

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА И ПРОДУКТИВНОСТИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОБРАБОТКИ ВЕГЕТИРУЮЩИХ РАСТЕНИЙ ФУНГИЦИДАМИ

Л. Н. Путилина, кандидат сельскохозяйственных наук, Н. А. Лазутина

Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы
и сахара имени А. Л. Мазлумова,
396030, Воронежская область, Рамонский район, п. ВНИИСС, 86
E-mail: lputilina@bk.ru

Исследования проводили с целью определения эффективной нормы расхода и последовательности обработки вегетирующих растений сахарной свёклы фунгицидами Абакус Ультра, СЭ и Пиктор Актив, КС, выявления изменений морфологических и технологических показателей, а также продуктивности культуры в результате действия этой комбинации препаратов. Работу выполняли в 2020–2021 гг. в Воронежской области в зернопаропашном севообороте. Объектом исследований служил гибрид сахарной свёклы отечественной селекции РМС 127. Схема опыта предполагала изучение следующих вариантов: без фунгицидов (контроль) и четыре схемы защиты растений от листовых болезней препаратами фирмы ООО «БАСФ»: I) первая обработка препаратом Абакус Ультра с нормой расхода 1,25 л/га, через 20 дней – вторая Пиктор Активом с нормой расхода 0,6 л/га; II) Абакус Ультра (1,25 л/га) – в первую обработку и Пиктор Актив (0,8 л/га) – во вторую; III) Пиктор Актив (0,6 л/га) – в первую обработку и Абакус Ультра (1,25 л/га) – во вторую; IV) Пиктор Актив (0,8 л/га) – в первую обработку и Абакус Ультра (1,25 л/га) – во вторую. Установлена лучшая эффективность схемы защиты сахарной свёклы II. Ее применение оказывает положительное воздействие на физиологические процессы в растении, эффективно подавляет рост грибов-возбудителей мучнистой росы, что способствует повышению коэффициента продуктивности фотосинтеза на 41,2 %, формированию прибавки урожая на уровне 8,3 т/га, снижению количества корнеплодов с патологиями в 3,2 раза, увеличению прогнозируемого выхода сахара при переработке на 0,84 %, улучшению его извлекаемости и повышению сбора очищенного сахара с единицы площади на 24,1 %.

CHANGE OF SUGAR BEET TECHNOLOGICAL QUALITY AND PRODUCTIVITY AS A RESULT OF VEGETATING PLANTS TREATMENT WITH FUNGICIDES

L. N. Putilina, N. A. Lazutina

Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar
396030, Voronezhskaya obl., Ramonskii r-n, pos. VNISS, 86
E-mail: lputilina@bk.ru

Studies were carried out for the purpose of determining of an effective consumption rate and application sequence of Abacus Ultra (suspension emulsion), and Pictor Active (concentrate of suspension) fungicides for sugar beet vegetating plants as well as revealing of changes in morphological and technological indexes and the crop productivity as a result of these chemicals' combination influence. The work was conducted in a grain-arable crop rotation of Voronezh region in 2020–2021. RMS 127, a domestic sugar beet hybrid, was an object of the investigations. The experiment scheme supposed studying of the following variants including control and four schemes of plant protection from leaf diseases with the help of BASF Limited Liability Company fungicides: I) first treatment with the chemical of Abacus Ultra using the consumption rate of 1.25 l/ha and, in 20 days, second treatment with Pictor Active using the consumption rate of 0.6 l/ha; II) first treatment with Abacus Ultra (1.25 l/ha) and second treatment with Pictor Active (0.8 l/ha); III) first treatment with Pictor Active (0.6 l/ha) and second treatment with Abacus Ultra (1.25 l/ha); and IV) first treatment with Pictor Active (0.8 l/ha) and second treatment with Abacus Ultra (1.25 l/ha). Effectiveness of the sugar beet protection scheme II was ascertained. This agrotechnical method has a positive effect on physiological processes in a plant, and effectively depresses growth of fungi – powdery mildew disease agents that promotes increase of photosynthesis productivity coefficient by 41.2 %, obtaining of 8.3 t/ha yield addition, and 3.2-time reduction of beet roots with pathologies in number. Also, it increases predicted sugar output by 0.84 %, improving its extraction ability during processing at the same time, and refined sugar yield per a hectare of the crop by 24.1 %.

