

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДОВ ПРОТИВ ЛИСТОВЫХ БОЛЕЗНЕЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО, ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЛЕЖКОСПОСОБНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Л.Н. Путилина, кандидат сельскохозяйственных наук

Н.А. Лазутина

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова»

e-mail: lputilina@bk.ru

Аннотация. Исследована эффективность комбинированного применения в период вегетации сахарной свеклы фунгицидов с разными действующими веществами для защиты от болезней, выявлены изменения технологических показателей и продуктивности культуры, а также лежкоспособности корнеплодов в процессе хранения. Объекты исследования – сахарная свекла, фунгициды фирмы ООО «БАСФ» Абакус Ультра, СЭ и Пиктор Актив, КС. Установлено, что обработка вегетирующих растений по схеме защиты II, включающей применение Абакус Ультра, 1,25 л/га (1 обработка) + Пиктор Актив, 0,8 л/га (2 обработка), является наиболее эффективной, так как подавляет развитие листовых болезней (в частности, мучнистой росы), способствует более интенсивному росту вегетативной массы (на 29,0 %), средней массы корнеплода (на 16,0 %). Она обеспечила получение прибавки урожая 8,3 т/га, увеличение выхода сахара при переработке на 0,84 абс. % и коэффициента его извлекаемости – на 1,68 абс. %, улучшение сохранности корнеплодов.

Ключевые слова: сахарная свекла, фунгициды, норма расхода, болезни листового аппарата, урожайность, технологическое качество, лежкоспособность корнеплодов.

В современном сельском хозяйстве уровень урожайности и технологического качества сахарной свеклы в значительной степени зависит от фитосанитарного состояния посевов. Сахарная свекла поражается огромным количеством грибных, вирусных и бактериальных болезней: одни проявляются на всходах, например, корнеед, и вызывают полную гибель растений, другие – поражают вегетирующую культуру – церкоспороз (*Cercospora beticola* Sacc.), мучнистая роса (*Erysiphe betae*), рамуляриоз (*Ramularia beticola* Fautrey et Lamb.) и др. Болезни сопровождаются нару-

шениями развития и обмена веществ в растениях под воздействием патогенов, неблагоприятных почвенно-климатических условий, механических повреждений и др. Они влияют на физиологические процессы жизнедеятельности сахарной свеклы, вследствие чего в растениях происходит анатомо-морфологические изменения, проявляющиеся в виде некротических пятен, гнилей, наростов, опухолей и др. Все это негативно сказывается на продуктивности и качестве продукции [1]. Так, потери урожая корнеплодов от поражения церкоспорозом могут достигать 50 %. Пораженность 10 % листьев вызывает снижение сбора очищенного сахара более чем на 5 ц/га [2]. Негативные физиологические изменения в растениях, происходящие под влиянием паразитирования гриба *Erysiphe betae* (возбудитель мучнистой росы), приводят к значительным потерям урожая корнеплодов (35–60 %), снижению сахаристости на 0,5–1,5 % и сбора сахара на 19–24 % [3].

Технология переработки и современное состояние свеклосахарных предприятий предполагают длительное хранение корнеплодов, что провоцирует сильное развитие патогенов. Наиболее опасным заболеванием является кагатная гниль. Опытами и наблюдениями в производстве доказано, что устойчивость сахарной свеклы резко снижается в случае, если растения во время вегетации были подвержены действию ряда неблагоприятных факторов биотической природы. Так, свекла с полей, сильно пораженных церкоспорозом и другими болезнями листового аппарата, подвержена кагатной гнили при хранении сильнее, чем здоровая [4]. Установлена прямая корреляционная зависимость между продолжительностью жизнедеятельности листового аппарата и резистентностью к болезням. Корнеплоды средне- и позднеспелых форм в меньшей степени поражаются кагатной гнилью [5]. Борьба

с возбудителями болезней сахарной свеклы является первоочередной задачей для сохранения биологического потенциала гибридов и должна начинаться в период вегетации растений.

