

Итоги 60-летних исследований систем основной обработки почвы в севообороте с сахарной свёклой

М.И. ГУЛЯКА, канд. с/х. наук

Ю.М. ЧЕЧЁТКИН, зам. директора по научной работе

И.В. ЧЕЧЁТКИНА, зав. отделом агротехники сахарной свёклы

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

(e-mail: bel-os@tut.by)

Введение

Совершенствование системы основной обработки почвы предусматривает оптимизацию её глубины и потребность в оборачивании пласта. Обработка почвы является одним из базовых элементов системы земледелия. Придание пахотному слою благоприятного для растений сложения посредством правильно выбранных приёмов, способов и глубины обработки почвы способствует созданию условий для формирования высокого урожая. Велика её роль в уничтожении сорняков, повышении устойчивости почвы к водной и ветровой эрозии, минерализации органического вещества, экономном использовании топливно-энергетических ресурсов [3].

Проблема создания и поддержания глубокого окультуренного пахотного слоя с давних пор и по настоящее время считается важнейшей в земледелии и постоянно привлекает внимание учёных и практиков. В то же время в мировом земледелии всё большее признание находит её минимизация — сокращение количества и уменьшение глубины обработок [2, 5].

Система обработки почвы непременно должна быть дифференцированной с учётом конкретных природных и хозяйственных условий. Установление же зональных особенностей действия разной

интенсивности механической обработки почвы (систем обработки почвы в севообороте) на физические, химические и биологические процессы, протекающие в почве, урожай и качество продукции возможно только при проведении длительных (20–30 лет и более) стационарных полевых опытов. Лишь результаты таких опытов могут служить основой для развития теории минимизации и разработки достаточно достоверных рекомендаций производству [2].

В 1957 г. на сельскохозяйственной опытной станции (г. Несвиж) был заложен стационарный полевой опыт по изучению систем разнотравной основной обработки почвы в севообороте с сахарной свёклой, который проводился в течение 60 лет.

Методика и условия проведения исследований

Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на пылевато-песчаном суглинке, подстилаемом с глубины 0,7–0,8 м средним и ниже — лёгким суглинком. Мощность гумусового горизонта 20–25 см. Агротехнические показатели пахотного слоя почвы при закладке опыта следующие: рНКС1 — 6,1, содержание гумуса — 2,5 %, фосфора — 142, калия — 140 мг/кг почвы.

В пространстве развернуто три поля. Севооборот 8-польный со следующим чередованием культур: сахарная свёкла — ячмень с подсевом клевера — клевер одного года пользования — озимое тритикале — картофель — сахарная свёкла — ячмень — горох на зерно — озимое тритикале. Таким образом, в каждой ротации севооборота сахарная свёкла занимала два поля и, располагаясь в пространстве на трёх полях, в течение 7 ротаций свёкла возделывалась 42 года.

Схема опыта включала в себя варианты систем основной обработки почвы в севообороте:

- 1) вспашка на глубину 20 см под все культуры;
- 2) вспашка на 25 см под пропашные и на 20 см под другие культуры;
- 3) вспашка на 30 см под пропашные и на 20 см под другие культуры;
- 4) безотвальное рыхление на 30 см под пропашные и дисковое лущение на 8–10 см под другие культуры;
- 5) вспашка на 20 см с последующим безотвальным рыхлением на 30 см под пропашные и дисковое лущение на 8–10 см под другие культуры.

Удобрения под сахарную свёклу: 40 т/га навоза, $N_{90}P_{60}K_{120}$. Технологии возделывания культур в опыте осуществлялись согласно отраслевым регламентам. Повторность

вариантов опыта трёхкратная, общий размер делянки 220–300 м², учётная площадь делянки на сахарной свёкле 50–100 м². Учёты, наблюдения, анализы проводились согласно общепринятым методикам.