Ключевые слова: сахарная свёкла (*Beta vulgaris* L.), фунгициды, норма расхода, болезни листового аппарата, коэффициент продуктивности фотосинтеза, урожайность, технологическое качество, сбор очищенного сахара.

Key words: sugar beet (*Beta vulgaris* L.), fungicides, consumption rate, diseases of leaf apparatus, coefficient of photosynthesis productivity, yield, technological quality, refined sugar yield.

Свекловодство сконцентрировано в крупных агрохолдингах, где применяют короткоротационные севообороты, проводят основную обработку почвы без оборота пласта, не вносят органические удобрения, а минеральные удобрения зачастую заменяют азотными подкормками в период вегетации. Всё это приводит к снижению устойчивости растений к болезням. По экономическому значению в зависимости от региона выращивания самые вредоносные болезни в период вегетации сахарной свёклы вызывают такие возбудители как *Cercospora beticola* (болезнь – церко-

спороз), *Ramularia beticola* (рамуляриоз), *Phoma betae* (фомоз), *Erysiphe betae* (мучнистая роса), *Uromyces betae* (ржавчина) [1].

Характер распространения листовых болезней различен. Например, церкоспороз встречается ежегодно практически на всех полях, но с разной степенью развития, что в свою очередь влияет на его вредоносность [2]. Мучнистую росу и рамулярию отмечают очажно-спорадически на отдельных полях, однако при благоприятных климатических условиях они могут наносить значительный ущерб посевам [3].

Указанные листовые болезни могут приводить к нарушению физиологических процессов, протекающих в растениях. Активность транспирации пораженного листового аппарата увеличивается в 5 раз, ассимиляция углекислого газа снижается в 10 раз, нарушается азотистый обмен. Массовое отмирание листьев приводит к уменьшению прироста корнеплодов и выхода сахара на 20...50 %. Воздействие патогена ухудшает технологические показатели сырья, увеличивает содержание небелкового азота, снижает содержание доброкачественного сока [4].

Поэтому очень важным элементом технологии возделывания выступает защита культуры от болезней для поддержания листового аппарата в здоровом состоянии, что обеспечивает высокопродуктивную фотосинтетическую активность [5].

Наиболее доступный и эффективный способ контроля листовых болезней в посевах свёклы – использование препаратов фунгицидного действия (в качестве профилактических мер или при появлении первых признаков заболевания) [6, 7]. Современный рынок изобилует фунгицидами с разными действующими веществами (д. в.), например, на основе меди (Купроксат, Бордоская смесь, Цихом и др.), а также комбинированного действия – Фалькон (спироксамин + тебуконазол + триадименол), Риас (дифеноконазол + пропиконазол), Альто Супер (ципроконазол + пропиконазол) и др. [8, 9].

Обработка вегетирующих растений сельскохозяйственных культур фунгицидами, относящимися к одним и тем же группам по биологическому механизму действия, активизирует появление возбудителей болезней, резистентных к таким препаратам. Это обуславливает необходимость поиска новых фунгицидов с широким спектром активности и пролонгированным действием.

В результате исследований, проведенных в 2018–2019 гг. было установлено, что наибольший эффект обеспечивает применение схемы защиты, включающей двукратную обработку вегетирующих растений сахарной свёклы фунгицидом с комбинацией действующих веществ – пиракlostробин (62,5 г/л) + эпоксиконазол (62,5 г/л) с нормой расхода 1,25 (1-я обработка) и 1,50 л/га (2-я обработка) [10]. К фунгицидам, в состав которых входят эти компоненты, относится препарат Абакус Ультра, СЭ (пиракlostробин, 62,5 г/л + эпоксиконазол, 62,5 г/л). Кроме того, в Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ, зарегистрированы фунгицид Пиктор Актив, КС, в состав которого помимо пиракlostробина (250 г/л) входит боскалид (150 г/л).