Одним из мероприятий, снижающих вредоносность болезней, является проведение химических обработок препаратами фунгицидного действия (в качестве профилактических мер или при появлении первых признаков заболевания) [6]. Использование современных фунгицидов с разными действующими веществами способствует появлению в природных популяциях возбудителей болезней форм, резистентных к этим препаратам. Это осложняет химическую защиту и обуславливает необходимость поиска новых препаратов широкого спектра фунгицидной активности и пролонгированного действия для обработки вегетирующих растений против комплексной инфекции. В связи с этим, целью исследований являлось определение эффективности комбинированного применения по вегетации сахарной свеклы современных фунгицидов с разными действующими веществами при защите ее от болезней и их последствия на продуктивность, технологическое качество и лежкоспособность корнеплодов.

Исследования проводили в 2020–2021 гг. в ФГБНУ «ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова». Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый среднемощный с содержанием гумуса в пахотном слое 5,4–5,6 %.

Величина интегрированного показателя атмосферных осадков и температуры воздуха – гидротермического коэффициента (ГТК) – в годы исследований сильно варьировала по месяцам, что связано, в первую очередь, со среднемесячной динамикой осадков, выпавших в течение вегетации. Согласно расчету ГТК по Селянинову, май характеризовался как слабо засушливый (в 2020 г. ГТК = 1,2) и засушливый (в 2021 г. ГТК = 0,7); июнь – сухой (в 2020 г. ГТК = 0,3) и слабо засушливый (в 2021 г. ГТК = 1,0); июль – очень засушливый (в 2020 г. ГТК = 0,5) и сухой (в 2021 г. ГТК = 0,3); август – сухой (в 2020 и 2021 гг. ГТК = 0,1–0,2); сентябрь – сухой (в 2020 г. ГТК = 0,1) и влажный (в 2021 г. ГТК = 2,3).

Объектом исследований являлись сахарная свекла, фунгициды компании ООО «БАСФ» Абакус Ультра, СЭ и Пиктор Актив, КС.

Эффективность фунгицида Абакус Ультра (д.в. – пиракло-

Таблица 1. Схема опыта по изучению влияния фунгицидов на фитосанитарное состояние свекловичных посевов и их последствия на продуктивность, технологическое качество и лежкоспособность корнеплодов

Вариант	Номер обработки	Фунгицид	Норма расхода, л/га
Контроль (без обработки)	-	Контроль (без фунгицидных обработок)	-
Схема защиты I	I	Абакус Ультра	1,25
	II	Пиктор Актив	0,6
Схема защиты II	I	Абакус Ультра	1,25
	II	Пиктор Актив	0,8
Схема защиты III	I	Пиктор Актив	0,6
	II	Абакус Ультра	1,25
Схема защиты IV	I	Пиктор Актив	0,8
	II	Абакус Ультра	1,25



Фото 1. Опрыскиватель Агротоп

стробин, 62,5 г/л + эпоксиконазол, 62,5 г/л) была доказана нами в 2018–2019 гг. [7]. Препарат Пиктор Актив с д.в. пираклостробин (250 г/л) + боскалид (150 г/л) зарегистрирован в Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ.

Схема исследований включала следующие варианты (табл. 1).

Размещение вариантов – систематическое. Повторность опыта – трехкратная, общая площадь опыта – 656 м², учетная – 21,6 м². Обработку проводили в вечернее время с помощью опрыскивателя

Агротоп (фото 1).

Сроки применения фунгицидов – двукратное опрыскивание посевов сахарной свеклы по всем вариантам опыта (фото 2):

- I обработка осуществлена во II декаде июля;
- II обработка – I декада августа (через 20 дней после I обработки).



Фото 2. Проведение фунгицидной обработки



23.08.2020 г.

Фото 3. Листовой аппарат сахарной свеклы (в контрольном варианте), пораженный мучнистой росой



07.09.2020 г.



