основным источником ежегодного распространения болезни [11, 12]. Семенная инфекция септориоза может сохраняться довольно долго, что зависит от температуры хранения семян [13]. Отмечено, что время оздоровления семян увеличивается с понижением температур [4, 5].

Таким образом, основная роль в передаче инфекции септориоза принадлежит пораженным растениям, растительным остаткам и семенам. Грибы – возбудители септориоза способны в течение многих месяцев сохраняться на пожнивных остатках на поверхности почвы. В исследованиях, проведенных ранее, отмечается неспособность грибов сохраняться на запаханном растительном материале [7]. Однако в условиях нашей страны подобные исследования не проводились. В связи с этим, представляло интерес выяснить особенности выживаемости грибов – возбудителей септориоза на пожнивных растительных остатках в условиях средней агроклиматической зоны Республики Беларусь.

Материалы и методы. С целью определения основных источников и способов сохранения инфекции септориоза яровой пшеницы в 2006-2007 гг. проводились лабораторно-полевые опыты в лаборатории фитопатологии РУП «Институт защиты растений» НПЦ НАН Беларуси по земледелию.

При проведении фитоэкспертизы на зараженность семян яровой пшеницы септориозом руководствовались усовершенствованной методикой, разработанной Ильюком А.Г., Буга С.Ф. и др. (2005).

Для изучения выживаемости грибов возбудителей септориоза в конце фазы восковой спелости с участков яровой пшеницы сорта Мунк отбирали сильно пораженные септориозом листья, стебли, колосья. Одноименные части растений помещали по 10 шт в мешочки из синтетической сетки (10-15 5-7 см), снабжали этикеткой с указанием

культуры, сорта, варианта и даты закладки. Эти пробы закладывали на различную глубину согласно схеме опыта:

1. На поверхности почвы
2. В почву на глубину 5 см
3. В почву на глубину 10 см
4. В почву на глубину 15 см
5. В почву на глубину 25 см

Закладку образцов на хранение проводили во второй декаде октября 2006 г., а извлечение их и проведение анализов осуществляли в первой декаде апреля 2007 г. Оценку жизнеспособности спор грибов возбудителей септориоза проводили при проращивании их в капле воды на предметных стеклах. Для проведения анализа использовали чашки Петри и предметные стекла. На каждое стекло пипеткой наносили водную суспензию перезимовавших спор грибов рода *Septoria*. По два стекла помещали в чашки Петри, выложенные внутри влажной фильтровальной бумагой, закрывали крышками и ставили в термостат при температуре 20-22°C на 24 часа.

По истечении указанного времени под микроскопом проводили подсчет проросших спор. За проросшие принимали такие споры, у которых длина ростковой трубки превышала ширину споры. На каждом стекле просматривали по 200 отдельно лежащих спор (агломераты исключали), подсчитывая проросшие. Процент прорастания определяли по формуле:

$$P = \frac{a}{b} \cdot 100, \text{ где}$$

P – количество проросших спор, %;

a – количество проросших спор, шт;

b – общее количество просмотренных спор (проросших и непроросших), шт.

При прорастании споры сначала набухают, а затем образуют ростковые трубки (гифы). При подсчете учитывали следующие особенности двух видов возбудителей. У *S. nodorum* образуется по 1–2 длинные разветвленные гифы, которые располагаются преимущественно по концам споры. У *S. tritici* – от 1 до 7 (и более) короткие гифы, отходящие от каждой клетки споры. Кроме того гифа *S. tritici* может отделиться от материнской споры и стать самостоятельной инфекционной единицей, т.е. наблюдается прорастание спорой. Это

обстоятельство затрудняло подсчет проросших спор. Поэтому за непроросшие принимали отдельно лежащие споры без ростковых гиф, более мелкие частицы в расчет не принимали.

Обработку полученных данных осуществляли по методике Доспехова с использованием ПК.

Результаты и их обсуждение. В распространении заболевания и накоплении инфекции немаловажную роль играют источники и способы ее сохранения. Известно, что зимуют грибы рода *Septoria* в виде пикнид, грибницы и перитециев с сумками и сумкоспорами.

Главная опасность заражения зерновок яровой пшеницы возбудителями септориоза состоит в том, что инфекция носит скрытый характер и визуально проявляется только в уменьшении их массы. Проведенная фитопатологическая экспертиза семенного материала яровой пшеницы распространенного и поражаемого септориозом сорта Мунк установила инфицированность семян грибом *S. nodorum* на уровне 12,4%. Пикниды гриба *S. tritici* на зерне не были обнаружены. Полученные результаты подтверждают литературные данные о том, что распространение и сохранение гриба *S. tritici* осуществляется не через семена, а другим путем.

Отмечено, что обнаружить споры возбудителей септориоза после 6 месяцев хранения в естественных условиях можно как на поверхности, так и на любой глубине в почве (таблица 1). Споры присутствовали в варианте с семенами, чешуей и остатками колоса, стеблями. Спороношение не было обнаружено лишь на перезимовавших листьях, т. к. они к весне полностью перегнивали.

Семена, которые хранили на поверхности почвы и в почве на глубине 5 см в условиях умеренно холодной зимы 2006-2007 гг., проросли. На молодых листьях были обнаружены споры гриба *S. tritici*. На перезимовавших семенах и растительных остатках (чешуя и остатки колоса, прошлогодние листья, стебли) споры этого патогена отсутствовали.

Анализ полученных данных показал, что количество сохранившихся спор с увеличением глубины хранения уменьшается. Максимальное количество спор отмечено в варианте с семенами и чешуе с остатками колоса при хранении их на поверхности почвы и на глубине 5 см в почве. Различался по вариантам опыта также размер обнаруженных пикнид и спор. Пикниды на перезимовавших семенах, чешуе и остатках колоса

Таблица 1 – Влияние глубины заделки пораженных семян и растительных остатков на частоту встречаемости грибов *S. tritici* и *S. nodorum* после перезимовки (РУП «Институт защиты растений», сорт Мунк, 2007 г.)

| Вариант | На поверхности почвы | В почве на глубине | | | |
|------------------------|---|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | 5 см | 10 см | 15 см | 25 см |
| Семена | <i>S. nodorum</i> +++ | <i>S. nodorum</i> +++ | <i>S. nodorum</i> ++ | <i>S. nodorum</i> ++ | <i>S. nodorum</i> + |
| | На листьях* <i>S. tritici</i> +++ | на листьях* <i>S. tritici</i> +++ | | | |
| Чешуя и остатки колоса | <i>S. nodorum</i> +++ | <i>S. nodorum</i> +++ | <i>S. nodorum</i> ++ | <i>S. nodorum</i> ++ | <i>S. nodorum</i> ++ |
| Листья | — | — | — | — | — |
| Стебли | <i>S. nodorum</i> ++ | <i>S. nodorum</i> ++ | — | — | — |

Примечание – + – единичные споры, до 10 шт. в поле зрения микроскопа;

++ – до 20 единиц в поле зрения микроскопа;

+++ – свыше 20 единиц в поле зрения микроскопа;

* – семена проросли, появились листья.

были крупнее, чем на стеблях. С помощью метода микроскопирования было отмечено, что споры гриба *S. nodorum* были крупнее на перезимовавших семенах, чем споры с чешуи и остатков колоса.

