

Почвозащитная роль безотвальной обработки почвы в технологии возделывания сахарной свёклы^S

М.И. ГУЛЯКА, канд. с/х. наук, вед. научн. сотрудник
(e-mail: guliaka_maria@mail.ru)

И.В. ЧЕЧЕТКИНА, зав. отделом агротехники сахарной свёклы
(e-mail: ira.chechetkina@list.ru)

РУП «Опытная научная станция по сахарной свёкле», Республика Беларусь

Введение

Применение интенсивных систем обработки почвы, предусматривающих ежегодную отвальную вспашку под все культуры севооборота, способствует возникновению и быстрому развитию эрозионных процессов. В Республике Беларусь в настоящее время водной и ветровой эрозии подвержено 556,5 тыс. га сельскохозяйственных земель, что составляет 7,2 % от общей их площади. Кроме того, 41,2 % пахотных земель являются дефляционно опасными. Ежегодно повторяющиеся в весенний период пыльные бури приводят к задуванию (выдуванию) до 5–7 %, иногда 10–12 % посевных площадей свёклы, более 15–20 % площадей повреждаются частично [7, 10]. Пыльные бури приводят к неравномерности появления всходов и снижению густоты стояния сахарной свёклы, что создаёт трудности при химической защите разнофазовых всходов свёклы от сорняков. Однако это явление имеет и более далёкие негативные последствия. Во время пыльной бури при большой скорости ветра ткани молодых растений свёклы получают механические повреждения частицами песка.

Через образовавшиеся микротрещины проникает инфекция, что провоцирует развитие гнилей корнеплодов.

Возделывание свёклы в районах с холмистым рельефом практически ежегодно приводит к замыванию части посевов. Одним из способов снижения эрозионных процессов является система обработки почвы, направленная на максимальное сохранение в ней влаги. Данного результата можно достичь путём минимизации обработки почвы (замены отвальной вспашки безотвальной обработкой) с оставлением на поверхности мульчи из стерни или растительных остатков пожнивной культуры [5, 8, 9]. Мульчирование – одно из средств управления факторами скорости ветра и формирования почвенной структуры при дефляции, а также стока при водной эрозии.

В Республике Беларусь исследования по изучению влияния безотвальной обработки почвы на продуктивность сахарной свёклы проводились только на Опытной станции по сахарной свёкле (г. Несвиж). Длительный стационарный опыт по изучению разных систем и способов основной

обработки почвы в севообороте был заложен в 1974 г. Кроме того, с 1966 г. проводится мониторинговый опыт по изучению влияния погодных условий на формирование урожайности и качества сахарной свёклы. Получен богатый экспериментальный материал, на основании которого мы можем утверждать, что применение безотвальной обработки почвы в севообороте с сахарной свёклой улучшает обеспеченность растений водой и повышает продуктивность культур севооборота.

Материал и методика исследований

Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на валунном хрящевидном песке, подстилаемом с глубины 70–80 см песком. Севооборот 8-польный: занятый пар, озимая тритикале (озимая рожь), сахарная свёкла, ячмень с подсевом клевера, клевер 1-го года пользования, озимая рожь (озимая тритикале), сахарная свёкла, ячмень.

Варианты систем основной обработки почвы в севообороте:

1) В 100 % – отвальная вспашка на глубину 20 см под все культуры севооборота (контроль);

^S Выбор спонсора научных публикаций осуществляется по усмотрению редакции, любая взаимосвязь между видами деятельности спонсора и результатами научной работы исключается



2) Д 25 % – дискование на 8–10 см в двух полях (ячмень), вспашка в шести;

3) Д 50 % – дискование в четырёх полях (ячмень и озимые), вспашка в четырёх;

4) Д 75 % – дискование в шести полях (ячмень, озимые, занятый пар), вспашка в двух;

5) Д 100 % – дискование во всех полях;

6) БР 100 % – безотвальное рыхление на 20 см во всех полях.

