

и Гумистим на фоне $N_{25}P_{50}K_{110}$ на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве способствовало получению урожайности зерна озимой пшеницы 71,3–71,9 ц/га. Прибыль при этом составила 1007–994 руб./га, себестоимость 1 ц зерна – 22 руб., уровень рентабельности – 64,6–62,3 %, биоэнергетический коэффициент – 6,8 ед.

Литература

1. Гесь, Г. А. Примерные технологические карты возделывания полевых культур / Г. А. Гесь, Д. М. Мирский. – Гродно, 2021. – 11 с.
2. Производство озимой пшеницы / И. К. Коптик [и др.] // Современные технологии производства растениеводческой про-

дукции в Беларуси: сб. науч. материалов / сост. д-р с.-х. наук, проф. М. А. Кадыров; канд. с.-х. наук Д. В. Лужинский, А. Н. Киселева; под общ. ред. д-ра с.-х. наук М. А. Кадырова. – Мн.: ИВЦ Минфина, 2005. – С. 33–42.

3. Кочурко, В. И. Технология возделывания озимой пшеницы: лекция / В. И. Кочурко, А. А. Пугач. – Горки: БГСХА, 2003. – С. 31–34.
4. Система применения удобрений: уч. пособие / В. В. Лапа [и др.]; под науч. ред. В. В. Лапа. – Гродно, 2011. – С. 206–216.
5. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице – РТС – Тендер. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: rts – tender.ru /poisk /gost /r-54478–2011. – Дата доступа: 03.11.2021.

УДК 633.353.632.4.038(476)

Вредоносность шоколадной пятнистости в посевах кормовых бобов в условиях Беларуси

А. А. Запрудский, А. М. Яковенко, Д. Ф. Привалов, кандидаты с.-х. наук
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 06.01.2022)

В статье представлены результаты исследований по изучению вредоносности шоколадной пятнистости как наиболее распространенной болезни в посевах кормовых бобов в условиях Республики Беларусь. Выявлено, что уровень развития болезни, с которого возможно достоверное снижение массы 1000 семян, составляет 5,08 %, урожайности зерна – 2,14 %. Потери потенциального урожая зерна при поражении растений шоколадной пятнистостью по 4 баллу могут достигать 68,7–72,6 %.

The results of researches on studying chocolate spot harmfulness as the most spread disease in fodder bean crops under conditions of the Republic of Belarus are presented in the article. It is revealed that the level of the disease development from which a significant decrease in the mass of 1000 seeds is possible makes 5,08 %, grain yield – 2,14 %. The potential grain yield losses when plants are affected by chocolate spot on the 4-th point can reach 68,7–72,6 %.

Введение

В Республике Беларусь в посевах кормовых бобов (*Faba vulgaris* Moench или *Vicia faba* L.) доминирующей болезнью является шоколадная пятнистость (*Botrytis fabae* Sardinia). Высокая вредоносность данной болезни выявлена в странах дальнего и ближнего зарубежья, возделывающих культуру [8].

Возбудитель шоколадной пятнистости может поражать растения кормовых бобов на протяжении всего периода вегетации. Болезнь проявляется на семядольных листочках, стеблях, листьях, бобах и семенах. Патогенные свойства *B. fabae* в период всходов в основном проявляются в виде плесневения семян и проростков, вследствие чего происходит изреживание посевов культуры. На листьях и цветках кормовых бобов образуются мелкие округлые пятна с красновато-коричневым краем. В дальнейшем ободок пятна приобретает красно-бурую окраску, а центр становится светло-серым. На стеблях болезнь проявляется в виде красновато-бурых штрихов или вытянутых пятен [5].

На вегетирующих растениях (на листьях с нижней и верхней стороны) гриб *B. fabae* встречается в конидиальной стадии. Склероции в естественных условиях обычно развиваются только на растительных остатках, в основном под эпидермисом стебля. Весной при разрушении покровной ткани стебля они прорастают пучками конидиеносцев [3].