Результаты исследований и их обсуждение

В системе агротехнических мероприятий по борьбе с сорной растительностью обработке почвы придаётся особое значение. Долгое время отвальная вспашка на глубину пахотного слоя считалась единственно верным способом снижения засорённости полей. Но такая обработка почвы как бы «консервирует» семена сорняков, перемещая их в нижний слой. При ежегодной отвальной вспашке последующий оборот пласта выносит семена сорняков наверх, где в аэробных условиях они успешно прорастают. Безотвальная же обработка создаёт семенам сорняков условия для быстрого прорастания, что позволяет их уничтожить в тот же год. Накопленный экспериментальный материал подтверждает: используя безотвальную обработку почвы, можно успешно бороться с сорняками. Несомненно, безотвальная обработка почвы приводит к увеличению засорённости посевов на 20–30 %. Поэтому следует чётко 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.

Динамику засорённости при длительном использовании разных систем основной обработки почвы можно наглядно проследить на посевах сахарной свёклы (табл. 1). За время проведения опыта культура возделывалась 42 года. Сорняки учитывали после появления всходов свёклы перед ручной прополкой (или внесением гербицидов). В первые годы исследований на 1 м² насчитывалось 300–400 всходов сорняков. В дальнейшем соблюдение правильного чередования культур в севообороте, систематическое уничтожение сорной растительности агротехническими методами и ручной прополкой, а со второй ротации – использование гербицидов привело к значительному снижению засорённости (до 200 шт/м²). От многолетних сорняков поля избавлены практически полностью. Многолетние исследования позволили заключить, что глубина основной обработки почвы не оказывает существенного влияния на степень засорённости. Систематическое же применение в севообороте безотвального рыхления под все культуры приводит к повышению засорённости посевов сахарной свёклы на 20–30 %.

Указанная выше закономерность не является препятствием для применения безотвальной обработки почвы, так как система эффективных гербицидов позволяет успешно контролировать

засорённость и иметь чистые посевы сахарной свёклы. Располагаясь в верхнем слое почвы, семена сорняков имеют лучшие условия для прорастания, и всходы их уничтожаются при последующих обработках, в то время как при отвальной обработке они попадают в нижние слои почвы и при обороте пласта часть семян сорняков снова порциями выносятся на поверхность.

Определяющим фактором физического состояния почвы является её объёмная масса (плотность), с которой непосредственно связаны водный, тепловой, воздушный режимы, а следовательно, интенсивность протекающих в ней биологических и химических процессов, рост и развитие растений. Придание почве оптимальной плотности составляет одну из важнейших функций обработки. Для дерново-подзолистых средне- и легкосуглинистых почв оптимальное значение объёмной массы находится в пределах: зерновые культуры – 1,2–1,4; пропашные – 1,1–1,2 г/см³; а равновесной плотности – 1,35–1,5 г/см³, т. е. они близки между собой, что весьма показательно для научного обоснования уменьшения глубины рыхления этих почв.

Результаты наших исследований не выявили существенных различий в изменении плотности сложения пахотного слоя почвы в зависимости от глубины и способа основной обработки. Как при ежегодной отвальной вспашке, так

Таблица 1. Количество всходов сорняков в посевах сахарной свёклы в зависимости от способа и глубины основной обработки почвы, среднее за 1957–2018 гг., шт/м²

Вариант опыта	Годы							Среднее
	1957–1965	1967–1975	1977–1985	1987–1994	1996–2002	2004–2010	2012–2018	
В-20	220	372	349	163	151	233	150	234
В-25	219	368	336	171	146	250	150	234
В-30	208	343	293	172	140	232	142	219
БР-30	300	434	470	198	181	294	282	308
В-20+10	304	393	386	225	155	210	179	264

и при безотвальном рыхлении почвы в севообороте объёмная масса была близка к оптимальной. На всех вариантах общая скважность пахотного слоя находилась в пределах нормы (51–52 %). Критическим значением для общего объёма пор таких почв является 38 % [3].

Из всех приёмов обработки лёгких почв эффективными являются те, при которых влага хорошо накапливается в почве и дольше сохраняется. Хотя Беларусь расположена в зоне достаточного увлажнения (около 400 мм осадков за вегетационный период), в отдельные годы и месяцы бывают неблагоприятные для растений засушливые условия. Долгое время считалось, что влажность почвы тем выше, чем глубже проведена обработка. Но ещё И.А. Стебут писал: «...чем мельче пахать, тем на меньшую глубину можно высушить почву». Земледельческой наукой и практикой накоплен большой экспериментальный материал, доказывающий, что при безотвальной обработке при наличии на поверхности мульчи из растительных остатков почва способна сохранить больше влаги [1, 4].