Полученные результаты свидетельствуют о возможности сохранения фитопатогена *S. nodorum* как на семенах, так и на растительных остатках. Следует отметить, что сохранение на пораженных стеблях возможно лишь на поверхности почвы или на глубине не более 5 см в почве.

Оценка прораастаемости спор грибов возбудителей септориоза показала, что этот показатель жизнеспособности находится также в обратно пропорциональной зависимости от глубины хранения: прораастаемость снижается с увеличением глубины хранения пораженных семян и растительных остатков (таблица 2).

Так, на глубине 5 см отмечено минимальное снижение показателя прораастания спор (10,0%). Максимальное торможение прораастания наблюдалось на глубине 25 см и составило 97,0%. Следовательно, сохранение спор грибов *Septoria* spp. в жизнеспособном состоянии возможно лишь на поверхности почвы или на незначительной глубине в почве.

Закключение. Таким образом, наши исследования позволили установить, что глубина заделки растительных остатков существенно

Таблица 2 – Жизнеспособность спор грибов *Septoria* spp. РУП «Институт защиты растений», сорт Мунк, 2007 г.

| Вариант | Прорастание спор, % | Снижение прорастания спор, % |
|--------------------------|---------------------|------------------------------|
| На поверхности почвы | 82,31 | — |
| В почве на глубине 5 см | 74,19 | 10,0 |
| В почве на глубине 10 см | 57,69 | 30,0 |
| В почве на глубине 15 см | 38,18 | 54,0 |
| В почве на глубине 25 см | 2,86 | 97,0 |

влияет на сохранность грибов *S. nodorum* и *S. tritici* в жизнеспособном состоянии в зимний период.

Сохранение грибов возбудителей септориоза в жизнеспособном состоянии на поверхности почвы или на незначительной глубине (5 см) возможно на семенах, чешуе и остатках колоса, на стеблях.

Семена, хранящиеся на поверхности почвы и на глубине 5 см в почве, прорастают и представляют собой дополнительный источник инфекции септориоза: на молодых листьях обнаруживаются споры гриба *S. tritici*.

Пораженные прошлогодние листья после перезимовки как источник инфекции септориоза не имеют значения ввиду полного их перепревания.

Запахивание пораженных растительных остатков на глубину от 15 до 25 см приводит к значительному снижению жизнеспособности спор грибов возбудителей септориоза яровой пшеницы.

Литература

1. Васецкая, М. Н. Виды септориальных грибов, распространенных на сортах пшеницы в СССР / М. Н. Васецкая, Г. Н. Куликов, Т. И. Борзинова // Микол. и фитопатология. – 1983. – Т. 17, вып. 3. – С. 210-213.
2. Васецкая, М. Н., Септориоз пшеницы / М. Н. Васецкая // Защита растений. – 1986. – № 6.
3. Диагностика, учет и защитные мероприятия против септориоза пшеницы: рекомендации / Пыжикова, Г. В. [и др.]. – Москва, 1988. – 21 с.
4. Кобыльский, Г. И. Физиология и биохимия патогенности гриба *Septoria nodorum* – возбудителя септориоза пшеницы / Г. И. Кобыльский // Вестн. защиты растений. – 2000. – № 1. С. – 103.
5. Кобыльский, Г. И. Физиолого-биохимические механизмы взаимоотношений растений пшеницы с возбудителем септориоза грибом *Septoria nodorum* Berk. / Г. И. Кобыльский, Г. В. Кобыльская // Первая Всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям, посвящ. 300-летию Санкт-Петербурга, Санкт-Петербург, 2002 г.: Научные материалы. – СПб – Пушкин, 2002. – С. 30-31.
6. Петрова, Л. К. Пораженность яровой пшеницы септориозом в условиях Беларуси / Л. К. Петрова // Сб. науч. тр. / РНУП «Ин-т защиты растений» НАН Беларуси. – Минск, 2006. – Вып. 30, ч. 1: Стратегия и тактика защиты растений. – С. 283-285.

7. Пригге, Г. Септориоз колоса / Г. Пригге [и др.] // Грибные болезни зерновых культур / Г. Пригге [и др.]; под ред. Ю. М. Стройкова. – Лимбургерхоф: Изд-во Ландвиртшафтсферлаг ГмбХ, 2004. – С. 45 – 50.
8. Пыжикова, Г.В. Септориозы зерновых культур / Г.В. Пыжикова. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1984. – 63 с. – (Обзорная информация / ВНИИ науч.-техн. информ. по сел. хоз-ву).
9. Санина, А. А. Физиологическая специализация *Septoria tritici* Rob. et. Desm / А. А. Санина // Микология и фитопатология. – 1991. – Т. 25. – Вып. 4. – С. 338-342.
10. Септориозы зерновых культур: методические указания / Пыжикова Г. В. [и др.]. – Москва, 1988. – 56 с.
11. Bockman, H. Ein Beitrag zur Biologie und wirtschaftlichen Bedeutung des Erregers der Braunfleckigkeit des Weizens: *Macroforma bennerbergii* (Ruhn) / H. Bockman // Angew. Bot. – 1932. – Z. 14. – P. 225-240.
12. Muller, H. L., Meinert, G. Zur Frage des Einfluss unterschiedlich hoher Stickstoffgaben auf den Speizen – mit tiophenatmethyl behandelten winterweizen / H. L. Muller, G. Meinert // Gesunde Pflanzen. 1979. – Bd. 31. – №2. – S. 36-40.
13. Obst, A. Untersuchungen zur Epidemiologie. Schädigung und Prognose der Speizenbraune des Weizens / A. Obst. // Bayer Landwirtschaftz. – 1977. – Bd. 54. – №1.

E.I. Zhuk

Institute of plant protection

MAIN SOURCES AND METHODS OF SPRING WHEAT SEPTORIA LEAF SPOT AGENTS INFECTION KEEPING

Annotation. The analysis of main sources and methods of spring wheat *Septoria* leaf spot infection keeping during autumn-winter period is carried out. An ability of spring wheat *Septoria* leaf spot infection keeping in a viable state on infected seeds and plant residues on soil surface or at the depth not more than 5 cm is proved. Ploughing at the depth from 15 cm leads to a significant decrease of *Septoria nodorum* (Berk.) and *Septoria tritici* Roberge ex Desm. fungi spores germination - agents of *Septoria* leaf spot and, as a result, to their viability decrease. What concerns *Septoria nodorum*, one can say with certainty that the infection is seed-born.

Key words: spring wheat, *Septoria* leaf spot, sources of infection, *Septoria nodorum*, *Septoria tritici*.

В.А. Радовня, В.В. Бобовкина

**Полесский институт растениеводства, п. Криничный,
Мозырский район, Гомельская область**

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ АГРОТЕХНИКИ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ СКЛЕРОТИНИОЗА В ПОСЕВАХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Аннотация. Изучено влияние генотипа и элементов агротехники на развитие *S. sclerotiorum* в посевах 3 самоопыленных линий подсолнечника. Показано, что внесение азотных удобрений повышает распространенность склеротиниоза в посевах самоопыленных линий в 1,7-2,9 раза. В отдельные годы опоздание со сроками сева, глубокая заделка семян и загущение посевов до 70-80 тыс.шт/га способны значительно увеличить распространение склеротиниоза.

Ключевые слова: самоопыленные линии подсолнечника, приемы агротехники, белая гниль (*S. sclerotiorum*).