Шоколадная пятнистость на листьях



Шоколадная пятнистость на плодах

Основным источником распространения инфекции шоколадной пятнистости являются конидии, которые очень легко разносятся на новые растения потоками воздуха, дождем, насекомыми. Другой источник инфекции – зараженные части растения кормовых бобов, которые входят в контакт со здоровыми органами. Распространению болезни способствуют влажные и прохладные условия. Эпифитотия шоколадной пятнистости может возникнуть при чередовании сухих и влажных условий. Симптомы болезни на растениях бобов кормовых проявляются при температуре от 2,0 до 32,0 °С. Оптимальная температура для роста гриба *B. fabae* составляет 15,0–22,0 °С, относительная влажность воздуха – 80 % и более [5].

Вредоносность болезни заключается в снижении ассимиляционной поверхности пораженного органа (листья отмирают, цветки и бобы засыхают), приводящего при благоприятных условиях к гибели растения. Сильно пораженные посевы не дают урожая зеленой массы и зерна [8]. Высокая инфицированность семенного материала приводит к развитию ослабленных, с пониженной жизнеспособностью растений. Потери зерна от болезни могут достигать 25–75 % [2, 8]. В условиях республики возбудитель болезни сохраняется в семенах и зараженных растительных остатках в почве. Устойчивых к болезни сортов и гибридов не выявлено [5].

В связи с интенсивным развитием шоколадной пятнистости в посевах кормовых бобов изучение вредоносности болезни является необходимым условием для обоснования защитных мероприятий.

Методика и условия проведения исследований

Учеты распространенности и развития шоколадной пятнистости проводили в посевах кормовых бобов в различных агроклиматических зонах республики. Оценивали распространенность болезни, а также степень поражения вегетативных и репродуктивных органов, выраженную в процентах или баллах [6].

Для выделения возбудителя шоколадной пятнистости, гриба *B. fabae*, из растений кормовых бобов осуществляли микологический анализ тканей пораженных органов путем микропирования смывов (соскобов) пораженных частей [10]. Поверхностную стерилизацию изолированных из органов растения пораженных очагов (пятен) проводили в 70 % этиловом спирте, время экспозиции – 1 минута. После этого в стерильных условиях их фламбировали у пламени спиртовки и переносили во влажную камеру. Затем чашки Петри ставили в термостат с температурой 20–22 °С. По мере формирования спороношения, выделяли моноспоровые изоляты гриба *B. fabae* [5].

Вредоносность шоколадной пятнистости изучали в 2019–2021 гг. в условиях опытного поля РУП «Инсти-

тут защиты растений» на естественном инфекционном фоне. Размер делянки – 5,0 м², повторность 4-кратная. В динамике учитывали развитие болезни на растениях кормовых бобов. Основным критерием вредоносности шоколадной пятнистости является величина потеря урожая. Данный показатель определяли в зависимости от степени поражения растений. Балл поражения устанавливали по размеру очага болезни на всем растении. Для этого в посевах отбирали по 20 растений кормовых бобов с разными баллами поражения: 0 – внешние симптомы болезни на органах растения отсутствуют; 1 – площадь пораженной поверхности – 1–10 %, 2 – площадь пораженной поверхности – 11–25 %, 3 – площадь пораженной поверхности – 26–50 %, 4 – площадь пораженной поверхности более 50 % (полная гибель растения) [5].

На основании данных развития шоколадной пятнистости и урожайности определяли возможные потери урожая, выраженные в процентах на учетную единицу (растение) [4]. Статистический анализ полученных результатов проведен в соответствии с рекомендациями Б. А. Доспехова [1]. Математическая обработка экспериментальных данных осуществлена с использованием пакета компьютерных программ MS Excel.

Фенологические стадии развития кормовых бобов указаны в соответствии со шкалой BBCH [7, 9].