Нашими исследованиями установлено, что безотвальная обработка почвы способна повышать запасы влаги в пахотном слое, особенно в засушливые периоды (табл. 2). При таком способе обработки на поверхности почвы остается мульчирующий слой из стерни зернового предшественника и внесенного навоза. Мульча способствует сохранению почвенной влаги и более эффективному её использованию в периоды засухи. Безотвальное

рыхление по сравнению с отвальной вспашкой улучшает водный режим почвы, т. е. повышает запасы влаги в почве как общей, так и продуктивной. Плотность почвы остаётся на одном уровне с отвальной вспашкой. Кроме того, оставленная на поверхности мульча повышает устойчивость почвы к водной и ветровой эрозии.

Среди многих проблем, которые необходимо решать для обеспечения устойчивого развития земледелия, первостепенное значение имеет осуществление комплекса мер по сохранению и повышению плодородия почвы. Создание высокоплодородного фона – залог стабильных по годам урожаев сельскохозяйственных культур [2, 6]. Агрохимические свойства изучались в слое почвы 0–20 см. Под влиянием систематического известкования, внесения оптимальных доз органических и минеральных удобрений, травосеяния и других факторов за 60-летний период исследований в почве произошли следующие изменения: кислотность (рНКСИ) во всех вариантах снизилась в равной степени с 5,9 до 6,8; содержание гумуса возросло с 2,5 до 3,8 %, подвижного фосфора – со 142 до 318 и обменного калия – со 140 до 212 мг/кг почвы. Действие систем основной обработки почвы проявилось следующим образом: при безотвальной обработке почвы в севообороте содержание элементов питания увеличилось в верхнем (0–10 см) слое почвы по сравнению с нижним (10–20 см). Так, если по ежегодной отвальной вспашке в 1997–1999 гг. содержание гумуса в слое

почвы 0–10 см составило 3,74 %, а в слое 10–20 см – 3,79 %, то по безотвальному рыхлению соответственно 4,04 и 3,67 % (табл. 3). Такая дифференциация обусловлена различием в характере распределения пожнивных остатков и вносимых органических и минеральных удобрений в пахотном слое. При традиционной отвальной вспашке они распределяются равномерно по всему профилю пахотного слоя, а при безотвальной обработке – преимущественно в верхнем слое. Вследствие этого в почве создаются различные условия для разложения органической массы. В аэробных условиях верхнего слоя почвы активизируется процесс гумификации, что и приводит к более высокому содержанию гумуса. Современные результаты исследований свидетельствуют, что дифференциация пахотного слоя почвы на фоне постоянной безотвальной обработки по содержанию доступных форм питательных веществ не относится к факторам, ограничивающим получение в этих условиях стабильно высоких урожаев [1]. Этот вывод подтверждается и экспериментальными данными, полученными в нашем стационаре.

На протяжении длительного времени считалось, что корневая система растений легче проникает и лучше развивается в рыхлой почве. Однако в своё время Д.И. Менделеев доказал, что корни могут свободно проникать в твёрдую почву без всякой механической обработки. В нашем опыте мы измеряли длину и диаметр головки корнеплода сахарной свёклы в период уборки. Предположение, что с увеличением глубины вспашки увеличивается длина корнеплода, не подтвердилось, так как зафиксировать это в линейных величинах не удалось. В среднем за 1967–2001 гг. во всех вариантах показатели длины и толщины корнеплода были одинаковыми.

Таблица 2. Водно-физические свойства почвы в зависимости от способа и глубины основной обработки (слой почвы 0–30 см), среднее за 1992–2002 гг.

