

Н.А. Лукьянюк¹, Е.В. Турук²

¹ЕАО KWS SAAT SE, ФРГ

²Гродненский государственный аграрный университет, г. Гродно

АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО КОНТРОЛЮ КОРНЕЕДА НА САХАРНОЙ СВЕКЛЕ

Рецензент: канд. с.-х. наук Гаджиева Г.И.

Аннотация. В статье представлены результаты влияния распространенности корнееда на продуктивность сахарной свеклы в зависимости от степени насыщения севооборота сахарной свеклой, предшественника, основной обработки почвы и протравителей фунгицидного действия. Установлено, что эффективный контроль корнееда возможен лишь при сочетании агротехнических и химических мероприятий. Наиболее эффективными агротехническими приемами, снижающими развитие корнееда и обеспечивающими максимальную продуктивность сахарной свеклы являются: насыщение севооборота сахарной свеклой не более 20 %, использование звена севооборота «горох – озимая пшеница – сахарная свекла», а также двукратное дискование на глубину 10 см в качестве основной обработки почвы. Также для контроля корнееда в посевах сахарной свеклы рекомендован фунгицидный протравитель Максим XL, СК с нормой 7-9 л/га.

Ключевые слова: сахарная свекла, корнеед всходов, насыщение севооборота сахарной свеклой, предшественник, обработка почвы, протравители фунгицидного действия.

Введение. Задачи современной аграрной политики Республики Беларусь, связанные с достижением продовольственной безопасности и социальной защищенности населения, определяют новые требования к повышению эффективности и устойчивости функционирования агропромышленного производства. В контексте данных задач приоритетную значимость приобретает развитие свеклосахарного производства как важнейшего стратегического подкомплекса аграрной экономики страны [12].

Значительный ущерб свекловодству наносит такое вредоносное широко распространенное заболевание всходов сахарной свеклы как корнеед. Поражаются молодые проростки в период от прорастания семян до четвертой пары настоящих листьев. В результате поражения корешок и подсемядольное колено чернеют и загнивают, на них образуется перетяжка из почерневшей ткани. Возбудители заболевания сохраняются на растительных остатках, передаются с семенами [1, 6].

Вредоносность корневая выражается не только в гибели пораженных растений, приводящей к изреживанию посевов, но и в снижении продуктивности оставшихся после болезни растений на 20–40 %. Также пораженные корневым растения являются источником гнилей корнеплодов в период вегетации и кагатной гнили [2].

Корневая развивается, главным образом, при избыточном увлажнении и недостатке воздуха, особенно на тяжелых, кислых и заплывающих почвах. Оптимальные условия развития: теплая влажная почва, низкий уровень pH, гербицидный стресс и плохая аэрация почв [13, 15].

Корневая – болезнь, вызываемая комплексом возбудителей, имеющих различные морфо-биологические особенности развития (болезнь вызывает около 200 возбудителей из различных таксономических единиц), в различных регионах преобладающими являются различные виды возбудителей. В Беларуси на протяжении длительного времени наиболее часто встречающимися видами являлись *Fusarium oxysporum* Schlecht., *Phoma betae* Frank., *Pythium debaryanum* Hesse., *Rhizoctonia aderholdii* Koll., *Alternaria tennis* Nees. Однако в последнее десятилетие видовой состав возбудителей корневой претерпел изменения. Основными возбудителями болезни стали грибы из рода *Fusarium*, реже встречались *spp. Alternaria* (14,3 %), *spp. Sclerotinia* (9,5 %), бактерии (4,8 %) [3, 7, 8]. В связи с чем, совершенствование комплекса агротехнических и химических мероприятий контроля данного заболевания является актуальной задачей свекловодства.

Материалы и методика проведения исследований. Исследования проводились в РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле» в 2007–2013 гг.

Изучение влияния агротехнических и химических приемов на распространенность корневой и продуктивность сахарной свеклы проводили в условиях мелкоделяночных опытов в соответствии с общепринятой методикой опытного дела [5, 9]. Общая площадь делянок в опытах 25–80 м², повторность 3–4-кратная, размещение вариантов в повторениях – систематическое с заданным их смещением либо рендомизированное. Агротехника возделывания свеклы сахарной в опытах, за исключением изучаемых факторов, была общепринятой согласно отраслевому регламенту ОР МСХП РБ 0215-2005 [10].