Результаты исследований и их обсуждение

Мониторинг пораженности растений кормовых бобов в период вегетации является необходимым процессом планирования исследований по изучению развития возбудителя шоколадной пятнистости (*B. fabae*) и его вредоносности.

Фитопатологическое состояние посевов кормовых бобов оценивалось нами на опытном поле РУП «Институт защиты растений» и в хозяйствах республики четырех агроклиматических зон. Результаты проведенной оценки состояния посевов кормовых бобов в условиях Беларуси свидетельствуют о том, что шоколадная пятнистость является одной из наиболее распространенных болезней. Массовое проявление шоколадной пятнистости отмечается в период роста стебля в длину (BBCH 31–35), когда действие протравителей нивелировано. В период бутонизации (BBCH 51–53) развитие болезни находится на уровне 1,3–7,0 %. В период созревания (BBCH 85) степень поражения посевов болезнью достигает 10,0–35,9 % в зависимости от года и агроклиматической зоны возделывания (таблица 1).

Нами установлено, что в условиях Беларуси гриб *B. fabae* поражает как листья, стебли и плоды, так и проникает в семена, образуя мелкие пятнышки на поверхности семенной кожуры кормовых бобов. В течение

Таблица 1 – Распространенность и развитие шоколадной пятнистости в посевах кормовых бобов в агроклиматических зонах Беларуси (маршрутные обследования, BBCH 85)

Агроклиматическая зона возделывания	2017 г.		2018 г.		2019 г.		2020 г.		2021 г.	
	P, %	R, %								
Новая	46,3	10,0	70,0	18,0	55,1	17,4	27,0	10,4	26,5	19,7
Южная	47,5	11,5	61,3	15,8	52,5	14,3	50,0	15,2	37,6	22,8
Центральная	43,8	10,3	90,7	30,6	81,1	33,4	69,0	22,8	50,7	35,9
Северная	75,0	15,0	93,8	25,0	85,4	23,7	52,0	21,0	51,4	32,7

Примечание – P – распространенность болезни; R – развитие болезни.

2017–2021 гг. исследований выявлено, что наиболее благоприятные условия для распространения и развития гриба *B. fabae* отмечаются в центральной агроклиматической зоне возделывания культуры (10,3–35,9 %), и только в 2017 г. в северной агроклиматической зоне развитие болезни было выше – 15,0 %. На наш взгляд, это связано с высокой относительной влажностью воздуха (76,0 %) и благоприятной для развития гриба температурой (17,3 °С) в период созревания (ВВСН 85). Минимальное развитие болезни ежегодно отмечается в условиях новой и южной агроклиматических зон (10,0–22,8 %). В большинстве случаев в пораженных шоколадной пятнистостью посевах нами фиксируется частичная или полная гибель растения, что свидетельствует о высокой вредоносности данной болезни.

В период проведения маршрутных обследований также было отмечено, что в загущенных и засоренных однолетними и многолетними сорными растениями посевах болезнь развивается более интенсивно из-за того, что создаются благоприятные условия для её развития.

Исследования по определению коэффициента вредоносности и биологического порога вредоносности шоколадной пятнистости в посевах кормовых бобов, необходимых для расчета вероятных потерь урожая и определения целесообразности проведения защитных мероприятий, проводили в условиях 2019–2021 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в посевах сорта Фанфар.

Шоколадная пятнистость, поражая вегетативные органы кормовых бобов, а затем и генеративные, в зависимости от балла поражения способствует суще-

ственному снижению массы 1000 семян и урожайности. Установлено, что в период созревания (ВВСН 85) при поражении растений шоколадной пятнистостью отмечается достоверное снижение массы 1000 семян (на 2,3–2,7 %) и урожая зерна с растения (на 15,5–24,4 %) уже при 1-м балле поражения (таблица 2).