Препараты фунгицидного действия Абакус Ультра и Пиктор Актив продемонстрировали свою эффективность на разных сельскохозяйственных культурах благодаря пролонгированному действию, обеспечивающему длительную защиту растений от воздействия патогенов; возможности применения с целью профилактики и при первом проявлении симптомов болезней; наличие AgCelence®-эффекта, который выражается в положительном воздействии на физиологические процессы в растениях, иными словами, помогает ему лучше противостоять стрессовым факторам, например, недостатку или избытку влаги, резкому чередованию температур, повышенной инсоляции и др. В основе этого эффекта лежит действующее вещество пиракlostробин из группы стробилуринов. Он эффективно воздействует на митохондрии, вмешиваясь в механизмы энергообмена клеток. В результате происходит блокировка синтеза аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ), необходимой для процесса жизнедеятельности грибной клетки, что

приводит к её отмиранию. Таким образом достигается эффективный контроль грибных заболеваний.

Так как наличие митохондрий присуще всем клеткам живых организмов, пиракlostробин проникает и в митохондрии клеток растений, но, в отличие от клеток гриба, не прекращает, а только замедляет их энергообмен, что приводит к замедлению процесса старения. Попытка компенсации и адаптации организма растения к изменившимся условиям ведёт к ускорению процессов обмена веществ, фотосинтеза и усвоения азота. Блокировка АТФ вызывает усиленный синтез нитратредуктазы – одного из важнейших ферментов азотного обмена. Этот химический процесс, как и прочие, связанные с AgCelence®-эффектом, находит отражение во внешнем виде растения, которые приобретают более насыщенную и тёмно-зеленую окраску [11].

Кроме того, в ходе усиленного усвоения азота и переработки нитратов в нитриты образуется большее количество оксида азота (II), который, в свою очередь, выступает сильным ингибитором этилена – гормона, участвующего в процессах старения клеток живых организмов, а также разрушающего хлорофилл в клетках растений [12]. В литературе отсутствуют результаты исследований по комплексному использованию фунгицидов Абакус Ультра и Пиктор Актив для защиты сахарной свёклы от болезней и их последствий. Оба этих продукта содержат в своем составе пиракlostробин и, по заявлению компании-оригинатора, обладают AgCelence®-эффектом.

Цель исследований – определение эффективной нормы расхода и очередности обработки вегетирующих растений сахарной свёклы фунгицидами Абакус Ультра, СЭ и Пиктор Актив, КС, а также выявление изменений морфологических, технологических показателей и продуктивности культуры в результате их применения.

Методика. Работу выполняли на опытном поле ФГБНУ «ВНИИСС им. А. Л. Мазлумова» (Воронежская область) в зернопаропропашном севообороте (пар – озимая пшеница – сахарная свёкла – ячмень). Почва опытного участка – чернозём выщелоченный, среднесуглинистый, среднемощный, содержание гумуса – 5,4...5,6 %.

Агротехнические мероприятия включали основную обработку почвы осенью, которая состояла из лущения агрегатом КДК-6 на глубину 8 см и вспашки плугом ПНО 5–35 на 28...30 см; весеннее закрытие влаги агрегатом С-11 на 4...6 см; предпосевную обработку почвы культиватором АКШ-6 на 4 см; внесение минеральных удобрений; посев семян сахарной свёклы сеялкой Wintersteiger на глубину 3,0...3,5 см; междурядную культивацию (в 2 срока) – УСМК-5,4В.

Схема опыта включала четыре варианта систем защиты и контроль – без применения фунгицидов (табл. 1). Повторность опыта была трёхкратной, размещение

Табл. 1. Схема опыта по изучению эффективности фунгицидной обработки против болезней листового аппарата сахарной свёклы

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

вариантов – систематическое, общая площадь под опытом – 656 м², общая площадь делянки – 43,7 м², учетная – 21,6 м². Фунгициды вносили в норме, рекомендованной производителем. Обработку проводили в вечернее время опрыскивателями «АГРОТОП».