Республика Беларусь является северной границей возделывания подсолнечника. Главными факторами, лимитирующими урожайность этой культуры в наших условиях является недостаток тепла и избыток влаги в отдельные периоды вегетации, особенно во время созревания семян, а также низкое плодородие дерново-подзолистых почв. В таких условиях в посевах подсолнечника особенно интенсивно развивается склеротиниоз или белая гниль.

Главным возбудителем болезни является гриб *Sclerotinia sclerotiorum*, поражающий более 350 видов культурных и дикорастущих растений [5]. Гриб заражает подсолнечник в течение всего периода вегетации, вызывает увядание всходов, прикорневую, стеблевую и корзиночную формы гнилей.

Селекция на иммунитет к данному заболеванию пока малоэффективна. Имеются данные о создании самоопыленных линий, устойчивых к прикорневой или корзиночной формам склеротиниоза [2]. Однако сейчас лишь говорят о устойчивости современных гибридов к гнилям корзинки, что связано с архитектоникой растения (форма и наклон корзинки) и скороспелостью (уборка до начала осенних дождей или позднее начало цветения) [5].

Главными методами борьбы с данным заболеванием считается соблюдение севооборота и обязательное протравливание семян [4]. Неплохие результаты обеспечивает и применение фунгицидов в период

вегетации, что однако сопряжено с рядом технических трудностей по внесению и нестабильной прибавкой урожая [6].

В литературе имеются сведения, что отдельные приемы агротехники оказывают существенное влияние на развитие данного заболевания в товарных посевах подсолнечника. В загущенных посевах для развития многих видов возбудителей болезней создается благоприятный микроклимат, растения в таких посевах ослаблены и в сильной степени поражаются гнилью.

Исследования Украинского НИИ растениеводства показали, что при увеличении густоты стояния растений с 40 до 70 тыс. шт. на 1 га снижается поражение подсолнечника корзиночной формой склеротиниоза, но повышается поражение стеблевой и прикорневой формами. Азотные удобрения также усиливают поражаемость корзиночной формой [1].

В опытах Луганского НПО «Элита» в годы, благоприятные для развития склеротиниоза, наименьшее поражение растений отмечалось в варианте без внесения удобрений (4,1%), тогда как в вариантах с удобрениями пораженных растений было больше на 1,2—4,6% [3].

Самоопыленные линии отличаются меньшими размерами и площадью листовой поверхности. В то же время в отличие от гибридов они более требовательны к почвенному плодородию и более восприимчивы к неблагоприятным факторам внешней среды.

Предыдущие 2007 и 2008 годы, высоко тепло- и влагообеспеченные, были благоприятными для развития болезней в посевах подсолнечника. Это позволило нам оценить влияние основных приемов агротехники (сроки сева, глубина посева, норма высева, доза азотного удобрения) на распространение склеротиниоза в посевах самоопыленных линий.

Методика и условия проведения опыта. Полевые опыты проводились в РНДУП «Полесский институт растениеводства» (п. Кричицкий, Мозырский район, Гомельской обл., Беларусь). Почва опытного участка дерново-подзолистая, супесчаная, подстилаемая с глубины 1 м суглинистой мореной. Агрохимическая характеристика пахотного слоя следующая: pH (КС)-5,6-5,8 содержание подвижных форм (по Кирсанову): фосфора 166-187, обменного калия 162-183 мг/кг почвы, гумуса 1,8%. Учетная площадь деленок составляла 10м² при трехкратной повторности.

В качестве объектов исследований использовались три самоопыленные линии различного происхождения и скороспелости: АМ – ранняя, СМ и ПС – среднеранние. Семена были получены при самоопылении под изолятором в 2006 году. Протравливание семян перед посевом не проводилось.

Подсолнечник размещался в селекционном севообороте на полях, где ранее не возделывался. Предшественником служила кукуруза на зерно без уборки соломы, обработка почвы – отвальная. Посев проводили при прогревании почвы на глубину 6 см более 10 С (28.04-3.05), ширина междурядий 70 см, к уборке формировалась густота стояния растений 40 тыс. шт/га. После посева до всходов вносили почвенный гербицид Трофи (2 л/га). Удобрения вносились из расчета $N_{30+30}P_{60}K_{90}$.

Определение биометрических показателей проводилось по 10 растениям по всем повторениям. Уборка корзинок осуществлялась вручную с последующим обмолотом. Пораженность растений склеротиниозом учитывали в августе-сентябре, накануне уборки урожая.

Погодные условия вегетационного периода 2007 года отличались относительно холодным маем (что отрицательно сказалось на появлении всходов первого и второго сроков сев) и высокими температурами в последующие месяцы (на 0,4...4,7 С выше нормы). Осадков в 2007 году за вегетационный период выпало 469 мм или 116% от среднемноголетней нормы.

Последующий 2008 год был более проблемным для подсолнечника. Ощущался явный недостаток суммы активных температур, что сдвинуло сроки наступления основных фаз на 10-14 дней. Апрель был теплее среднегодовых показателей на 2,9 С, при этом сумма осадков за месяц почти вдвое превысила норму. В дальнейшем температура воздуха находилась на уровне средних показателей. Характер выпадения осадков отличался периодичностью. Если в мае количество выпавших осадков соответствовало норме, то в июне наблюдался 50%-ный дефицит влаги. В июле было зафиксировано 126,6 мм осадков, или 127,3% от нормы. Засуха в августе оказала лишь небольшое влияние на среднеспелые гибриды и способствовала дружному созреванию ранних гибридов. Наблюдавшаяся в этом году высокая влажность почвы в начальный период роста способствовала развитию болезней выше среднего уровня, частые дожди в период цветения затрудняли опыление посевов пчелами и значительно снизили урожайность.

Полученные результаты и обсуждение. Устойчивость самоопыленных линий к склеротиниозу. Результаты опытов показали, что изучаемые линии несколько отличаются по устойчивости к склеротиниозу. Так, в 2007 году только на ранней линии АМ отмечалось высокое распространение склеротиниоза (стеблевая + корзиночная формы) – от 3,5 до 6,9%. В последующем 2008 году, наиболее благоприятном для развития склеротиниоза, поразились все изучаемые линии. При этом наименьшее поражение корзиночной формой отмечалось у той же ранней линии АМ. Было отмечено, что пораженность изучаемых самоопыленных линий несколько различалась в зависимости от агротехнических приемов.

Наибольшие различия между линиями по поражению корзиночной формой склеротиниоза наблюдались в опытах с густотой стояния растений и дозах азотного удобрения. По развитию стеблевой формы склеротиниоза изучаемые генотипы существенно различались в опыте со сроками сева и глубине заделки семян.

Подобные реакции подтверждают отсутствие вертикальной устойчивости подсолнечника к возбудителю склеротиниоза. Вместе с тем различные генотипы обладают полевой устойчивостью в различные фазы роста, главным образом за счет некоторых особенностей анатомического строения и динамики развития.

Влияние уровня азотного питания на развитие склеротиниоза. Проведенные опыты показали, что внесение N_{30-90} на фоне $P_{60}K_{90}$ оказывает слабое влияние на продолжительность вегетационного периода и сроки прохождения растениями подсолнечника основных фаз развития. В то же время дополнительно внесенный азот вызывает усиленный линейный рост, однако к фазе цветения высота растений подсолнечника в контроле практически не отличается от вариантов, где вносились азотные удобрения N_{30-60} . В среднем за 2 года внесение азотных удобрений в дозе N_{60} позволило повысить урожайность семян на 2,1-3,4 ц/га или на 11-24%, увеличение дозы азота до N_{90} (однократно или двукратно) не обеспечило достоверной прибавки урожая.