Фото 4. Листовой аппарат сахарной свеклы в контрольном варианте после II фунгицидной обработки (09.08.2021)

В процессе исследований проводили учеты и анализы по ряду показателей:

- фитопатологическую оценку осуществляли согласно «Рекомендациям по учету и выявлению вредителей и болезней сельскохозяйственных растений», предусматривающим подсчет количества пораженных растений (распространенность, Р) и степень (интенсивность, R) развития болезней листового аппарата сахарной свеклы [8];

- урожайность корнеплодов определяли количественно-весовым методом путем подсчета и взвешивания корнеплодов с учетных делянок [9];

- технологические показатели корнеплодов (исходное качество и после 45-суточного хранения) оценивали в лаборатории аналитической оценки технологического качества сахарной свеклы с использованием общепринятых методов анализа свеклы и полупродуктов сахарного производства [10-11];

- для оценки последействия исследуемых фунгицидов, применяемых по вегетации растений сахарной свеклы, на сохранность сырья отбирали здоровые корнеплоды с нормальным тургором, помещали в мешки из мешковины, этикетировали, взвешивали.

Таблица 2. Изменение показателей продуктивности сахарной свеклы в зависимости от фунгицидной обработки (2020–2021 гг.)

Вариант	Средняя вегетативная масса с 1 растения, г	Средний вес корнеплода, г	Биологическая урожайность, т/га
Контроль (без обработки)	71,6	319	47,0
Схема защиты I	84,9	332	50,2
Схема защиты II	92,4	370	55,3
Схема защиты III	88,0	343	52,0
Схема защиты IV	86,2	339	50,6
НСР _{0,5}	4,2	22	2,9

Хранение проб осуществляли в нерегулируемых условиях корнехранилища ФГБНУ «ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова». После 45 суток хранения их извлекали и проводили фитопатологическую оценку.

Результаты исследований и обсуждения.

Фитопатологическое обследование посевов сахарной свеклы в 2020 г. показало, что во время первой и второй фунгицидных обработок вегетирующих растений не проявлялись признаки заболевания листового аппарата. Во второй декаде августа только в контрольном варианте проявились первые признаки мучнистой росы в виде белого налета на листовых пластинках. К концу августа наблюдалось увеличение распространенности (Р) и степени развития (R) мучнистой росы, значения которых в контроле достигли 94,6 и 86,2 % соответственно (фото 3). В экспериментальных вариантах опыта листовых болезней, в том числе и мучнистой росы, выявлено не было.

В 2021 г. погодные условия июля и августа не способствовали развитию болезней листового аппарата сахарной свеклы (фото 4). Лишь в III декаде августа в контроле отмечали единичные растения с признаками мучнистой росы.

Установлено, что к уборке средняя вегетативная масса сахарной свеклы в вариантах с применением фунгицидов превысила значение контроля (71,6 г с 1 растения) на 18,6–29,0 %, а средняя масса корнеплода была выше контрольного варианта (319 г) на 13–51 г, или на 4,1–16,0 % (табл. 2).

Наилучшие результаты получены в вариантах со схемами защиты II и III, что, возможно, объясняет наибольшую прибавку урожая относительно контроля (47,0 т/га) на 8,3 и 5,0 т/га (или на 17,7 и 10,6 %) соответственно.

В результате технологической оценки установлено, что в вариантах с обработкой фунгицидами содержание сахара в корнеплодах превысило значение контроля (17,57 %) на 0,36–0,64 абс. % (табл. 3). Максимальная сахаристость зафиксирована в вари-

антах с применением препаратов схем защиты II и III – 18,20 и 18,03 % соответственно.

В вариантах с внесением фунгицидов наблюдали снижение содержания несахаров: α -аминного азота на 21,3–37,8 %; редуцирующих веществ – на 24,6–45,5 %; растворимой кондуктометрической золы – на 6,4–10,7 % относительно контроля, где исследуемые показатели были на уровне 1,95 ммоль/100 г свеклы; 0,067 и 0,393 % соответственно. Благодаря более высокому содержанию сахарозы и более низким значениям растворимых несахаров в варианте с применением схемы защиты II прогнозируемый выход сахара из такого сырья составил 15,75 %, что на 0,84 абс. % выше контроля (14,91 %). В данном варианте отмечен самый высокий коэффициент извлечения сахарозы – 86,54 %, что выше значения варианта без обработки на 1,68 абс. %.

В результате хранения сахарной свеклы в естественном состоянии продолжается жизнедеятельность, сопровождаемая рядом физических, химических и физиологических изменений в корнеплодах. При определенных благоприятных условиях проявляется также нежелательная микробиологическая активность. Фитопатологический анализ корнеплодов после 45 суток хранения свидетельствует о том, что в исследуемых вариантах наблюдалось неоднозначное протекание физиологических и микробиологиче-

Таблица 3. Технологическое качество сахарной свеклы в зависимости от фунгицидной обработки (2020–2021 гг.)