В процессе исследований проводили фитопатологическую оценку согласно «Рекомендациям по учету и выявлению вредителей и болезней сельскохозяйственных растений», предусматривающим подсчет количества пораженных растений (Р) и степень развития (R) болезней листового аппарата сахарной свёклы. Урожайность корнеплодов определяли количественно-весовым методом, который предусматривает взвешивание корнеплодов, выкопанных на учетных отрезках, использованных для подсчета густоты стояния растений. Эффективность действия исследуемых фунгицидов на растения сахарной свёклы оценивали по их влиянию на массу листьев, содержание хлорофилла по N-тестеру, продуктивность фотосинтеза с учётом общей вегетативной массы. Для проведения технологической оценки сахарной свёклы формировали объединенные пробы корнеплодов с каждого варианта опыта. Их технологические показатели определяли в лаборатории аналитической оценки технологического качества сахарной свёклы с использованием общепринятых методов анализа свёклы и полупродуктов сахарного производства. На основании результатов технологического анализа рассчитывали прогнозируемый коэффициент извлечения сахара, его выход и потери сахарозы в мелассе.

Табл. 2. Метеорологические условия периода вегетации сахарной свёклы по данным метеостанции ФГБНУ «ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова»

Год	Месяц					За вегетационный период
	май	июнь	июль	август	сентябрь	
Среднемесячная температура воздуха, °С						
2020	13,7	21,3	22,9	22,3	16,9	2971,9
2021	17,1	21,7	25,1	24,6	12,4	3093,8
Средне-многолетняя	18,0	21,6	23,2	21,8	15,3	3042,0
Сумма осадков, мм						
2020	59,2	65,3	66,5	82,3	43,9	317,2
2021	39,6	65,8	19,6	15,4	84,5	224,9
Средне-многолетняя	57,9	56,9	63,0	67,0	39,8	284,6

Вегетационные периоды свёклы в годы исследований отличались по количеству выпавших осадков: в 2020 г. их сумма составила 317,2 мм, что на 32,6 мм (или 11,5 %) больше, среднепогодного значения (284,6 мм), в 2021 г. она, наоборот, была меньше на 59,7 мм (или 21,0 %). Сумма среднемесячных температур в 2021 г. превзошла среднепогодную (3042 °С) на 51,8 °С, а в 2020 г. была ниже на 70,1 °С (табл. 2). Следует также отметить неравномерное подекадное распределение осадков по каждому месяцу исследуемых вегетационных периодов.

Величина интегрированного показателя тепло- и влагообеспеченности – гидротермического коэффициента

(ГТК) – в годы исследований варьировала по месяцам, что связано, в первую очередь, со среднемесячной динамикой осадков. В итоге май в 2020 г. характеризовался как слабо засушливым (ГТК=1,2), в 2021 г. – как засушливый (ГТК=0,7); июнь – соответственно сухой (ГТК=0,3) и слабо засушливый (ГТК=1,0); июль – очень засушливый (ГТК=0,5) и сухой (ГТК=0,3); август – сухой (ГТК=0,1...0,2); сентябрь – сухой (ГТК=0,1) и влажный (ГТК=2,3).

Результаты и обсуждение. В ходе полевых учётов в 2020–2021 гг. установлено, что при проведении обеих фунгицидных обработок вегетирующих растений сахарной свёклы признаков поражения листового аппарата болезнями не наблюдали. Первые визуальные проявления мучнистой росы в виде белого налёта на листовой пластинке зафиксированы только в контрольном варианте: в 2020 г. – во II декаде августа, в 2021 г. – в III декаде августа. Возможно, развитие возбудителя этой болезни *Erysiphe betae* связано с сухой, жаркой погодой и колебаниями ночных и дневных температур воздуха.

По результатам предуборочного фитопатологического обследования свекловичных посевов выявлено увеличение распространенности (Р) и степени развития (R) мучнистой росы в контроле до 94,6 % и 86,2 % соответственно. В экспериментальных вариантах листовых болезней, в том числе мучнистой росы, не выявлено. Следует отметить пролонгированное воздействие исследуемых препаратов, так как эффект от обработок отмечали вплоть до уборки.

Процессы жизнедеятельности растений – обмен веществ, рост, накопление питательных элементов – зависят от интенсивности фотосинтеза, в ходе которого аккумулируется энергия и образуется до 90...95 % необходимых организму органических соединений.