Учёт поражения растений корневым начинался со времени появления всходов и заканчивался периодом образования у свёклы одной-двух пар настоящих листьев. Определение процента и интенсивности поражения растений проводилось в пробе, взятой с делянки (не менее чем из 100 растений) [11].

Расчёт показателей распространённости и развития болезней производился по общепринятым в фитопатологии формулам [16].

Уборка механизированная – трехрядным свеклоуборочным комбайном с последующей ручной доочисткой. Урожайность определялась поделёночным взвешиванием. Технологические качества (сахаристость, калий, натрий, альфа-аминный азот) определялись на автоматической линии «Венема» [4].

Результаты и их обсуждение. Как известно, сокращение сроков возврата сахарной свеклы на прежнее место приводит к увеличению заселенности почвы патогенными микроорганизмами, что увеличивает риск появления болезней корневой системы сахарной свеклы в период вегетации.

В связи с этим нами была проведена оценка распространённости корнееда и продуктивности сахарной свеклы в зависимости от насыщения севооборота. Установлено, что свекла, которая выращивалась в севообороте с 30 %-м насыщением, больше поражалась корнеедом, чем растения, взятые с поля, где насыщение севооборота сахарной свеклой составляло 20 % и 10 %. Относительно последнего количество пораженных растений увеличилось на 71,1 % (таблица 1).

Таблица 1 - Распространенность корнееда и продуктивность сахарной свеклы в зависимости от степени насыщения севооборота (РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле», среднее за 2007-2009 гг.)

Насыщение севооборота свеклой	Корнеед всходов		Густота растений		Урожайность		Сахаристость		Выход сахара	
	Р, %	+-, %	тыс. шт./га	+-	т/га	+-	%	+-	т/га	+-
10 %	24,5	-	90	-	64,8	-	20,2	-	11,7	-
20%	25,2	+2,9	84	-6	58,8	-6,0	20,0	-0,2	10,5	-1,2
30%	41,9	+71,1	80	-10	58,0	-6,8	19,8	-0,4	10,2	-1,5
НСР ₀₅	1,8				3,9 (3,0-5,6)		0,3 (0,2-0,3)		0,7 (0,7-0,8)	

Примечание: Р- распространённость корнееда

Достоверный рост числа растений, пораженных корнеедом, выявлен лишь при 30 % насыщении севооборота.

Была установлена тесная корреляционная связь между степенью насыщения севооборота и распространённостью корнееда ($r = 0,88$), которая описывается линейным уравнением:

$$Y = 0,87x + 13,1, \text{ при } r^2 = 0,78,$$

где y – распространённость корнееда, %;

x – степень насыщения севооборота, %.

Как известно, на величину урожайности в значительной мере влияет густота растений. В среднем за три года исследований максимальная густота растений сахарной свеклы (90 тыс. шт./га) была в варианте с насыщением севооборота 10 %, минимальной (80 тыс. шт./га) – 30 %.

Коэффициент корреляции $r = 0,99$ свидетельствует о тесной связи между данными показателями и описывается линейным уравнением:

$$Y = -0,5x + 94,67, \text{ при } r^2 = 0,99,$$

где y – густота растений, тыс. шт./га;

x – степень насыщения севооборота, %

При увеличении насыщения севооборота свеклой с 10 до 30 %, урожайность корнеплодов снизилась с 64,8 т/га до 58,0 т/га, сахаристость с 20,2 до 19,8 %, выход сахара - с 11,7 до 10,2 т/га. При этом при 20 % и 30 % насыщении севооборота снижение урожайности и выхода сахара было достоверным, снижение сахаристости было математически доказано только при 30 % насыщении свеклой (таблица 1).

Установлена тесная корреляционная связь между насыщением севооборота и урожайностью корнеплодов ($r = 0,91$), которая описывается уравнением:

$$Y = -0,34x + 67,33, \text{ при } r^2 = 0,84,$$

где y – урожайность сахарной свеклы, т/га;

x – степень насыщения севооборота, %.

Таким образом, оптимальным насыщением севооборота можно считать менее 20 %, что обеспечивает минимальное развитие болезней корневой системы при высоких технологических показателях корнеплодов.