В условиях 2007 года на контрольном варианте на фоне $P_{60}K_{90}$ среднее поражение линий подсолнечника склеротиниозом составило 1,7%. Внесение азотных удобрений в дозе N_{60-90} повысило распространение в 1,7-1,9 раза, при этом двукратное внесение N_{90} способствовало снижению распространения инфекции.

Таблица 1 - Пораженность изучаемых самоопыленных линий в агротехнических опытах, % (среднее по всем вариантам)

| Линия | 2007 г., С + К | 2008 г., формы * | | |
|--------------------------------|----------------|------------------|-----|------|
| | | С | К | С+К |
| «Азотные удобрения» | | | | |
| СМ | 0 | 5,5 | 6,0 | 11,5 |
| АМ | 3,5 | 8,0 | 3,0 | 11,0 |
| ПС | 3,5 | 7,0 | 4,5 | 11,5 |
| «Густоты стояния» | | | | |
| СМ | 0,0 | 5,3 | 7,9 | 13,2 |
| АМ | 6,9 | 4,5 | 5,2 | 9,7 |
| ПС | 0,0 | 4,2 | 6,9 | 11,1 |
| «Сроки сева и глубина заделки» | | | | |
| СМ | 0,0 | 8,2 | 4,3 | 12,5 |
| АМ | 4,7 | 4,6 | 5,1 | 9,7 |
| ПС | 0,0 | 5,0 | 5,0 | 10,0 |

Примечание * - формы склеротиниоза: С – стеблевая, К – корзиночная

В последующем 2008 году в среднем по 3 линиям увеличение доз внесения азота с N_{30} до N_{90} в 2,9 раза повысило распространение стеблевой формы склеротиниоза. Кратность внесения азота при этом не оказывала существенного влияния на развитие болезни. Наблюдалась только тенденция развития корзиночной формы по мере доз внесения азотных удобрений. При оптимальной дозе азота N_{60} общее распространение склеротиниоза составило 9%, при N_{90} – 12%.

Влияние густоты стояния растений на развитие склеротиниоза. Повышение густоты стояния растений с одной стороны увеличивает число корзинок, с другой стороны приводит уменьшению их диаметра. По всем линиям по мере загущения посева резко увеличивалась пустозерность корзинок, масса 1000 семян существенно уменьшилась. В среднем за два года наибольшая урожайность семян получена при густоте стояния растений 50 ± 10 тыс. шт/га.

В более благоприятном 2007 году на фоне умеренного развития склеротиниоза по мере загущения посевов прослеживалось явное увеличение поражения ранней линии АМ. При сильном развитии склеротиниоза в 2008 году густота стояния растений самоопыленных

Таблица 2 - Распространение склеротиниоза в посевах самоопыленных линий в зависимости от доз азота, %

| Доза азота | Линия | 2007 г., С + К * | | 2008 г., формы * | | | | | |
|--|-------|------------------------------|---------------------------|--------------------|-----|------|------------------------|-----|------|
| | | распро- стране- ние, % | среднее по 3 линиям | распространение, % | | | среднее по 3 линиям | | |
| | | | | С | К | С+К | С | К | С+К |
| Р ₆₀ К ₉₀ | СМ | 0,0 | 1,7 | 2,5 | 6,3 | 8,8 | 3,3 | 4,2 | 7,5 |
| | АМ | 2,5 | | 5 | 0,0 | 5,0 | | | |
| | ПС | 2,5 | | 2,5 | 6,3 | 8,8 | | | |
| N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ | СМ | 0,0 | 1,7 | 2,5 | 6,3 | 8,8 | 3,3 | 4,2 | 7,5 |
| | АМ | 2,5 | | 5 | 3,8 | 8,8 | | | |
| | ПС | 2,5 | | 2,5 | 2,5 | 5,0 | | | |
| N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ | СМ | 0,0 | 2,9 | 7,5 | 6,3 | 13,8 | 7,5 | 3,8 | 11,3 |
| | АМ | 3,8 | | 7,5 | 2,5 | 10,0 | | | |
| | ПС | 5,0 | | 7,5 | 2,5 | 10,0 | | | |
| N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ | СМ | 0,0 | 3,3 | 5 | 5,0 | 10,0 | 10,0 | 5,4 | 15,4 |
| | АМ | 5,0 | | 12,5 | 6,3 | 18,8 | | | |
| | ПС | 5,0 | | 12,5 | 5,0 | 17,5 | | | |
| N ₄₅₊₄₅ P ₆₀ K ₉₀ | СМ | 0,0 | 2,1 | 10 | 6,3 | 16,3 | 10,0 | 5,0 | 15,0 |
| | АМ | 3,8 | | 10 | 2,5 | 12,5 | | | |
| | ПС | 2,5 | | 10 | 6,3 | 16,3 | | | |

Примечание * - формы склеротиниоза: С – стеблевая, К – корзиночная

линий не оказывала существенного влияния на распространение данного заболевания.

Влияние глубины заделки семян и сроков сева на развитие склеротиниоза В наших опытах глубина заделки семян удлиняла период появления всходов на 1-2 дня, но на продолжительность вегетационного период существенного влияния не оказывала. Фаза цветения наступала практически одновременно при любой глубине заделки семян.

При ранних сроках сева семена попадают в холодную почву, что усиливает развитие болезней и снижает полевую всхожесть. Например, в 2007 году при первом сроке сева всходы подсолнечника появились лишь на 20-21-й день и были ослабленными. Растения третьего срока сева взошли через 10-12 дней и вегетировали на 3-5 дней дольше.

Часть семян первого срока сева, особенно посеянных на глубину 10 см, в холодной почве подвергается загниванию. Полевая всхожесть в 2007 году при первом сроке сева составила лишь 71-78%, тогда как при втором сроке сева 80-99 %, при третьем - 89-93 %. В 2008 году лишь при

Таблица 3 - Распространение склеротиниоза в посевах самоопыленных линий в зависимости от густоты стояния растений, %

| Доза азота | Линия | 2007 г., С + К * | 2008 г., формы * | | | | | |
|-----------------|-------|---------------------|--------------------|------|------|---------------------|-----|------|
| | | | распространение, % | | | среднее по 3 линиям | | |
| | | | С | К | С+К | С | К | С+К |
| 40 тыс.шт/га | СМ | - | 7,5 | 5,0 | 12,5 | 4,2 | 7,5 | 11,7 |
| | АМ | - | 5,0 | 10,0 | 15,0 | | | |
| | ПС | - | 0,0 | 7,5 | 7,5 | | | |
| 50 тыс.шт/га | СМ | 0,0 | 6,0 | 12,0 | 18,0 | 6,0 | 7,3 | 13,3 |
| | АМ | 2,5 | 4,0 | 8,0 | 12,0 | | | |
| | ПС | 0,0 | 6,0 | 10,0 | 16,0 | | | |
| 60 тыс.шт/га | СМ | 0,0 | 5,0 | 6,7 | 11,7 | 4,4 | 6,1 | 10,6 |
| | АМ | 5,0 | 5,0 | 1,7 | 6,7 | | | |
| | ПС | 0,0 | 3,3 | 10,0 | 13,3 | | | |
| 70 тыс.шт/га | СМ | 0,0 | 4,3 | 7,1 | 11,4 | 3,8 | 5,2 | 9,0 |
| | АМ | 10,0 | 4,3 | 2,9 | 7,1 | | | |
| | ПС | 0,0 | 2,9 | 5,7 | 8,6 | | | |
| 80 тыс.шт/га | СМ | 0,0 | 3,8 | 8,8 | 12,5 | 4,2 | 5,8 | 10,0 |
| | АМ | 10,0 | 0,0 | 7,5 | 7,5 | | | |
| | ПС | 0,0 | 8,8 | 1,3 | 10,0 | | | |

Примечание * - формы склеротиниоза: С – стеблевая, К – корзиночная

втором сроке сева наблюдалась полевая всхожесть на уровне 90-96%, тогда как при первом сроке сева она колебалась в пределах 75-90%, при третьем сроке – 45-69%.