Удобрения: под сахарную свёклу – 100 т/га навоза, $N_{120}P_{90}K_{150}$; под зерновые – $N_{60}P_{45}K_{60}$; под культуры занятого пара и клевер – $P_{45}K_{45}$; в двух полях севооборота под озимые – известкование (5 т/га доломитовой муки).

Агрохимические свойства пахотного слоя почвы (0–20 см) с момента закладки опыта и по истечении пяти ротаций севооборота изменились таким образом: кислотность (рНКСИ) во всех вариантах снизилась с 5,9 до 6,8; содержание гумуса возросло с 2,5 до 3,7 %, подвижного фосфора – со 160 до 300 и обменного калия – со 120 до 260 мг/кг почвы. Действие систем основной обработки почвы проявилось в следующем: при ежегодной мелкой или безотвальной обработке почвы в севообороте содержание элементов питания увеличилось в верхнем (0–10 см) слое почвы и не снизилось в нижнем (10–20 см).

Повторность вариантов опыта трёхкратная, размещение делянок рендомизированное. Общая площадь делянки 130 м², учётной – зерновые 100 м², пропашные 88 м². Агротехника возделывания культур севооборота соответствовала отраслевым регламентам. Отвальная вспашка проводилась плугами ПН-4-35 и ПНГ-3-43, дискование – тяжёлой дисковой бороной БДТ-3, безотвальное рыхление – плугом Мальцева или другими плугами без отвалов.

Системы обработки почвы не подвергались изменениям с момента закладки опыта. Учёты, наблюдения и анализы проводились согласно методике ВНИС.

Результаты исследований

Зависимость урожайности сахарной свёклы от условий погоды, по данным многих исследователей, составляет 34–50 % [3, 4, 6]. Главными определяющими факторами являются сумма осадков и температура воздуха. Основываясь на многолетних данных, полученных в мониторинговом опыте, мы попытались математически выразить закономерность влияния этих факторов на урожайность и сахаристость корнеплодов.

Расчёты показали, что зависимость урожайности от количества осадков самая сильная в июле (коэффициент корреляции $r = 0,7$, коэффициент детерминации $d = 0,49$), т. е. урожайность почти

на 50 % зависит от осадков. В августе и сентябре корреляционная связь между осадками и урожайностью слабее, по классификации Б.А. Доспехова она является средней ($r = 0,43$ и $0,45$) и зависит от условий увлажнения на 19–20 % (табл. 1). Корреляционная связь между температурой воздуха и урожайностью сахарной свёклы является одинаково сильной в июле, августе и сентябре ($r = 0,71–0,76$), т. е. зависимость от температурного фактора в эти месяцы составляет 50–58 %. Сахаристость корнеплодов более всего зависит от количества осадков в сентябре ($r = 0,45$) и суммы температур в августе и сентябре ($r = 0,44$ и $0,51$).

Так, по данным табл. 2, самая высокая масса корнеплода – 873 г была получена в 2009 г., когда в июле-августе выпало наибольшее количество осадков (123 и 43 мм), а самая низкая – 444 г – в 1999 г. (79 и 20 мм).

Таблица 1. Корреляционная зависимость урожайности и сахаристости сахарной свёклы от количества осадков и температуры воздуха (среднее за 1966–2011 гг.)

Месяц	Урожайность				Сахаристость			
	Осадки		Температура		Осадки		Температура	
	r	d	r	d	r	d	r	d
Июль	0,70	0,49	0,74	0,55	0,18	0,03	0,19	0,04
Август	0,45	0,20	0,76	0,58	0,18	0,03	0,44	0,19
Сентябрь	0,43	0,19	0,71	0,50	0,45	0,20	0,55	0,26

Таблица 2. Влияние количества осадков на массу корнеплода сахарной свёклы (данные на 10 октября)

Год	Масса корнеплода, г	Сумма осадков, мм							
		Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Апрель – октябрь
Средняя многолетняя									
1966–2019	555	39	56	78	82	65	59	44	423
Минимальная									
1999	444	33	55	37	79	20	42	22	288
Максимальная									
2009	873	15	72	169	123	43	42	76	540



Исследованиями установлено, что в годы с дефицитом осадков урожайность корнеплодов сахарной свёклы в вариантах с дискованием или безотвальным рыхлением была выше, чем в варианте с отвальной вспашкой (табл. 3).