В ходе проведения исследований нами также было оценено влияние предшественника на распространение и развитие корневых заболеваний. Установлено, что худшим предшественником для сахарной свеклы являются звенья «горох – картофель» и «картофель – озимая пшеница», где наблюдалась устойчивая тенденция роста заболевания. По результатам оценки распространенность корневых заболеваний в данных вариантах в среднем за 2 года составила 38,9 % и 40,3 % соответственно (таблица 2).

Сравнительно низкое развитие корневых заболеваний (14,9 %) было в звене севооборота, где предшествующими культурами являлись клевер - озимая пшеница. Приемлемым с позиции фитопатологии является звено «горох - озимая пшеница», где развитие корневых заболеваний составляет 13,0 %.

Таким образом, подтверждена практическая значимость в ограничении корневых заболеваний свеклы регулирования фунгистатической активности почвы путем правильного выбора культур предшественников. В свою очередь, предшественники оказывали влияние на продуктивность

сахарной свеклы, а связь развития корнееда с урожайностью и выходом сахара с гектара средняя ($r=0,5$ и $r=0,6$ соответственно).

Таблица 2 – Влияние предшественника на распространенность и развитие корнееда и продуктивность сахарной свеклы. (РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле», среднее за 2007-2008 гг.)

Звено севооборота	Корнеед всходов		Густота растений тыс. шт./га	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Выход сахара, т/га
	Р, %	Р, %				
Горох-озимая пшеница	29,8	13,0	92,5	65,5	20,7	12,0
Озимая пшеница-картофель	32,8	12,8	82,5	62,4	20,1	11,7
Горох-картофель	38,9	18,1	87,0	61,0	20,6	11,1
Картофель-озимая пшеница	40,3	18,8	90,5	60,5	20,5	11,1
Клевер-озимая пшеница	30,9	14,9	78,5	59,5	19,9	10,4
НСР ₀₅	2,1	1,3		5,3 (4,5-6,0)	0,6 (0,4-0,7)	0,7 (0,4-0,8)

Примечание: Р- распространенность корнееда, Р- развитие корнееда

Самая высокая густота стояния растений (92,5 тыс. шт./га) и урожайность (65,5 т/га) наблюдалась в звене севооборота «горох - озимая пшеница». В этом варианте максимальными были также показатели сахаристости – 20,7 % и выхода сахара – 12,0 т/га.

Наименьшая густота растений (78,5 тыс. шт./га), а также урожайность корнеплодов (59,5 т/га) и выход сахара (10,4 т/га) были при возделывании сахарной свеклы в звене севооборота «клевер – озимая пшеница» что, вероятно, связано с низкой густотой стояния растений сахарной свеклы (таблица 2).

Оптимальным звеном севооборота следует считать «горох – озимая пшеница – сахарная свекла».

Физические показатели пахотного горизонта является одним из важных факторов, влияющих на распространение и развитие корнееда. Из-за переуплотнения пахотного горизонта уменьшается количество и размер капилляров, ухудшается аэрация и инфильтрация почвы, дренаж грунтовых вод. Очаги корнееда в поле часто можно наблюдать в низинах, где застаивается вода, в местах близкого залегания грунтовых вод, на почвах, тяжелых по механическому составу, а также на поливных землях.

При оценке влияния приемов обработки почвы на распространенность и развитие корнееда было установлено, что поверхностная обработка почвы способствовала снижению его распространенности на 9,5 % по сравнению со вспашкой (таблица 3).

Таблица 3 – Распространенность корнееда и продуктивность сахарной свеклы в зависимости от основной обработки почвы, (РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле», среднее за 2007-2009 гг.)

Обработка почвы	Корнеед всходов		Густота растений тыс. шт./га	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Выход сахара, т/га
	Р, %	+-, %				
Вспашка 20 см	28,3	-	94	65,7	19,0	11,0
Дискование 10 см	25,6	-9,5	98	65,2	18,8	10,9
Прямой посев	26,2	-7,5	87	60,9	18,7	10,1
НСР ₀₅	0,5			3,2 (2,7-3,4)	0,3 (0,3-0,4)	0,5 (0,5-0,6)

Примечание: Р- распространенность корнееда

Необходимо отметить с положительной стороны и прямой посев свеклы в мульчу, где установлено достаточно низкое развитие корнееда в годы с депрессивным и умеренным развитием болезни.