Несомненно, причиной значительного снижения полевой всхожести были болезни всходов. К сожалению, нами не проводился анализ патогенной микрофлоры всходов подсолнечника и мы не можем оценить влияние склеротинии на снижение полевой всхожести подсолнечника. Однако согласно авторов [4, 5] она может быть значительной и достигать 8-20%.

В 2008 году по всем испытываемым линиям наилучшая урожайность получена при первом сроке сева, в 2007 году наиболее урожайным оказался 3 срок сева. При увеличении глубины заделки семян до 8-10см по всем срокам сева наблюдалось снижение урожайности на 1,9-3,1 ц/га.

Таблица 4 - Распространение склеротиниоза в посевах самоопыленных линий в зависимости от сроков сева и глубины заделки семян, %

| Срок сева | Глубина заделки семян, см | 2007 г., С + К * | 2008 г., формы * | | | | | | | | |
|-----------|---------------------------|---------------------|------------------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|
| | | | С | | | К | | | С+К | | |
| | | АМ** | СМ | АМ | ПС | СМ | АМ | ПС | СМ | АМ | ПС |
| 26,04 | 6см | 3,8 | 2,5 | 2,5 | 0 | 2,5 | 2,5 | 6,3 | 5,0 | 5,0 | 6,3 |
| | 8см | 5,0 | 7,5 | 0 | 3,8 | 0,0 | 6,3 | 3,8 | 7,5 | 6,3 | 7,5 |
| | 10см | 3,8 | 8,8 | 5,0 | 5,0 | 6,3 | 3,8 | 1,3 | 15,0 | 8,8 | 6,3 |
| | Среднее | 4,2 | 3,9 | | | 3,6 | | | 7,5 | | |
| 3,05 | 6см | 6,3 | 6,3 | 1,3 | 5,0 | 1,3 | 2,5 | 2,5 | 7,5 | 3,8 | 7,5 |
| | 8см | 7,5 | 3,8 | 3,8 | 2,5 | 3,8 | 1,3 | 5,0 | 7,5 | 5,0 | 7,5 |
| | 10см | 6,3 | 6,3 | 5,0 | 5,0 | 7,5 | 6,3 | 5,0 | 13,8 | 11,3 | 10,0 |
| | Среднее | 6,7 | 4,3 | | | 3,9 | | | 8,2 | | |
| 10,05 | 6см | 2,5 | 8,8 | 5,0 | 8,8 | 5,0 | 3,8 | 0,0 | 13,8 | 8,8 | 8,8 |
| | 8см | 3,8 | 11,3 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 10,0 | 8,8 | 16,3 | 15,0 | 13,8 |
| | 10см | 3,8 | 18,8 | 13,8 | 10 | 7,5 | 10,0 | 12,5 | 26,3 | 23,8 | 22,5 |
| | Среднее | 3,3 | 9,6 | | | 6,9 | | | 16,5 | | |

Примечание * - формы склеротиниоза: С – стеблевая, К – корзинчатая

** - в 2007 г, поражение склеротиниозом наблюдалось только у линии АМ

В 2008 году нами отмечена закономерность увеличения распространения склеротиниоза по мере опоздания со сроками сева на 1-2 недели (таблица 4). Причем наибольшие отличия наблюдались по стеблевой форме. В целом проведение посева в поздние сроки увеличило распространение склеротиниоза в 2 раза. Кроме того, по мере заглубления семян распространение склеротиниоза (как стеблевой, так и корзинчатой формы) также повысилось в 1,5-3,3 раза. В наибольшей степени это было заметно при поздних сроках сева.

В 2007 году в данном опыте развитие склеротиниоза было отмечено только у ранней линии АМ, причем наибольшее поражение наблюдалось при втором сроке сева, развитие инфекции не зависело от глубины заделки семян.

Выводы. 1. Распространение склеротиниоза в посевах подсолнечника значительно зависит от погодных условий. В отдельные годы, благоприятные для развития *Sclerotinia sclerotiorum*, распространение данной болезни в посевах самоопыленных линий подсолнечника может быть значительным и достигать 6-18%. Отмечается существенное влияние генотипа и элементов агротехники на развитие склеротиниоза.

2. Увеличение доз внесения азотных удобрений с 30 до 90 кг/га д.в. повышает распространенность склеротиниоза в посевах самоопыленных линий с 1,7-7,5 до 2,1-15,4%. При этом в наибольшей степени увеличивается развитие стеблевой формы.

3. При умеренном развитии *S. sclerotiorum* распространенность склеротиниоза на чувствительных линиях по мере загущения посевов увеличивается. При сильном развитии склеротиниоза густота стояния не оказывает существенного влияния на распространение данного заболевания.

4. В годы, благоприятные для развития *S. sclerotiorum*, опоздание со сроками сева и заделка семян на глубину 8-10 см приводят к повышению распространения склеротиниоза с 7,5-8,2 до 16,5%. В другие годы влияние данных приемов агротехники менее значимо.

Литература

1. Буденный, Ю.В. Снизить вредоносность гнилей / Ю.В. Буденный, А.С. Тригуб // Масличные культуры. – 1987. - № 7. – С. 28-29.
2. Гаврилова, В.А. Генетика культурных растений. Подсолнечник / В. А. Гаврилова, И. Н. Анисимова. - СПб.: ВИР, 2003. - 209 с.
3. Краевский, А.Н. Урожайность подсолнечника в зависимости от сроков и способов внесения минеральных удобрений / А.Н. Краевский, А.А. Карпенко // Масличные культуры. – 1993. - № 3-4. – С. 12-13.
4. Рекомендации по защите подсолнечника от вредителей, болезней и сорняков / Союзхимия. – М.: «Колос», 1982. - 29 с.
5. Таволжанский, Н.П. Теория и практика создания подсолнечника в современных условиях / Н.П. Таволжанский. – Белгород, 2000. – 451 с.
6. Яровые масличные культуры / Под ред. В.А. Щербакова. – Мн.: «ФУАинформ», 1999. – С. 112-113.

V. A. Radaunia, V.V. Bobovkina
Polesye Plant Growing Institute ,
p. Krinichny, Mozyr region, Gomel district

INFLUENCE OF AGROTECHNICAL METHODS ON SCLEROTINIOSE INCIDENCE IN SUNFLOWER SELF- POLLINATED LINES

Annotation. The genotype and agrotechnical elements influence on the development of *S. sclerotiorum* in crops of 3 self-pollinated lines of sunflower is studied. It is shown, that nitric fertilizing raises sclerotiniosis incidence in self-pollinated lines 1,7-2,9 times. In some years a delay in planting time, deep seed incorporation and thick-growing crops (about 70-80 thousand pcs/ha promote an essential sclerotiniosis incidence increase.