Определено, что растения кормовых бобов, пораженные по 2, 3 и 4 баллу, дают более щуплое зерно, чем здоровые, масса 1000 семян снижается на 8,2–71,9 %, урожайность – на 29,2–72,6 %.

С целью расчета возможных потерь урожая и биологического порога вредоносности были использованы корреляционные и регрессионные зависимости между степенью поражения растений (X) и массой 1000 семян (Y_1), а также урожаем зерна с 1-го растения (Y_2) при развитии болезни в различной степени. Относительный коэффициент вредоносности шоколадной пятнистости по массе 1000 семян достигает 0,21, по урожайности – 0,89 на каждый процент развития болезни (таблица 3).

Выявлена сильная корреляционная зависимость между снижением массы 1000 семян ($r = 0,98$), снижением урожая зерна с растения ($r = 0,95$) и развитием болезни на кормовых бобах. Биологический порог вредоносности, то есть уровень развития болезни, с которого возможно снижение урожая, – 2,14 % или массы 1000 семян – 5,08 %.

Таким образом, интенсивное развитие в посевах кормовых бобов шоколадной пятнистости вызывает существенное снижение урожайности культуры (до 72,6 %), а также негативно влияет на качество получаемой продукции.

Таблица 2 – Влияние степени поражения кормовых бобов шоколадной пятнистостью на показатели урожайности (РУП «Институт защиты растений», полевые опыты, сорт Фанфар)

Балл поражения	Масса 1000 семян			Урожай зерна с 1-го растения		
	г	снижение		г	снижение	
		г	%		г	%
2019 г.						
0 (0 %)	441,0	0	0	23,2	0	0
1 (1–10 %)	429,0	12,0	2,7	18,8	4,4	19,0
2 (11–25 %)	394,0	47,0	10,7	15,7	7,5	32,3
3 (26–50 %)	285,0	156,0	35,4	10,9	12,3	53,0
4 (>50 %)	124,0	317,0	71,9	6,8	16,4	70,7
HCP ₀₅	0,8			1,9		
2020 г.						
0 (0 %)	450,0	0	0	22,6	0	0
1 (1–10 %)	439,0	11,0	2,5	19,1	3,5	15,5
2 (11–25 %)	408,0	42,0	9,3	16,0	6,6	29,2
3 (26–50 %)	310,0	140,0	31,1	11,9	10,7	47,4
4 (>50 %)	151,0	299,0	66,5	6,2	16,4	72,6
HCP ₀₅	1,3			1,5		
2021 г.						
0 (0 %)	437,0	0	0	24,6	0	0
1 (1–10 %)	427,0	10,0	2,3	18,6	6,0	24,4
2 (11–25 %)	402,0	35,0	8,2	17,0	7,6	30,9
3 (26–50 %)	321,0	116,0	26,6	12,7	11,9	48,4
4 (>50 %)	148,0	289,0	66,1	7,7	16,9	68,7
HCP ₀₅	1,1			2,2		

Таблица 3 – Вредоносность шоколадной пятнистости в посевах кормовых бобов (РУП «Институт защиты растений», сорт Фанфар, 2019–2021 гг.)

Показатель	Потери массы 1000 семян (Y_1), %	Потери урожая зерна с одного растения (Y_2), %
Уравнение регрессии	$Y_1 = -2,88 + 0,95X \pm 0,47$	$Y_2 = 2,55 + 0,21X \pm 1,8$
Коэффициент корреляции (r)	0,98	0,95
Относительный коэффициент вредоносности (b_1)	0,21 \pm 0,01	0,89 \pm 0,01
Биологический порог вредоносности (% развития болезни)	5,08 \pm 0,05	2,14 \pm 0,15

Примечание – Коэффициенты регрессии существенны на уровне $P = 0,05$.

Выводы

В условиях Республики Беларусь в посевах кормовых бобов шоколадная пятнистость является одной из наиболее распространенных болезней. В период созревания зерна (ВВСН 85) степень поражения растений болезнью достигает 10,0–35,9 % в зависимости от года и агроклиматической зоны возделывания культуры.