Исследуемые параметры	Значение параметра варианта				
	Контроль	Схема защиты I	Схема защиты II	Схема защиты III	Схема защиты IV
Сахаристость, % НСР _{0,5} = 0,26	17,57	17,92	18,20	18,03	17,98
Содержание α -NH ₂ , ммоль/100 г свеклы	1,95	1,53	1,21	1,37	1,35
Содержание редуцирующих веществ, %	0,067	0,048	0,037	0,051	0,042
Массовая доля растворимой углекислой золы, % к массе свеклы	0,393	0,368	0,351	0,362	0,357
Прогнозируемые потери сахара в мелассе, %	1,66	1,57	1,45	1,54	1,48
Прогнозируемый выход сахара, %	14,91	15,35	15,75	15,49	15,51
Коэффициент извлечения сахара из свеклы, %	84,86	85,66	86,54	85,91	86,26

Таблица 4. Показатели сохранности корнеплодов сахарной свеклы после 45 суток хранения (2020–2021 гг.)

Вариант	Потери массы, %		Здоровые корнеплоды, % к массе свеклы	Увявшие корнеплоды, % к массе свеклы	Загнившие корнеплоды (из числа увядших), % к массе свеклы	Масса гнили, %
	общие	среднесуточные				
Контроль (без обработки)	10,42	0,232	52,45	47,55	5,06	0,503
Схема защиты I	7,69	0,171	67,81	32,19	4,15	0,198
Схема защиты II	4,64	0,103	70,47	29,54	0	0
Схема защиты III	8,32	0,185	63,10	36,90	4,50	0,272
Схема защиты IV	6,28	0,140	69,58	30,42	3,31	0,133

ских процессов: общий уровень потерь массы корнеплодов экспериментальных вариантов колебался от 4,64 (схема защиты II) до 8,32 % (схема защиты III), что ниже контроля (10,42 %) на 20,2–55,5 % (табл. 4). Среднесуточные потери массы в вариантах с применением фунгицидов по вегетации сахарной свеклы были в 1,3–2,3 раза ниже показателя контрольного варианта (0,232 %).

В ходе фитоэкспертизы после 45 суток хранения опытных образцов установлено, что в вариантах с обработкой отмечено наименьшее содержание увядших



Фото 5. Загнившие корнеплоды

корнеплодов – 29,54–36,90 % к массе пробы. В контроле таких корнеплодов было 47,55 %. Среди увядших корнеплодов опытных вариантов наблюдалось развитие кагатной гнили (фото 5, табл. 4).

Так, содержание загнивших корнеплодов в контроле составило 5,06 % к массе свеклы. В варианте со схемой защиты II таких корнеплодов не наблюдалось, а в остальных вариантах их было меньше на 11,1–34,6 %. Наибольшее количество гнилой массы определено в контроле – 0,503 %. В экспериментальных вариантах данный показатель не превысил 0,272 %.

Таким образом, исследования показали, что наиболее эффективной является схема защиты сахарной свеклы II, включающая одну обработку вегетирующих растений препаратом Абакус Ультра с нормой расхода 1,25 л/га и через 20 дней – вторую обработку Пиктор Активом с нормой расхода 0,8 л/га. Данный агротехнический прием благодаря предотвращению распространения возбудителей мучнистой росы способствовал более интенсивному росту вегетативной массы на 29,0 %, средней массы корнеплода – на 16,0 %, что обеспечило получение прибавки урожая 8,3 т/га, увеличение выхода сахара при переработке на 0,84 абс. % при лучшей его извлекаемости. Установлено эффективное последствие используемых препаратов на сохранность корнеплодов: снижение общих и среднесуточных потерь массы в 2,2 раза; наибольшее содержание здоровых (без патологий) корнеплодов – 70,47 % к массе свеклы, тогда как в контроле анализируемые показатели составили 10,42; 0,232 и 47,55 %.