Key words: self-pollinated lines of sunflower, agrotechnics methods, white mold (*S. sclerotiorum*).

О.Н. Якута

РУП "Брестская областная сельскохозяйственная опытная станция НАН Беларуси", г. Пружаны

ЗАВИСИМОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ВЕГЕТАЦИИ И ОЗЕРНЕННОСТИ МЕТЕЛКИ ПРОСА ОТ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА

Аннотация. Изучено влияние природных регуляторов роста на формирование площади листовой поверхности растений и озерненность метелки проса. Установлено, что применение регуляторов роста способствовало повышению площади листьев в период вегетации на 4,6 - 30,3%, при этом количество зерен в метелке сформировалось больше на 19,0-34,9%, что привело к повышению урожайности проса на 1,8-5,6 ц/га.

Ключевые слова: регуляторы роста, просо, метелка, площадь листьев, ассимилирующая поверхность листьев, озерненность метелки.

Применение регуляторов роста растений природного происхождения становится все более перспективным и быстроразвивающимся направлением интенсификации современного сельского хозяйства. Интенсивно развивается направление по созданию антистрессовых препаратов, снижающих отрицательное влияние неблагоприятных факторов внешней среды [1-3]. Большинство из химических пестицидов, используемых для обработки посевов, оказывают побочное стрессовое действие на основную культуру и временное угнетение роста и развития растений. Применение же природных регуляторов роста снимает стресс, оказываемый пестицидами на растения, усиливает защитные механизмы растений против заболеваний, что приводит к усилению фунгицидного действия химического препарата и позволяет вдвое снизить дозу его применения как на одну тонну семян, так и на гектар обрабатываемой площади; создает экологическую резистентность к болезням и вредителям, а также повышает устойчивость растений к влиянию неблагоприятных условий внешней среды [4,5]. Однако теоретические основы применения регуляторов роста разработаны недостаточно.

Производственные испытания регуляторов роста показали значительное увеличение урожайности и улучшения качества продукции основных культур, таких как пшеница, тритикале, ячмень, горох и др. [1,4]. Однако в силу того, что просо возделывается в Беларуси недавно, влияние их на формирование площади листовой поверхности растений этой культуры и его продуктивность изучено недостаточно.

Для повышения урожая необходимо обратить внимание на дальнейшую разработку методов увеличения продуктивности фотосинтеза – его интенсивность, ассимиляционную поверхность, время активной фотосинтетической деятельности. Поэтому любой агротехнический прием будет эффективен, если он обеспечивает достижение больших размеров площади листьев посевов и сухого вещества в них [6,7].

Поэтому целью наших исследований было определить особенности влияния регуляторов роста природного происхождения на фотосинтетическую деятельность посевов и озерненность метелок проса в условиях юго-западного региона Беларуси.

Методика и условия проведения исследований. Экспериментальная работа выполнялась в 2008-2009 гг. в отделе семеноводства РУП «Брестской ОСХОС НАН Беларуси». Для повышения площади листовой поверхности растений и достижения более длительной ее работоспособности применяли регуляторы роста, такие как экосил, растим, альбит. Регуляторы роста отличаются высокой биологической активностью, способствуют гармоничному росту и развитию растений на всех стадиях онтогенеза, повышая их устойчивость к стрессовым условиям произрастания, вредителям и болезням, в связи с чем увеличивается как урожайность, так и качество продукции.

Экосил – препарат стимулирует устойчивость растений к абиотическим стрессам и грибным заболеваниям за счет образования антистрессовых белков и других компонентов фитоиммунитета.

Растим – относится к ряду фиторегуляторов и индукторов устойчивости, повышает морозо- и засухоустойчивость, а также увеличивает зерновую продуктивность растений.

Альбит – комплексный препарат, обладающий свойствами регулятора роста, биофунгицида, удобрения и антистрессанта (антидота). Это биопрепарат, в состав которого входят продукты жизнедеятельности полезных бактерий, обитающих на корнях растений, и стартовый набор элементов питания.

Варианты опыта включали:

1. Контроль (без обработки);
2. Химический эталон - винцит, 5% к.с. (2,0 л/т);
Предпосевная обработка семян регуляторами роста:
3. Винцит, 5% к.с. (2,0 л/т) + экосил (0,25 л/т);

4. Винцит, 5% к.с. (2,0 л/т) + растим (0,25 л/т);

5. Винцит, 5% к.с. (2,0 л/т) + альбит (0,05 л/т);

Двукратное применение регуляторов роста:

6. Винцит, 5% к.с. (2,0 л/т) + экосил (0,25 л/т) + экосил (0,25 л/га) в фазу кущения;

7. Винцит, 5% к.с. (2,0 л/т) + растим (0,25 л/т) + растим (0,25 л/га) в фазу кущения;

8. Винцит, 5% к.с. (2,0 л/т) + альбит (0,05 л/т) + альбит (0,04 л/га) в фазу кущения.

Опыт был заложен на хорошо окультуренной дерново-подзолистой супесчаной почве, среднеобеспеченной фосфором и калием, с содержанием гумуса – 2,1%, кислотностью – 5,8. Предшественниками в полевых опытах были озимые зерновые культуры. Учетная площадь деланки – 18 м². Повторность опыта четырехкратная. Норма высева - 2,0 млн. всхожих семян проса на 1 га.

Различия условий возделывания заключались в том, что вегетационный период 2008 года оказался засушливым, тогда как 2009 год характеризовался избытком влаги и недобором тепла. Обильные осадки и пониженные температуры воздуха в период посев-всходы привели к уплотнению верхнего слоя почвы, что повлияло на полноту всходов.

В ходе вегетации вели фенологические наблюдения за вегетирующими растениями проса, определяли площадь листовой поверхности растений методом высечек [8].

Результаты исследований. В формировании урожайности проса значительная роль принадлежит быстрому нарастанию оптимальной площади листовой поверхности растений [6]. Для этого важно увеличить размеры листьев средних и верхних ярусов, которые оказывают наибольшее влияние на урожай зерна и меньше всего затеняются при загущенном посеве.