Агрофизические свойства почвы. В системе земледелия обработка почвы является одним из основных элементов, так как она оказывает большое влияние на водно-физические, биологические и агрохимические свойства почвы. Супесчаные почвы имеют близкие по величине показатели оптимальной и равновесной плотности, что весьма показательно для научного обоснования возможности сокращения числа обработок и глубины рыхления этих почв. По обобщённым данным, на супесчаных почвах оптимальная плотность для зерновых культур находится в пределах 1,20–1,35 г/см³, для пропашных – 1,10–1,45, равновесная же плотность этих почв равна 1,3–1,4 г/см³ [1, 2].

Результаты наших исследований не выявили существенных различий в изменении плотности сложения пахотного слоя почвы в зависимости от систем основной обработки. Как при отвальной вспашке, так и при безотвальной обработке почвы в севообороте плотность сложения была на одном уровне и близка к оптимальным показателям (1,35–1,36 г/см³) от всходов до уборки сахарной свёклы.

Из всех приёмов обработки лёгких почв эффективными являются те, при которых влага хорошо накапливается в почве и дольше сохраняется. На супесчаных почвах, подстилаемых лёгкими породами, растения чаще и сильнее страдают от засухи, чем на других типах почв. Нашими исследованиями установлено, что безотвальная обработка почвы способна повышать запасы влаги в пахотном слое,

особенно в засушливые периоды. Так, по данным табл. 4, запас продуктивной влаги в пахотном слое почвы по дискованию и безотвальному рыхлению был выше, чем по отвальной вспашке. Особенно важно, что влаги было больше в период смыкания листьев свёклы, когда от этого зависит уровень урожайности.

Как показывает практика, ценность результатов научных исследований возрастает пропорционально их продолжительности. На основе длительных опытов можно адекватно оценивать как позитивные, так и негативные последствия систем обработки почвы.

Многолетние данные, полученные в нашем стационарном опыте, позволяют с уверенностью говорить о положительном влиянии безотвальной обработки почвы на её влажность. В течение пяти ротаций севооборота проводилось изучение влажности почвы под разными культурами. Установлено, что замена отвальной вспашки дискованием или безотвальным рыхлением способствует накоплению и сохранению влаги в пахотном слое почвы (табл. 5).

И ещё один аргумент в пользу безотвальной обработки: она снижает водопроницаемость почвы. При высокой скорости водопрони-

Таблица 3. Влияние систем обработки почвы в севообороте на урожайность сахарной свёклы в экстремально сухие годы, т/га

Год	Гидротермический коэффициент	Система обработки почвы		
		1. В 100 %	5. Д 100 %	6. БР 100 %
1992	1,0	14,4	15,5	14,6
1996	1,0	28,8	30,8	28,4
2003	1,2	56,8	60,0	–
2016	0,9	39,6	50,0	48,4
2018	1,1	69,3	72,5	71,9

Таблица 4. Водно-физические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы в зависимости от способа основной обработки почвы (сахарная свёкла, 1986–1988 гг.)