По результатам оценки влияния основной обработки почвы на продуктивность свеклосахарного ценоза установлено, что лучшими по урожайности оказались варианты со вспашкой на 20 см и дискованием на 10 см (65,7 т/га и 65,2 т/га соответственно). Также в этих вариантах был наиболее высокий выход сахара – 11,0 и 10,9 т/га. В варианте с прямым посевом сахарной свеклы в среднем за 3 года урожайность составила 60,9 т/га, сахаристость – 18,7 %, расчетный выход сахара – 10,1 т/га. Вариант с прямым посевом свеклы достоверно уступал по урожайности, сахаристости и выходу сахара с гектара предыдущим вариантам. Самая низкая конечная густота была отмечена в варианте с нулевой обработкой почвы – 87 тыс.шт./га, а самая высокая (98 тыс. шт./га) в варианте с дискованием (таблица 3).

Необходимо отметить, что влияние погодных условий на формирование продуктивности ценоза было выше, чем фитопатологическое состояние посева, где теснота связи между развитием корнееда и урожайностью составила $r=0,4$.

Применение интенсивной технологии возделывания сахарной свеклы, предусматривающей высев семян на конечную густоту, требует совершенствования системы химического контроля болезней всходов. Широко используемая сегодня в условиях Беларуси система протравителей ТМТД, ВСК и Тачигарен, 70 % СП не всегда обеспечивает должный эффект. Требуется уточнение норм расхода и соотношения фунгицидов в композиции применительно к доминирующим видам патогена.

Фирмы-производители семян сахарной свеклы в качестве стандартного протравителя используют тирам, который обладает широким спектром фунгицидного и бактерицидного действия. Для свеклы пре-

парат эффективен против возбудителей, сохраняющихся на воздушных частях семени, поэтому при дражировании, в основном, его наносят на поверхность семян. В почве на протравленных семенах препарат сохраняет фунгицидную активность до 30 суток. Основным его недостатком является высокая стойкость в почве, накопление остаточных продуктов в экосистемах, а также слабая эффективность против видов *Fusarium*, которые являются одним из основных возбудителей корневой гнили в РБ [14, 17].

В связи с этим, возникла необходимость в изучении новых фунгицидов, обеспечивающих максимально широкий спектр действия, высокую биологическую эффективность против возбудителей корневой гнили и обладающих пролонгированным действием. Нами изучались два комбинированных протравителя фунгицидного действия Иншур Перформ, КС (пираклостробин, 40 г/л + тритиконазол, 80 г/л) и Максим XL, СК (флудиоксонил, 25 г/л + мефеноксам, 10 г/л) на высоком инфекционном фоне: распространенность корневой гнили составила 61,5 %, а его развитие 35,3 %.

Снижение развития корневой гнили как в эталонном варианте (ТМТД, ВСК) 46,2 %, так и изучаемых протравителей фунгицидного действия 25,5-35,5 % была не высокой. Наиболее эффективно контролировал корневую гниль Максим XL, СК с нормой расхода 9 л/т, в варианте с которым развитие болезни не превышало 22,8 %, что связано с более широким спектром защитного действия флудиоксонила против грибов из рода *Fusarium* и мефеноксама против *Oomycetes* (рисунок 1).

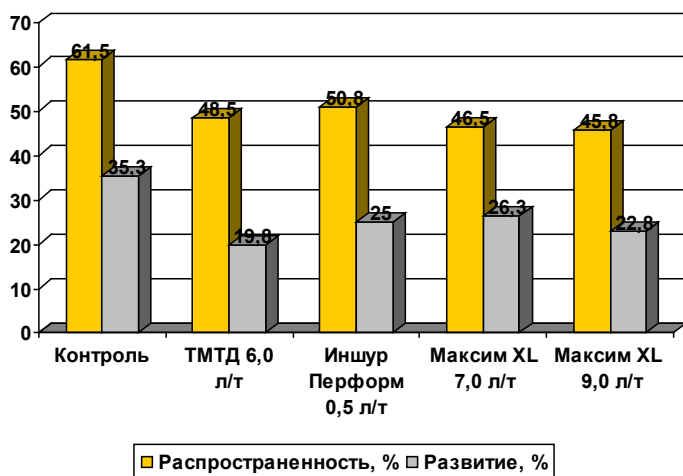


Рисунок 1 - Развитие и распространенность корневой гнили, % (РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле», среднее за 2011-2013 гг.)