По результатам первого учёта опрыскивание вегетирующих растений сахарной свёклы фунгицидами способствовало увеличению площади фотосинтезирующей поверхности листьев, в сравнении с контрольным вариантом (118,2 см²), на 5,2...25,3 % (табл. 3). Содержание хлорофилла в листовых пластинках сахарной свёклы в экспериментальных вариантах было выше, чем в контроле (575 ед.), на 7,5...11,7 %. При проведении фунгицидных обработок коэффициент продуктивности фотосинтеза (КПФ) достигал 5,86...7,24, что на 14,1...41,2 % больше, чем в контроле (5,18).

Ко второму учёту во всех вариантах опыта, в сравнении с данными первого учёта, площадь фотосинтезирующей поверхности листьев снижалась на 7,4...12,6 %. В то же время отмечено увеличение содержания хлорофилла в растениях сахарной свёклы на 42...58 абс. ед., что, вероятно, способствовало повышению КПФ на 4,7...12,6 %. Наилучший в опыте эффект от фунгицидных обработок при обоих сроках учёта отмечен в вариантах со схемами защиты I и II, при которых КПФ превышали контроль на 30,4...41,2 и 27,3...39,3 % соответственно.

Табл. 3. Влияние фунгицидной обработки на формирование фотосинтетического аппарата сахарной свёклы (среднее за 2020–2021 гг.)

Вариант	Средняя площадь поверхности активно фотосинтезирующего листа, см ²		Содержание хлорофилла (показание N-тестера), ед.		Коэффициент продуктивности фотосинтеза (КПФ)		Отклонение КПФ от контроля, %	
	1 учет*	2 учет	1 учет	2 учет	1 учет	2 учет	1 учет	2 учет
Контроль (без обработки)	118,2	106,5	575	617	5,18	5,56	-	-
Схема защиты I	138,5	121,1	634	683	6,69	7,00	30,4	27,3
Схема защиты II	148,1	131,9	642	686	7,24	7,66	41,2	39,3
Схема защиты III	124,4	113,4	618	665	5,86	6,39	14,1	16,1
Схема защиты IV	127,1	117,7	620	678	6,00	6,76	17,0	22,9
НСР ₀₅	6,6	5,9	21	18	0,42	0,33		

*1 срок учета – III декада июля – I декада августа; 2 срок учета – II-III декада августа.

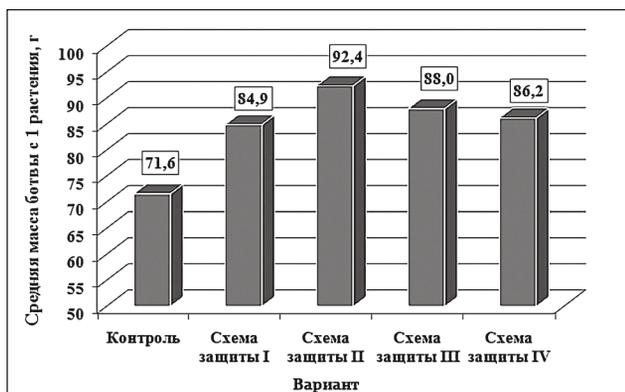


Рис. 1. Вегетативная масса с 1 растения сахарной свёклы в зависимости от фунгицидных обработок (среднее за 2020–2021 гг., НСР_{0,5} = 4,2 г).

К уборке средняя масса ботвы сахарной свёклы в вариантах с применением фунгицидов была больше, чем в контроле (71,6 г с 1 растения), на 18,6...29,0 % (рис. 1).

Продуктивность сахарной свёклы связана с развитием и функционированием листового аппарата. В 2020–2021 гг. средняя масса корнеплода не превышала 400 г. В вариантах с фунгицидными обработками величина этого показателя была больше, чем в контроле (319 г), на 14...52 г (или 4,2...16,2 %). Лучшими были варианты со схемами защиты II и III, в которых средняя масса корнеплода составляла 370 и 343 г, что достоверно превышало контроль (табл. 4).