Фаза развития свёклы	Слой почвы, см	Плотность сложения, г/см ³			Запас продуктивной влаги, мм/га		
		1. В	5. Д	6. БР	1. В	5. Д	6. БР
Всходы	0–10	1,32	1,35	1,34	13,6	14,8	15,2
	10–20	1,32	1,38	1,37	16,1	18,2	17,1
	0–20	1,32	1,36	1,35	29,7	32,8	32,3
Смыкание листьев	0–10	1,38	1,35	1,35	13,8	13,0	15,5
	10–20	1,40	1,35	1,39	14,8	16,5	15,6
	0–20	1,39	1,35	1,37	28,6	29,5	31,1
Уборка	0–10	1,31	1,35	1,30	13,7	13,7	14,6
	10–20	1,35	1,39	1,34	14,2	14,4	14,2
	0–20	1,33	1,37	1,32	27,9	28,1	28,8
Среднее за вегетацию	0–10	1,34	1,35	1,33	13,7	13,8	15,1
	10–20	1,36	1,37	1,37	15,0	16,4	15,6
	0–20	1,35	1,36	1,35	28,7	30,2	30,7



нищаемости влага выпадающих осадков быстро просачивается в подпахотный горизонт, т. е. опускается за пределы основной массы корневой системы растений и становится для них недоступной. Определение скорости водопроницаемости после уборки ячменя (1987–1989 гг.) показало, что от применения дискового лущения она уменьшалась, что, конечно, является положительным фактом. Так, если по ежегодной отвальной вспашке её величина в первый час эксперимента составила 168 мм/час, то по дискованию – 152 мм/час (рис. 1). Снижение водопроницаемости в наблюдаемом случае по дискованию обусловлено тем, что при обработке рабочими органами не затрагивается слой почвы 10–20 см. Кроме того, этому способствовала более высокая влажность почвы в варианте с дискованием.

Биологическая активность почвы. Для изучения биологической активности почвы в опыте применяли метод аппликаций. Нашими исследованиями не выявлено существенной зависимости биологической активности почвы от систем основной её обработки в севообороте. Степень разложения льняной ткани в пахотном слое за три летних месяца (данные получены в 1986–1988 гг.) при ежегодной отвальной вспашке составила 84–88 %, а при безотвальной обработке – 83–90 % [1, 2].

Засорённость посевов. Накопленный экспериментальный материал подтверждает: используя безотвальную обработку почвы, можно успешно бороться с сорняками. Многими исследователями установлено, что безотвальная обработка почвы приводит к увеличению засорённости посевов свёклы на 20–30 % [1, 2]. Поэтому следует отчётливо представлять, что это не упрощённая обработка почвы. Её можно внедрять только

при высокой культуре земледелия на полях, уже очищенных от сорняков, в первую очередь многолетних. В наших опытах применение дискования или безотвального рыхления под все культуры севооборота (варианты 5 и 6) приводило к повышению засорённости посева свёклы перед первой обработкой гербицидами на 26,6 и 14,3 % соответственно, однако

применение эффективных систем химической защиты от сорняков позволило поддерживать посевы в чистом состоянии до самой уборки (табл. 6).

Учёт урожайности сахарной свёклы в 5-й ротации севооборота (средние данные за 6 лет: 2011–2013, 2015–2017 гг.) показывает, что применение дискового лущения способствует повышению