Вариант опыта	Пористость общая, %	Объёмная масса, г/см ³	Влажность, %	Запас влаги, мм/га	
				общей	продуктивной
В-20	51,7	1,26	10,2	38,5	27,4
БР-30	51,6	1,26	11,0	41,5	30,7

Установлено, что увеличение глубины вспашки с 20 до 25 и 30 см под сахарную свёклу не приводит к повышению урожайности и сахаристости корнеплодов (табл. 4), а лишь увеличивает расход топлива на 2,7 и 5,0 л/га соответственно. Безотвальное рыхление чизельным культиватором позволяет экономить до 4 л/га топлива. При отвальной вспашке на глубину 30 см на поверхность извлекается бедный элементами питания

подзолистый горизонт, имеющий высокую кислотность и неблагоприятные физические свойства. Поэтому на таких почвах предпочтительнее окультуривать верхний (0–20 см) слой, а не разбавлять его малоплодородным подпахотным, неся при этом затраты, не окупающиеся дополнительным урожаем.

Разуплотнение подпахотного слоя (20+10 см) дерново-подзолистых почв не даёт положительного эффекта. Не выявлено снижения

продуктивности сахарной свёклы при замене отвальной вспашки безотвальным рыхлением.

Результаты многолетних исследований позволили заключить, что глубина вспашки дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы под сахарную свёклу не должна превышать 20–22 см. Припашка части менее плодородного подпахотного слоя нередко создаёт неблагоприятные условия для растений в период посев – всходы. При оптимальной плотности пахотного и подпахотного слоёв почвы отпадает необходимость в почвоуглублении.

Таблица 3. Изменение содержания гумуса, фосфора и калия в слое почвы 0–10 и 10–20 см в зависимости от способов основной обработки, среднее за 1997–1999 гг.

Вариант опыта	Слой почвы, см	Содержание в почве		
		гумуса, %	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг
В-20	0–10	3,74	322	198
	10–20	3,79	325	225
Среднее	0–20	3,76	323	212
БР-30	0–10	4,04	318	251
	10–20	3,67	305	173
Среднее	0–20	3,86	312	212

Таблица 4. Продуктивность сахарной свёклы в зависимости от способа и глубины основной обработки почвы (среднее за 7 ротаций севооборота, 1957–2018 гг.)

Вариант опыта	Ротации севооборота							
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я	7-я	Среднее
	Урожайность корнеплодов, т/га							
В-20	31,0	36,0	36,1	42,8	58,2	71,6	69,3	49,3
В-25	30,4	35,6	34,9	41,8	57,4	70,6	69,2	48,6
В-30	29,7	35,6	35,4	41,8	57,4	70,2	69,5	48,5
БР-30	31,3	35,5	35,0	42,4	58,1	71,3	71,3	49,3
В-20+10	31,7	36,0	34,5	42,8	57,8	72,8	70,7	49,5
	Сахаристость, %							
В-20	16,0	17,1	17,0	16,9	17,4	17,6	18,0	17,1
В-25	16,1	17,1	17,0	17,1	17,3	17,8	18,2	17,2
В-30	16,1	17,2	16,8	17,1	17,2	17,7	17,9	17,1
БР-30	16,3	17,1	17,3	17,0	17,0	17,7	18,0	17,2
В-20+10	15,8	17,0	16,8	17,0	17,3	17,5	18,0	17,1
	Сбор сахара, т/га							
В-20	5,0	6,2	6,1	7,2	10,1	12,6	12,5	8,5
В-25	4,9	6,1	5,9	7,2	9,9	12,6	12,6	8,5
В-30	4,8	6,1	5,6	7,2	9,9	12,4	12,4	8,3
БР-30	5,1	6,1	6,1	7,2	9,9	12,6	12,8	8,5
В-20+10	5,0	6,1	5,8	7,3	10,0	12,7	12,7	8,5

Выводы

Результаты многолетних исследований позволили заключить, что глубина вспашки дерново-подзолистых легкосуглинистых почв под сахарную свёклу не должна превышать 20–22 см. Припашка части менее плодородного подпахотного слоя нередко создаёт неблагоприятные условия для растений в период посев-всходы. При оптимальной плотности пахотного и подпахотного слоёв почвы отпадает необходимость в почвоуглублении.