Из данных таблицы видно, что применение препаратов для обработки семян и растений стимулировало процесс листообразования проса. Так, в фазу всходов наметилась разница по площади листьев между обработанными и необработанными растениями. По мере роста и развития растений эта разница становилась все более очевидной. Анализ характера изменения площади листьев в ходе проведения

Влияние регуляторов роста на темпы нарастания площади листовой поверхности растений и озерненность метелки проса, (среднее за 2008-2009 гг.)

| Вариант | Площадь листьев растений, тыс. м ² /га | | | | | | Озерненность метелки, шт | Урожайность, ц/га |
|--|---|----------------|-----------------|------------------|----------|------------|--------------------------|-------------------|
| | кущение | выход в трубку | нач/выметывания | полн/выметывание | цветение | созревание | | |
| Контроль (без обработки) | 6,8 | 15,7 | 28,8 | 28,2 | 24,1 | 17,7 | 554,0 | 33,4 |
| Химический эталон -винцит, 5% к.с., 2,0 л/т | 8,7 | 17,4 | 31,3 | 32,7 | 23,0 | 17,2 | 547,8 | 34,8 |
| Винцит, 5% к.с., 2,0 л/т + экосил (0,25 л/т) | 9,9 | 20,6 | 36,8 | 37,8 | 27,5 | 20,1 | 580,9 | 36,8 |
| Винцит, 5% к.с., 2,0 л/т + растим (0,25 л/т) | 9,9 | 19,9 | 36,1 | 39,9 | 28,0 | 19,0 | 629,6 | 36,6 |
| Винцит, 5% к.с., 2,0 л/т + альбит (0,05 л/т) | 8,6 | 19,1 | 38,0 | 39,8 | 28,6 | 18,2 | 630,3 | 37,4 |
| Винцит, 5% к.с., 2,0 л/т + экосил (0,25 л/т) + экосил (0,25 л/га) в ф. кущения | 9,0 | 21,4 | 39,0 | 41,8 | 28,3 | 22,2 | 634,3 | 39,3 |
| Винцит, 5% к.с., 2,0 л/т + растим (0,25 л/т) + растим (0,25 л/га) в ф. кущения | 9,1 | 22,6 | 38,0 | 42,2 | 30,3 | 21,6 | 662,8 | 39,2 |
| Винцит, 5% к.с., 2,0 л/т + альбит (0,05 л/т) + альбит (0,04 л/га) в ф. кущения | 9,2 | 22,8 | 41,1 | 43,8 | 31,2 | 20,8 | 716,0 | 40,4 |
| НСР _{0,05} | 1,20 | 2,70 | 4,69 | 6,35 | 3,41 | 2,35 | 58,56 | 1,2 |

исследований показывает, что применение регуляторов роста оказывает существенное влияние на величину этого показателя.

Под влиянием препарата экосил наибольшая площадь листовой поверхности в среднем по опыту за два года исследований была сформирована на уровне 39,8 тыс. м²/га, растима – 41,1 тыс. м²/га, альбита – 41,8 тыс. м²/га, что соответственно на 21,7; 25,6 и 27,8% больше по отношению к фоновому контролю. Также применение регуляторов роста способствовало образованию большего количества зерен в метелке. Итак, по сравнению с эталоном (547,8 шт.) в вариантах с предпосевной обработкой семян препаратом экосил озерненность

метелки увеличилась на 6,0%, растим – на 14,9%, альбит – на 15,0%, а в вариантах с двукратным применением этих регуляторов роста – соответственно на 15,7; 21,0 и 30,7%. Формирование большего количества зерен в метелке обусловило повышение урожайности проса на 2,6-5,6 ц/га в вариантах с использованием альбита, а в вариантах с препаратами экосил и растим соответственно на 2,0-4,5 и 1,8-4,4 ц/га.

Более детальный анализ данных нарастания листовой поверхности растений проса по фазам развития показал, что в среднем по опыту за два года исследований в фазу кущения площадь листьев была незначительна. В контрольном варианте (без обработки) этот показатель был на уровне 6,8 тыс. м²/га.

Установлено, что применение протравителя для обработки семян оказало защитно-стимулирующее действие на рост растений проса в начальные фазы их развития, а эффективность от этого приема по сравнению с контрольным вариантом была выше на 21,8%. Также можно отметить, что наибольшее ростостимулирующее влияние наблюдалось при использовании регуляторов роста в предпосевную обработку семян совместно с протравителем. Если взять показатели площади листьев растений в варианте с протравителем за 100%, то их увеличение от применения регуляторов роста по отношению к фоновому контролю составит 8,8%, в то время как от дополнительного опрыскивания растений в фазу кущения темпы формирования листовой поверхности несколько замедляются (4,6%) (рисунок 1).

Дальнейшие наблюдения за развитием листовой поверхности показали, что в период от фазы кущения до фазы выхода в трубку было зафиксировано наибольшее увеличение этих показателей. Площадь листьев в фазу выхода растений в трубку оказалась выше в 2,0-2,5 раза в зависимости от варианта. Таким образом, по отношению к фоновому контролю применение регуляторов роста в предпосевную обработку способствовало повышению площади листовой поверхности в среднем по опыту на 14,1% (2,5 тыс. м²/га), тогда как в эту фазу в большей степени проявляется стимулирующее действие дополнительного опрыскивания растений на рост ассимилирующей поверхности листьев. Эффективность от этого приема оказалась почти в 2,0 раза выше, то есть увеличение показателей площади листьев было больше на 27,9% или 4,9 тыс. м²/га.

Исследования показали, что темпы нарастания листовой поверхности в межфазный период «выход растений в трубку-начало выметывания



Рисунок 1 – Формирование площади листовой поверхности растений проса в процессе вегетации в зависимости от регуляторов роста (среднее за 2008-2009 гг.)

метелки» несколько снижаются. За этот период показатели в среднем по опыту возросли в 1,7-1,9 раза.

При определении площади ассимилирующей поверхности листьев проса в фазу начала выметывания метелки установили, что стимулирующее действие протравителя и регуляторов роста сохраняется. Также нами отмечено, что площадь листьев в контрольном варианте достигает максимальной величины (28,8 тыс. м²/га), тогда как в вариантах с протравителем и регуляторами роста происходит дальнейшее увеличение этого показателя. Использование их для предпосевной обработки семян позволило сформировать площадь листовой поверхности в посевах в среднем за два года исследований на уровне 36,1-38,0 тыс. м²/га, а при двукратном применении препаратов - на уровне 39,0-41,1 тыс. м²/га.

В дальнейшем, как показывают данные, постепенно происходит уменьшение площади листовой поверхности в связи с отмиранием листьев нижних ярусов и оттока питательных веществ в репродуктивные органы растений и к фазе полного выметывания метелки площадь ассимиляционной поверхности листьев растений в контрольном посеве снижается до 28,2 тыс. м²/га. Тогда как, в вариантах с применением протравителя и регуляторов роста площадь листьев достигает максимальных за вегетацию показателей (таблица). Обработка семян протравителем способствовала формированию площади листовой поверхности на уровне 32,7 тыс. м²/га, а совместно с регуляторами роста

увеличение составило 15,5-22,0%, двукратное применение регуляторов роста обеспечило повышение этого показателя на 27,8-33,9%.

Далее, к фазе цветения в посевах проса на фоне протравителя в связи с отмиранием листьев нижних ярусов начинает снижаться площадь листьев, однако стимулирующее действие регуляторов роста способствовало большей продолжительности активного функционирования листовой поверхности, как в вариантах с предпосевной обработкой семян, так и в вариантах с двукратным их применением. Специфическая особенность действия природных регуляторов роста состоит в том, что они, оказывая влияние на параметры фотосинтетической деятельности растения в различные периоды онтогенеза, позволяют регулировать характер их изменений для установления наиболее правильного соотношения, обеспечивающего в целом высокую продуктивность растений.

Исследования показали, что более длительное сохранение листовой поверхности в межфазный период «выметывание метелки-цветение» положительно повлияло на увеличение количества зерен в метелке. Проведенный математический анализ данных позволил выявить, что количество зерен в метелке находится в прямой корреляционной зависимости от площади ассимилирующей поверхности листьев в фазу цветения. Эта зависимость может быть представлена линейным уравнением $Y = 93,85 + 19,02 X$ ($r = 0,94$), где Y – количество зерен в метелке, шт; X – площадь листовой поверхности, тыс. м²/га.