Табл. 4. Влияние фунгицидной обработки на продуктивность сахарной свёклы (среднее за 2020–2021 гг.)

Вариант	Средняя масса корнеплода, г	Отношение массы ботвы к массе корнеплода	Биологическая урожайность, т/га	Прибавка урожая к контролю	
				т/га	%
Контроль (без обработки)	319	0,22	47,0	-	-
Схема защиты I	332	0,26	50,2	3,3	6,9
Схема защиты II	370	0,25	55,3	8,3	17,8
Схема защиты III	343	0,26	52,0	5,0	10,7
Схема защиты IV	339	0,25	50,6	3,7	7,9
НСР _{0,5}	22		2,9		

В годы исследований фунгицидные обработки предотвратили распространение возбудителей мучнистой росы, а это, в свою очередь, способствовало более интенсивному росту вегетативной массы. В результате отношение массы ботвы к массе корнеплодов в контрольном варианте составляло 0,22, тогда как в экспериментальных – 0,25...0,26, что соответствует большей ассимиляционной поверхности листьев на единицу массы корнеплодов.

Табл. 5. Влияние фунгицидной обработки на технологическое качество сахарной свёклы (2020–2021 гг.)

Исследуемый параметр	Контроль	Схема защиты			
		I	II	III	IV
Сахаристость, % (НСР _{0,5} = 0,26)	17,57	17,92	18,20	18,03	17,98
Содержание сухих веществ (СВ), % (НСР _{0,5} = 0,30)	26,20	25,88	25,81	25,92	25,67
Доля сахарозы в массе сухого вещества, % СВ (НСР _{0,5} = 2,07)	67,06	69,24	70,52	69,56	70,04
Содержание Na ⁺ , ммоль/100 г свёклы (НСР _{0,5} = 0,05)	0,63	0,54	0,48	0,51	0,49
Содержание K ⁺ , ммоль/100 г свёклы (НСР _{0,5} = 0,11)	3,94	3,67	3,32	3,53	3,44
Содержание α-NH ₂ , ммоль/100 г свёклы (НСР _{0,5} = 0,13)	1,95	1,53	1,21	1,37	1,35
Содержание редуцирующих веществ, % (НСР _{0,5} = 0,010)	0,067	0,048	0,037	0,051	0,042
Массовая доля растворимой углекислой золы, % к массе свёклы (НСР _{0,5} = 0,017)	0,393	0,368	0,351	0,362	0,357
Чистота очищенного клеточного сока, % (НСР _{0,5} = 0,28)	92,41	93,19	93,81	93,48	93,53
Массовая доля солей Ca, % CaO (НСР _{0,5} = 0,011)	0,043	0,028	0,020	0,030	0,025
Прогнозируемые потери сахара в мелассе, % (НСР _{0,5} = 0,10)	1,66	1,57	1,45	1,54	1,48
Прогнозируемый выход сахара, % (НСР _{0,5} = 0,20)	14,91	15,35	15,75	15,49	15,51
Коэффициент извлечения сахара из свёклы, % (НСР _{0,5} = 0,47)	84,86	85,66	86,54	85,91	86,26
Сбор очищенного сахара с 1 га посева, т/га (НСР _{0,5} = 0,34)	7,01	7,71	8,70	8,05	7,85

К уборке биологическая урожайность сахарной свёклы в экспериментальных вариантах составляла от 50,2 до 55,3 т/га. Наибольшая в опыте прибавка урожая, относительно контроля (47,0 т/га), была отмечена при обработке растений фунгицидами по схемам II и III – соответственно 8,3 и 5,0 т/га (17,8 и 10,7 %).

При уборке корнеплодов сахарной свёклы выявлено наличие таких болезней, как сухая фузариозная гниль и парша обыкновенная. Фузариоз проявлялся в виде пятен сухой гнили, занимающих от 5 % поверхности корнеплода и более. Эту болезнь, в основном, отмечали на корнеплодах, поверхность которых была сильнее поражена паршой. В контроле доля корнеплодов с различными патологиями (поражение паршой обыкновенной и сухим фузариозом) достигала 40,3 %. При использовании схемы защиты I величина этого показателя снижалась в 2,5 раза; схемы II – в 3,2 раза; схемы III – в 2,0 раза; схемы IV – в 3,3 раза (рис. 2).