Дифференциация (гетерогенность) пахотного слоя почвы по плодородию, возникающая при длительной безотвальной системе обработки почвы, выражающаяся в более высоком содержании гумуса, фосфора и калия в верхнем 10-сантиметровом слое и меньшем в 10-20-сантиметровом, не оказывает отрицательного влияния на урожайность сахарной свёклы и продуктивность севооборота в целом по сравнению с отвальной вспашкой (гомогенный пахотный слой).

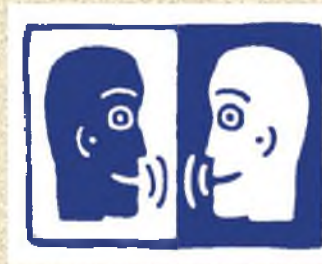
В засушливые периоды безотвальная обработка улучшает обеспеченность растений влагой.

Повышение засорённости посевов на 20–30 % при безотвальной обработке устраняется примене-

• Теперь в Facebook:

<https://www.facebook.com/sugar1923>

Общайтесь,
комментируйте,
задавайте вопросы экспертам!



• Теперь на журнал «Сахар» можно подписаться в любой момент в электронном каталоге «Почта России»: по индексу **П6305** или по названию «Сахар»:

<https://podpiska.pochta.ru/>

нием эффективных систем гербицидов.

Безотвальная обработка почвы сводит к минимуму негативное воздействие на почву и её плодородие ветровой и водной эрозии без риска снижения продуктивности и технологических качеств сахарной свёклы и других культур севооборота.

Применение высокопроизводительных почвообрабатывающих агрегатов для безотвального рыхления на 20–30% снижает энергетические и другие затраты на обработку почвы.

Список литературы

1. Безотвальная обработка почвы в севообороте / Н.П. Вострухин, Н.А. Лукьянюк, И.С. Татур, М.И. Гуляка // Минск : Беларуская навука. – 2013. – С. 28–45.

2. Вострухин, Н.П. Земледелие и свекловодство / Н.П. Вострухин. – Минск : Беларуская навука. – 2009. – С. 171–231.

3. Гуреев, И.И. Современные технологии возделывания и убор-

ки сахарной свёклы / И.И. Гуреев. – М. : Печатный город, 2011. – С. 61–73.

4. Заленский, В.А. Обработка почвы и плодородие / В.А. Заленский, Я.У. Яроцкий. – Минск : Беларусь, 2003. – С. 235–260.

5. Зубенко, В.Ф. Свекловодство. Проблемы интенсификации и ресурсосбережения / В.Ф. Зубенко. – Киев : НПП ООО «Альфастевия ЛТД». – 2005. – С. 77–94.

6. Шпаар, Д. Некоторые вопросы дальнейшей интенсификации выращивания сахарной свёклы в рамках устойчивого земледелия / Д. Шпаар // Пути интенсификации свеклосахарного производства в Республике Беларусь: материалы Междунар. науч.-произв. конф., посв. 70-летию Белорусской зональной опытной станции по сахарной свёкле. – Минск : Юнипак, 2002. – С. 15–30.

Аннотация. В статье изложены результаты исследований в длительном стационарном полевом опыте, где изучались системы разноглубинной основной обработки дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в севообороте с сахарной свёклой. Показано их влияние на продуктивность сахарной свёклы, засорённость посевов, изменение агрохимических и водно-физических свойств пахотного слоя.

Ключевые слова: сахарная свёкла, обработка почвы, урожайность, засорённость, сахаристость, сбор сахара, агрохимические и водно-физические свойства почвы.

Summary. The article presents the results of investigation in the stationary field experiment which lasted 60 years and studied the systems of variable-depth basic tillage of a light loamy derno-podzolic soil in rotation with sugar beet. It reveals their influence on the sugar beet yield, weed infestation of the crops, as well as the change of agrochemical and hydrophysical properties of the topsoil.

Keywords: sugar beet, tillage, yield, weed infestation, sugariness, sugar yield, agrochemical properties of the soil, hydrophysical properties of the soil.