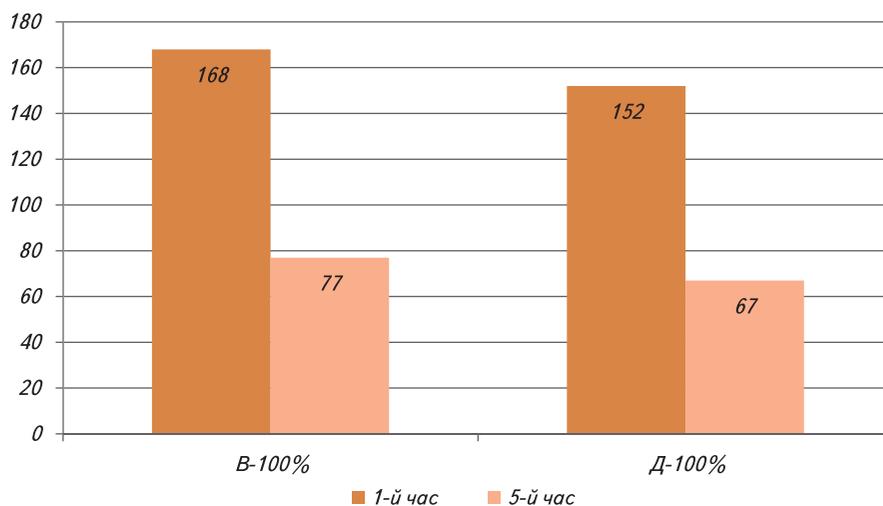


Рис. 1. Скорость водопроницаемости почвы при разных способах её обработки в среднем за 1987–1989 гг., мм/час

Таблица 5. Влияние систем основной обработки дерново-подзолистой супесчаной почвы в севообороте на её влажность в слое 0–20 см, % (в динамике через каждые 10 дней в среднем за вегетацию)

Культура, год исследования	1. В 100 %	5. Д 100 %	6. БР 100 %
Ячмень, 1979–1980	8,0	9,0	9,1
—»— 1982–1984	12,9	13,4	13,7
—»— 1983, 1985	12,3	12,8	13,3
Сахарная свёкла, 1982–1984	12,9	13,4	13,7
—»— 1986–1988	14,2	14,9	15,2
—»— 1996–1998*	8,2	10,4	10,0
—»— 2003–2005*	5,8	8,7	6,8

*Средние данные за август

Таблица 6. Количество всходов сорняков в посевах сахарной свёклы, шт/м²

Система обработки почвы	Ротации севооборота					Среднее за 5 ротаций	± к контролю, %
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я		
1. В 100 %	241	186	52	128	162	154	—
5. Д 100 %	280	260	86	156	191	195	+ 26,6
6. БР 100 %	252	256	72	131	169	176	+ 14,3



урожайности корнеплодов на 2,7 т/га по сравнению с отвальной вспашкой (рис. 2).

Выводы

На дерново-подзолистых супесчаных почвах, подверженных ветровой эрозии и характеризующихся острым дефицитом влаги в отдельные периоды вегетации, вполне возможен отказ от традиционной отвальной вспашки на глубину 20 см и замена её дискованием на глубину 8–10 см или безотвальной рыхлением на 20 см под большинство культур полевого севооборота, в том числе под сахарную свёклу без риска снижения её продуктивности и качества.

При безотвальной обработке супесчаной почвы агрофизические свойства пахотного слоя (плотность, скважность, степень аэрации и насыщения водой) остаются оптимальными. Такая обработка улучшает водный режим лёгких почв: повышается запас продуктивной влаги (особенно в периоды засухи), снижается скорость водопроницаемости.

Безотвальная обработка обеспечивает достаточно высокую степень биологической активности пахотного слоя почвы.

Системы разноглубинной основной обработки почвы в севообороте (при строгом соблюдении всех агротехнических требований) не оказывают существенного влияния на засорённость культур севооборота. Ежегодная безотвальная обработка под все культуры севооборота приводит к повышению засорённости посевов сахарной свёклы на 14–26 %, что может быть устранено с помощью эффективной схемы применения гербицидов.

Список литературы

1. *Вострухин, Н.П.* Безотвальная обработка почвы в севообороте / Н.П. Вострухин, Н.А. Лукьянюк,