Причина снижения количества больных корнеплодов

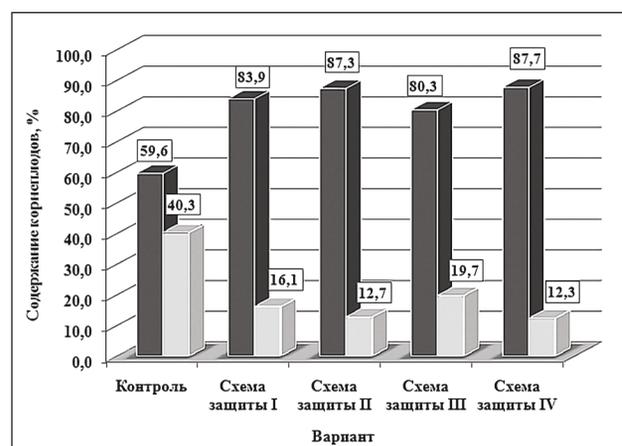


Рис. 2. Фитопатологическое состояние корнеплодов сахарной свёклы в зависимости от фунгицидных обработок (среднее за 2020–2021 гг.): ■ – корнеплоды здоровые, НСР_{0,5} = 4,0 %; ▒ – корнеплоды, пораженные болезнями, НСР_{0,5} = 2,1 %.

в экспериментальных вариантах, возможно, связана с повышением иммунитета растений в засушливых условиях вегетационных периодов сахарной свёклы вследствие применения фунгицида Абакус Ультра в комплексе с Пиктор Активом. Наибольшая в опыте доля здоровых корнеплодов выявлена в вариантах со схемами защиты II (87,3 %) и IV (87,7 %).

Сахаристость по вариантам опыта изменялась от 17,57 до 18,20 % при содержании сухих веществ 25,67...26,20 % (табл. 5). При обработке вегетирующих растений фунгицидами содержание сахара в корнеплодах

было выше, чем в контроле (17,57 %), на 0,36...0,64 %. Наибольшие величины этого показателя отмечены в вариантах со схемами защиты III и IV – 18,20 и 18,03 % соответственно.

В экспериментальных вариантах отмечали снижение количества несахаров-мелассообразователей: натрия – на 13,6...27,2 %; калия – на 6,9...15,8 %; α -аминного азота – на 21,3...37,8 %, относительно контрольного варианта, в котором величины перечисленных показателей составляли соответственно 0,63; 3,94 и 1,95 ммоль/100 г свёклы. Наименьшее количество щелочных элементов выявлено в варианте со схемой защиты II.

Количество РВ при использовании фунгицидов варьировало от 0,037 до 0,051 %, что в 1,3...1,8 раза меньше, чем в контроле (0,067 %). Аналогичная тенденция отмечена по содержанию растворимой кондуктометрической зольности, которое во всех вариантах опыта не превышало допустимого значения (0,6 %). Наименьшее величина этого показателя отмечена в варианте со схемой защиты растений II – 0,351 %, что ниже контроля (0,393 %) в 1,1 раза.

В корнеплодах, выращенных в экспериментальных вариантах, отмечены более высокие качественные характеристики очищенного клеточного сока. Его чистота варьировала от 93,19 до 93,81 %, что на 0,78...1,41 % выше, чем в контроле (92,41 %). Содержание солей кальция, образующихся при дефекации из-за взаимодействия $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с продуктами разложения редуцирующих веществ, в вариантах с обработкой вегетирующих растений фунгицидами было ниже контроля (0,043 % CaO) в 1,5...2,2 раза. Лучшее качество очищенного сока отмечено в варианте с применением схемы защиты II.

Результаты расчёта прогнозируемых технологических показателей свидетельствуют, что в экспериментальных вариантах потери сахара в мелассе были на 0,08...0,21 % ниже контроля (1,66 %). Выход сахара в вариантах с фунгицидными обработками превышал величину этого показателя в контроле (14,91 %) на 0,44...0,84 %. Наибольшей она была при использовании схемы защиты II – 15,75 %. В этом варианте отмечен самый высокий коэффициент извлечения сахарозы – 86,54 %, что выше контроля на 1,68 %.