Однако, далеко не все пораженные корнеедом растения погибают, поэтому более важным является показатель густоты посева. Применение фунгицида Максим XL, СК повышало густоту посева на 18,8-19,9 % (при первом учете) и 19,4-25,1 % при втором, что выше чем в эталоне (ТМТД, ВСК). Использование в качестве протравителя фунгицида Иншур Перформ, СК явилось причиной снижения густоты посева, что, возможно, связано с фитотоксическим действием тритиконазола на всходы свеклы (рисунок 2).

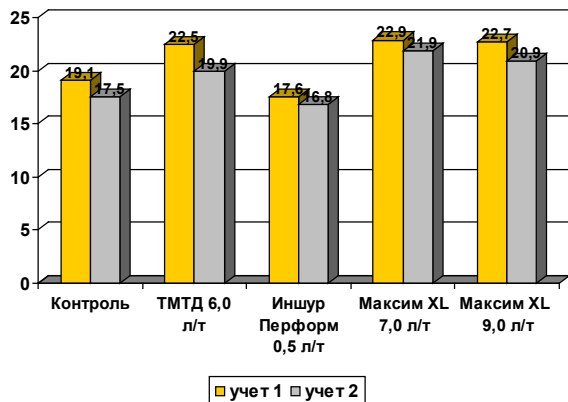


Рисунок 2 - Густота всходов сахарной свеклы, шт/м² (РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле», среднее за 2011-2013 гг.)

Протравливание семян сахарной свеклы фунгицидами способствовало росту урожайности корнеплодов на 3,5–6,0 %, выхода сахара с гектара на 4,3–6,5 %, причем наибольшим он был в вариантах с Максим XL, СК, что может быть связано с густотой посева, однако рост урожайности в годы исследований статистически недостоверен (таблица 4).

Таблица 4 - Продуктивность сахарной свеклы при применении фунгицидов-протравителей (РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле», среднее за 2011-2013 гг.)

Фунгицид	Норма расхода, кг(л)/т	Урожайность		Сахаристость		Выход сахара	
		т/га	% к контролю	%	% к контролю	т/га	% к контролю
Контроль		61,7	-	16,7	-	9,2	-
ТМТД	6	63,9	3,5	16,9	1,2	9,7	5,4
Иншур Перформ, КС	0,5	63,6	3,1	17,0	1,8	9,6	4,3
Максим XL, КС	7	65,4	6,0	16,8	0,6	9,8	6,5
Максим XL, КС	9	64,9	5,2	16,9	1,2	9,7	5,4
НСР ₀₅		4,6		0,6		0,7	

В связи с вышеизложенным, в перспективе как альтернатива фунгициду ТМТД, ВСК, с целью контроля грибов из рода *Fusarium* и *Oomycetes* считаем целесообразно применение протравителя Максим XL, СК с нормами расхода 7,0–9,0 л/т семян в составе драже семенного материала.

Заключение. Корнеед – заболевание вызываемое комплексом грибных и бактериальных возбудителей, контроль которых возможен лишь в сочетании агротехнических и химических мероприятий. Из агротехнических приемов, снижающих развитие корнееда, и обеспечивающих максимальную продуктивность свекловичного агроценоза являются: насыщение севооборота сахарной свеклой не более 20 %, использование звена севооборота «горох – озимая пшеница – сахарная свекла», а также двукратное дискование на глубину 10 см в качестве основной обработки почвы.

Для контроля корнееда в посевах сахарной свеклы рекомендован для протравливания семян фунгицид Максим XL, СК с нормой 7–9 л/га, где развитие болезни не превышало 22,8–26,3 %, при этом сохранность растений возрастала на 19,4–25,1 %, с тенденцией роста урожая на 3,2–3,7 т/га (5,2–6,0 %).