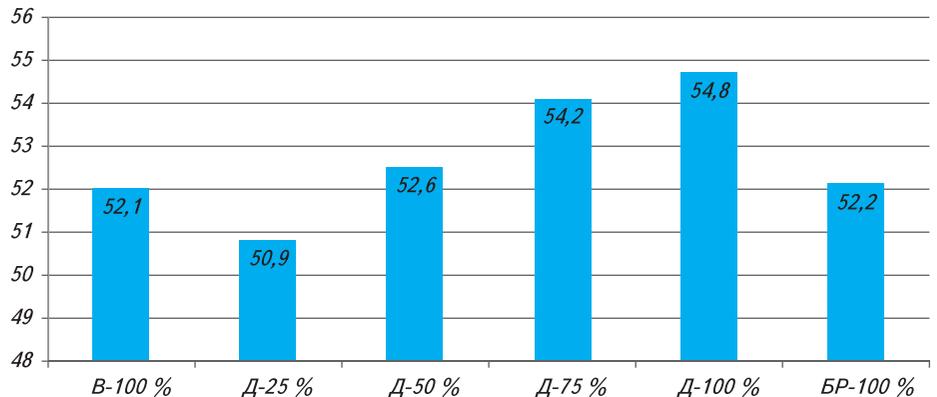


Рис. 2. Урожайность сахарной свёклы в зависимости от системы обработки почвы в среднем за 5-ю ротацию севооборота, т/га

И.С. Татур, М.И. Гуляка. – Минск : Беларуская навука, 2013. – 124 с.

2. *Вострухин, Н.П.* Земледелие и свекловодство / Н.П. Вострухин. – Минск : Беларуская навука, 2009. – С. 232–293.

3. *Вострухин, Н.П.* Мониторинг динамики формирования урожайности и качества сахарной свёклы в Беларуси за 1966–2011 годы / Н.П. Вострухин, М.И. Гуляка. – Несвиж : Несвижская типография им. С. Будного, 2013. – С. 16–25.

4. *Дьяков, Д.А.* Влияние питательного режима, погодных условий и агротехники на продуктивность сахарной свёклы / Д.А. Дьяков, О.А. Минакова, О.К. Боронтов [и др.] // Сахарная свёкла. – 2015. – № 10. – С. 33–36.

5. *Кирюшин, В.И.* Минимизация обработки почвы / В.И. Кирюшин // Земледелие. – 2007. – № 4. – С. 28–30.

6. *Клочков, А.В.* Погода и урожайность / А.В. Клочков, О.Б. Соломко, О.С. Клочкова // Белорусское сель-

ское хозяйство. – 2018. – № 12. – С. 76–78.

7. *Лукьянюк, Н.А.* Эффективность влияния мульчи и способов её формирования на продуктивность сахарной свёклы / Н.А. Лукьянюк // Сахар. – 2020. – № 3 – С. 42–48.

8. *Небышинец, С.С.* Энергоресурсосберегающие системы обработки почвы / С.С. Небышинец, Н.Г. Бачило, Л.А. Булавин [и др.] // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси. – Минск : ИВЦ Минфина, 2007. – С. 48–66.

9. *Останин, А.В.* Влияние мульчи и доз азотных удобрений на продуктивность сахарной свёклы / А.В. Останин, Н.А. Лукьянюк // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 3. – С. 6–10.

10. *Цыбулько, Н.Н.* Эрозионная деградация почв Беларуси / Н.Н. Цыбулько, А.М. Устинова, А.Н. Червань [и др.] // Земледелие и защита растений. – Приложение к журналу № 2. – 2018. – С. 19–26.

Аннотация. В статье представлена информация об эффективности применения безотвального рыхления под сахарную свёклу. Установлена корреляционная зависимость продуктивности свёклы от погодных условий. Изучено влияние безотвальной обработки на водно-физические свойства и её роль в повышении и сохранении почвенной влаги в засушливые периоды.

Ключевые слова: обработка почвы, погодные условия, сахарная свёкла, продуктивность, влажность почвы.

Summary. The article provides information on the effectiveness of the use of non-moldboard loosening for sugar beets. The correlation dependence of beet productivity on weather conditions has been established. The influence of non-moldboard tillage on water-physical properties and its role in the increase and preservation of soil moisture in dry periods has been studied.

Keywords: tillage, weather conditions, sugar beets, productivity, soil moisture.