Уровень развития болезни или биологический порог вредоносности, с которого возможно достоверное снижение массы 1000 семян для шоколадной пятнистости, составляет 5,08 %, урожая зерна – 2,14 %. Относительный коэффициент вредоносности шоколадной пятнистости по массе 1000 семян достигает 0,21, по урожаю – 0,89 соответственно на каждый процент развития болезни свыше биологического порога вредоносности.

При поражении растений кормовых бобов шоколадной пятнистостью в 4 балла потенциальные потери урожая могут достигать 68,7–72,6 %, что свидетельствует о высокой вредоносности болезни.

Литература

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

2. Куркина, Ю. Н. Грибные болезни бобов / Ю. Н. Куркина // Защита и карантин растений. – 2008. – № 10. – С. 41–42.
 3. Лихачев, А. Н. Грибы рода *Botrytis* Micheli (Fungi, Deuteromycota): Биология, экология, микроэволюция: дис. ... доктора биол. наук: 03.00.24 / А. Н. Лихачев. – М., 2000. – 350 л.
 4. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / В. М. Лукомец [и др.]; под общ. ред. В. М. Лукомца. – Краснодар, 2007. – С. 42–69.
 5. Мероприятия по защите бобов кормовых от болезней в условиях Беларуси: рекомендации / РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», РУП «Ин-т защиты растений»; А. А. Запрудский [и др.]. – Минск: Колорград, 2020. – 40 с.
 6. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; под ред.: С. Ф. Буга; рец.: В. Л. Налобова, В. А. Тимофеева. – Несвиж: Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного, 2007. – С. 8–140.
 7. Супранович, Р. В. Определитель фаз развития однодольных и двудольных растений по шкале ВВСН / Р. В. Супранович, С. В. Сорока, Л. И. Сорока. – Минск: Колорград, 2016. – 102 с.
 8. Чекалин, Н. М. Генетические основы селекции зернобобовых культур на устойчивость к патогенам / Н. М. Чекалин. – Полтава: Интерграфика, 2003. – 186 с.
 9. Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen: ВВСН-Monograph / Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft; ed. Uwe Meier. – Berlin, 1997. – 622 s.
 10. Cho, H. S. Three *Alternaria* Species Pathogenic to Sunflower / H. S. Cho, S. H. Yu // Plant Pathol. J. – 2000. – Vol. 16, № 6. – P. 331–334.

УДК 235.61:632.38

Изучение распространенности и структуры популяций возбудителей вирусных болезней картофеля в Республике Беларусь

В. А. Козлов, доктор с.-х. наук, Н. В. Русецкий, кандидат биологических наук, А. В. Чашинский, И. А. Михалькович, кандидаты с.-х. наук
 Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству

(Дата поступления статьи в редакцию 02.12.2021)

Приведены результаты изучения распространенности и структуры популяций возбудителей вирусных болезней картофеля в Республике Беларусь. Установлено, что среди симптомов вирусных болезней в посадках картофеля наиболее часто встречается мозаичное закручивание, скручивание, обыкновенная мозаика и крапчатость. Полосчатая и морщинистая мозаики встречаются единично.

В структуре популяций возбудителей вирусных болезней в республике лидирующее положение занимают вирусы М и S, менее распространены вирусы Y и X. Вирусы А и L имеют локальное распространение.

The results of studying the incidence and population structure of viral potato diseases agents in the Republic of Belarus are presented. It is found that among the symptoms of viral diseases in potato plantings, mosaic rolling, curling, ordinary mosaic and mottledness are the most common. Streak and rugose mosaics are found singularly

In the structure of populations of viral diseases agents in the republic, the leading position is occupied by viruses M and S, viruses Y and X are less common. Viruses A and L have local distribution.