Основным интегральным показателем, характеризующим эффективность свеклосахарного производства, выступает прогнозируемый сбор очищенного сахара с 1 га, который напрямую зависит от урожайности и выхода сахара. Имеющиеся данные позволяют судить о том, что фунгицидные обработки обеспечивали его достоверное повышение, по сравнению с контролем, на 0,70...1,69 т/га (или 10,0...24,1 %). Максимальная величина этого показателя отмечена в варианте с обработкой растений сахарной свёклы в период вегетации согласно схеме II (8,70 т/га), что объясняется большей урожайностью (55,3 т/га) и высоким прогнозируемым выходом сахара (15,75 %).

Выводы. Наиболее эффективна схема защиты сахарной свёклы, которая включает 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. Этот агротехнический приём способствовал формированию более высокой ассимиляционной поверхности листьев и длительному сохранению в активном состоянии фотосинтетического потенциала, эффективно подавлял рост грибов-возбудителей мучнистой росы, улучшал ростовые процессы, повышал устойчивость растений к неблагоприятным факторам окружающей среды (недостаток влаги, высокая температура). Применение препаратов Абакус Ультра и Пиктор Актив согласно указанной схеме защиты обеспечило повышение коэффициента продуктивности фотосинтеза

на 41,2 %, формирование прибавки урожая на уровне 8,3 т/га, снижение количества корнеплодов с патологиями в 3,2 раза, увеличение выхода сахара при переработке на 0,84 % при лучшей его извлекаемости и повышение сбора очищенного сахара с единицы площади на 24,1 %.

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

Литература.

1. Добрынин Н.Д., Мерзликин М. А. Вредные организмы посевов сахарной свёклы в лесостепи Центрального Черноземья // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2015. № 2 (45). С. 32–35.
2. Стогниенко О.И., Мелькумова Е. А., Корниенко А. В. Церкоспороз сахарной свёклы и методы снижения его вредоносности. Воронеж: ООО «Антарес», 2016. 160 с.
3. Жеряков Е.В., Бредучева Е. С. Устойчивость различных гибридов сахарной свёклы к поражению заболеваниями листового аппарата // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2021. Т. 2. № 1. С. 20–25.
4. Корниенко А. В. Система для создания адаптивных и устойчивых гибридов сахарной свёклы // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2018. № 1. С. 196–202.
5. Биологически и экологически эффективная система защиты сахарной свёклы в Центральном-Чернозёмном районе / М. А. Мерзликин, О. А. Минакова, О. В. Гамуев и др. // Вестник Курганской ГСХА. 2021. № 3. С. 4–12.
6. 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 и др. // Аграрный научный журнал. 2017. № 9. С. 37–42.
7. Бородин Д. Ю. Опыт защиты сахарной свёклы в Ставропольском крае // Земледелие. 2016. № 3. С. 47–48.
8. Долженко В.И., Лаптев А. Б. Современный ассортимент средств защиты растений: биологическая эффективность и безопасность // Плодородие. 2021. № 3 (120). С. 71–75.
9. Развитие исследований по формированию современного ассортимента фунгицидов / Л. Д. Гришечкина, В. И. Долженко, О. В. Кунгурцева и др. // Агрохимия. 2020. № 9. С. 32–47.
10. Путилина Л.Н., Лазутина Н. А. Формирование технологического качества и продуктивности сахарной свёклы в результате действия современных фунгицидов // Хранение и переработка сельхозсырья. 2021. № 1. С. 38–51.
11. Physiological effects of the strobilurin fungicide F 500 on plants / H. Köhle, K. Grossmann, T. Jabs, et al. // Modern Fungicides and Antifungal Compounds III. 2002. P. 61–74.
12. Kanungo M., Joshi J. Impact of Pyraclostrobin (F-500) on Crop Plant // Plant Science Today. 2014. Vol. 1(3). P. 174–178.

Поступила в редакцию 27.04.2023

После доработки 16.09.2023

Принята к публикации 24.10.2023