Список литературы

1. Буренин, С. В. Устойчивость образцов свеклы к корнееду и кагатной гнили в северо-западной зоне Российской Федерации : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / С. В. Буренин. – СПб., 2003. – 100 л.
2. Гаджиева, Г. И. Влияние органических и минеральных удобрений на вредоносность болезней и вредителей в посевах сахарной свеклы / Г. И. Гаджиева, Н. С. Гутковская // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. науч. ст. по материалам XVIII Междунар. науч.-практ. конф. (Гродно, 27 марта, 15 мая 2015 г.) / Гродн. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2015. – [Вып.]: Агрономия. Защита растений. Технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. – С. 147–149.
3. Гаджиева, Г. И. Фитосанитарная ситуация в посевах сахарной свеклы / Г. И. Гаджиева // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 3: приложение. – С. 24–33.
4. Глеваский, И. В. Свекловодство: практикум / И. В. Глеваский, В. Ф. Зубенко, А. С. Мельниченко. – Киев: Выща шк., 1989. – 206 с.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов): учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
6. Кисиль, Н. В. Защита сахарной свеклы от корнееда / Н. В. Кисиль // Защита и карантин растений. – 2005. – № 12. – С. 22–23.
7. Корниенко, А. В. Правомерно ли название «корнеед»? / А. В. Корниенко, А. К. Буторина // Сахар. свекла. – 2013. – № 9. – С. 37.
8. Лукьянюк, Н. А. Видовой состав возбудителей и структура гнилей корнеплодов в период вегетации сахарной свеклы / Н. А. Лукьянюк, Е. В. Турук // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. / Гродн. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2013. – Т. 22: Агрономия. – С. 113–120.
9. Опытное дело в полеводстве / С. С. Сдобников [и др.] ; под общ. ред. Г. Ф. Никитенко. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 190 с.

10. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур : сб. отраслевых регламентов / Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси ; рук. разраб.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск : [б. и.], 2005. – 460 с.

11. Пожар, З. А. Корнеед всходов / З. А. Пожар // Свекловодство : в 3 т. / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т сахар. свеклы ВНИС. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев, 1959. – Т. 3. – С. 385–411.

12. Привалов, Ф. И. Состояние и пути развития производства сахарной свеклы в Республике Беларусь / Ф. И. Привалов, В. П. Гнилозуб, Ю. М. Чечеткин // Земледелие и защита растений. – 2019. – № 5. – С. 4–8.

13. Саблук, В. Т. Предупредительные меры против вредителей и болезней сахарной свеклы / В. Т. Саблук, Н. Н. Запольская, Е. А. Калатур // Защита и карантин растений. – 2009. – № 5. – С. 58–59.

14. Саблук, В. Т. Токсикация всходов сахарной свеклы / В. Т. Саблук, В. Ф. Пшечук // Защита и карантин растений. – 1997. – № 11. – С. 21–23.

15. Селиванова, Г. А. Болезни сахарной свеклы при интенсификации технологии выращивания культуры / Г. А. Селиванова // Земледелие. – 2013. – № 4. – С. 31–35.

16. Чумаков А. Е. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур / А. Е. Чумаков, А. Т. Захаров. – М.: Агропромиздат, 1990. – 127 с.

17. Technologia produkcji buraka cukrowego / red.: D. Ostrowska, A. Artyszak. – Warszawa : Wies Jutra, 2005. – 185 s.

N.A. Lukianiuk¹, E.V. Turuk²

¹KWS SAAT SE, Germany

²Grodno State Agrarian University, Grodno

AGROTECHNICAL AND CHEMICAL MEASURES TO CONTROL BLACK ROOT OF SUGAR BEET IN SUGAR BEET

Annotation. The article presents the results of studying the influence of black root of sugar beet incidence on sugar beet productivity depending on the degree of crop rotation saturation with sugar beet, the precursor, the main soil tillage and new fungicidal protectants. It has been determined that the effective black root of sugar beet control is possible only with a combination of agrotechnical and chemical measures. The most effective agronomic methods for reducing the development of black root of sugar beet and providing the maximum productivity of sugar beet are: saturation of crop rotation with sugar beet for not more than 20 %, the use of crop rotation link “pea – winter wheat – sugar beet” and double disking at a depth of 10 cm as primary tillage. Also, to control black root of sugar beet, the fungicidal protectant Maxim XL, SC at the rate of 7-9 l/ha is recommended.

Key words: sugar beet, black root of sugar beet, saturation of crop rotation with sugar beet, precursor, soil tillage, fungicidal protectants.