Таким образом, в среднем по опыту за два года исследований под влиянием регуляторов роста в вариантах с предпосевной обработкой семян за межфазный период «выметывание метелки-цветение» площадь листовой поверхности увеличилась на 18,1-21,8% , что, в итоге, способствовало образованию большего количества зерен в метелке на 12,0% (65,8 шт.), тогда как при двукратном их применении площадь листовой поверхности была выше на 25,7-30,1%, при этом озерненность метелки повысилась на 22,4% или 123,2 шт (рисунок 2).

Итак, в условиях юго-западного региона Беларуси установлена высокая эффективность регуляторов роста на посевах проса. Положительных эффект от препаратов обусловлен тем, что они способствуют увеличению продуктивности фотосинтеза, ассимиляционной поверхности и большей продолжительности ее функционирования. Полученные результаты позволяют сделать вывод,

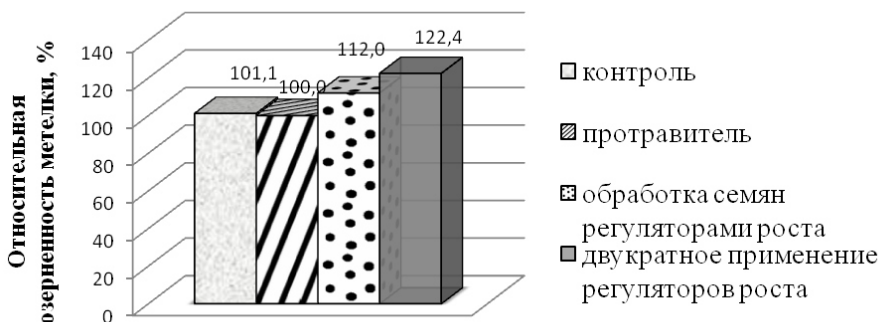


Рисунок 2 – Озерненность метелки проса в зависимости от применения регуляторов роста (в среднем по опыту за 2008-2009 гг.)

что в среднем за два года исследований наиболее эффективным было двукратное применение регуляторов роста (обработка семян + опрыскивание растений в фазу кущения) на посевах проса. В этих вариантах в период вегетации наблюдались самые высокие показатели площади листовой поверхности, максимальное значение которых были зафиксированы в фазу полного выметывания метелки. Также стимулирующее действие регуляторов роста оказало положительное влияние на формирование большего количества зерен в метелке.

Следовательно, для получения высокого урожая проса необходимо стремиться не только к тому, чтобы получить возможно большую листовую поверхность, но и добиваться, того чтобы эта листовая поверхность была максимально работоспособной, то есть могла осуществлять фотосинтез высокой интенсивности.

Выводы. 1. Применение протравителя для предпосевной обработки семян оказывает положительное защитно-стимулирующее действие на рост растений проса в начальные фазы их развития и способствует увеличению площади листовой поверхности растений в среднем за вегетацию 2008-2009 гг. на 7,4% больше по отношению к контрольному варианту.

2. Отмечено, что наибольшее ростостимулирующее влияние на увеличение площади листьев растений наблюдалось при двукратном применении регуляторов роста (обработка семян, а затем растений). Максималь-

ная величина которой зафиксирована в фазу полного выметывания и составила 41,8-43,8 тыс. м²/га в зависимости от препарата. Предпосевная обработка семян регуляторами роста совместно с протравителем способствовала формированию площади листовой поверхности на уровне 37,8-39,8 тыс. м²/га.

3. Применение регуляторов роста способствовало более длительному сохранению листовой поверхности в межфазный период «выметывание метелки-цветение», что положительно повлияло на увеличение количества зерен в метелке. В вариантах с предпосевной обработкой семян протравителем совместно с регуляторами роста увеличение количества зерен в метелке по отношению к фоновому контролю в среднем составило 65,8 шт (12,0%), тогда как двукратное их применение способствовало повышению озерненности метелки на 123,2 шт (22,4%).

4. Наибольшая площадь листовой поверхности в среднем по опыту за два года исследований была сформирована на уровне 39,8 тыс. м²/га под влиянием препарата экосил, растим – 41,1 тыс. м²/га, альбит – 41,8 тыс. м²/га, что соответственно на 21,7; 25,6 и 27,8% больше по отношению к фоновому контролю.

5. По сравнению с эталоном (547,8 шт.) в вариантах с предпосевной обработкой семян протравителем совместно с препаратом экосил озерненность метелки увеличилась на 6,0%, растим – на 14,9%, альбит – на 15,0%, а в вариантах с двукратным применением этих регуляторов роста – соответственно на 15,7; 21,0 и 30,7%, что привело к повышению урожайности проса на 2,6-5,6 ц/га в вариантах с использованием альбита, а в вариантах с препаратами экосил и растим соответственно на 2,0-4,5 и 1,8-4,4 ц/га.

Литература

1. Кирсанова, Е.В. Биопрепарат альбит эффективен на зернобобовых и крупяных культурах / Е.В. Кирсанова, А.Ф. Пугинцев // *Зерновое хозяйство*. – 2004. – № 6. – С. 40-42
2. Сафроновская, Г.М. Экосил – сибирское здоровье культурных растений в Беларуси / Г.М. Сафроновская // *Наше сельское хозяйство*. – 2009. – № 4 (4). – С. 60-62
3. Алехин, В.Г. Биопрепарат альбит: результаты и особенности применения / В.Г. Алехин, А.К. Злотников // *Главный агроном*. – 2007. – № 3. – С. 55-59
4. Радченко, И.Н. Влияние синтетических регуляторов роста на продуктивность и качество озимой пшеницы / И.Н. Радченко, О.И. Вийченко // *Вісн. Донец. нац. ун-ту. Сер. А, Природничі науки*. – 2009. – № 1. – С. 532-534
5. Анохина, Т.А. К вопросу о применении средств защиты растений в посевах проса / Т.А. Анохина, Л.И. Гвоздова // *Земляробства і ахова раслін*. – 2003. – № 1. – С. 14-15
6. Соловьев, А.В. Площадь листьев и фотосинтетический потенциал проса / А.В. Соловьев, М.К. Каюмов // *Зерновое хозяйство*. – 2004. – № 7. – С. 14-16

7.Соловьев, А.В. Фитометрические параметры посевов и озерненность метелки проса при разных сроках сева / А.В. Соловьев, М.К. Каюмов // Зерновое хозяйство. – 2005. – № 5. – С. 18-19

8.Ничипорович, А. А. О методах учета и изучения фотосинтеза как фактора урожайности / А. А. Ничипорович // Труды института физиологии растений им. К. А. Тимирязева. – Москва, 1995. – Т. – 1. – С. 210 – 247.

O. N. Yakuta

Brest region agricultural trial station of NAS Belarus, Pruzhany

LEAF SURFACE FORMATION DEPENDENCE IN MILLET PANICLE VEGETATION AND GRAIN CONTENT PROCESS ON GROWTH REGULATORS APPLICATION

Annotation. Natural growth regulators influence on plant leaf surface formation and millet panicle grain content is studied. It is revealed, that the growth regulators application enhanced the leaf area during vegetation on 4,6 - 30,3%, while the grains number in the panicle formed more on 19,0-34,9%, that has led to millet yield increase on 1,8-5,6 kg/ha.

Key words: growth regulators, millet, panicle, leaf area, assimilating surface of leaves, panicle grain content.