Выражаем благодарность специалистам ООО «БАСФ» и лично генеральному директору К.Д. Рериг, менеджеру по развитию и применению продуктов BASF на сое, бобовых культурах и сахарной свекле М.Г. Прокко за оказание безвозмездной помощи в предоставлении пестицидов (фунгицидов, инсектицидов, гербицидов), необходимых для проведения исследований.

Список использованной литературы

1. Гуреев, И.И. Инновационный опыт производства сахарной свеклы в Центрально-Черноземном регионе / И.И. Гуреев, У.Л. Ревякин. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. - 140 с.
2. Татур, И.Н. Церкоспороз в посевах сахарной свеклы / И.Н. Татур, Н.А. Лукьянюк, О.П. Бендузан // Сейбіт. - 2003. - № 2. - С. 20-22.
3. Шпаар, Д. Сахарная свекла (выращивание, уборка, хранение) / Д. Шпаар. - Мн.: ЧУП «Орех», 2004. - 326 с.
4. Корниенко, А.С. Влияние поражения сахарной свеклы церкоспорозом на урожайность, сахаристость и устойчивость корнеплодов к гниению при хранении их / А.С. Корниенко. - Основы повышения сахаристости и технологических качеств сахарной свеклы: сб. научных трудов. - Киев, 1986. - С. 42-46.

5. Дука, А.И. Устойчивость селекционных материалов / А.И. Дука, О.К. Лободин, В.А. Рыбак // Сахарная свекла. - 1983. - № 6. - С. 31.

6. Спиридонов, Ю.Я. Разработка интегрированной технологии защиты посевов полевых культур от болезней, вредителей и сорняков на основе биологических и химических методов / Ю.Я. Спиридонов, Н.И. Будынков, Р.А. Автаев, Н.И. Стрижков, С.Х. Атаев, Н.Б. Суминова, М.А. Даулетов, Д.Р. Ленович // Аграрный научный журнал. - 2017. - № 9. - С. - 37-42.

7. Путилина, Л.Н. Формирование технологического качества и продуктивности сахарной свеклы в результате действия современных фунгицидов / Л.Н. Путилина, Н.А. Лазутина // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2021. - № 1. - С. 38-51.

8. Алехин, В.Т. Рекомендации по учету и выявлению вредителей и болезней сельскохозяйственных растений / В.Т. Алехин. - Воронеж: ВНИИЗР, 1984. - 274 с.

9. Методика исследований сахарной свеклы // Киев: ВНИС, 1988. - 292 с.

10. Славянский, А.А. Лабораторный практикум по методам исследований свойств сырья и продуктов питания / А.А. Славянский, Г.А. Вовк, М.С. Жигалов. - М.: Издательский комплекс МГУПП. 2006. - 124 с.

11. Лосева, В.А. Методы исследования свойств сырья и готовой продукции (теория и практика) / В.А. Лосева, А.А. Ефремов, И.В. Квитко. - Воронеж: ВГТА, 2008. - 247 с.

Effectiveness of fungicides against leaf diseases and their impact on the technological quality, productivity and keeping capacity of sugar beet

L.N. Putilina, N.A. Lazutina.

***Summary.** The purpose of the research is to determine the effectiveness of the combined use of fungicides with different active substances for the vegetation of sugar beet in protecting it from diseases and to identify changes in technological indicators and crop productivity, as well as the lying capacity of root crops during storage. Research objects – sugar beet, fungicides of BASF LLC Abacus Ultra, SE and Pictor Active, KS. It was found that the treatment of vegetative plants according to the protection scheme II, which includes the use of Abacus Ultra, 1.25 l/ha (1 treatment) + Pictor Active, 0.8 l/ha (2 treatment), is the most effective, since it suppresses the development of leaf diseases (in particular, powdery dew), contributes to a more intensive growth of vegetative mass (by 29.0 %), average weight of root vegetable (by 16.0 %). It ensured an increase in the yield of 8.3 t/ha, an increase in the yield of sugar during processing by 0.84 abs. % and the coefficient of its recoverability – by 1.68 abs. %, an improvement in the safety of root crops.*

Key words: sugar beet, fungicides, consumption rate, diseases of leaf apparatus, yield, technological quality, keeping capacity of root crops.