

УДК: 631.51.633.63 (470.32)

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В АГРОЦЕНОЗАХ ЦЧР

**ВЕРЗИЛИН Василий Васильевич,**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экологического образования, Воронежский государственный педагогический университет

**БУТЕНКО Владимир Александрович,**

аспирант ФГБОУ ВПО «Российский государственный аграрный заочный университет», г. Москва

**КАДИРОВ Фархат Седрединович,**

аспирант ФГБОУ ВПО «Российский государственный аграрный заочный университет», г. Москва

**АННОТАЦИЯ.** Исследованиями установлено, что снижение энергоёмкости основной обработки почвы под сахарную свёклу уменьшало экологическую нагрузку на агроценоз и оказывало влияние на формирование основного запаса влаги в полуметровом слое почвы и засорённость посевов по изучаемым вариантам основной обработки почвы под культуру. Эти показатели незначительно различались в начале вегетационного периода и выравнивались к фазе активного роста и развития растений культуры. Урожайность сахарной свёклы, чистый доход и уровень рентабельности возделывания культуры на варианте с плоскорезной обработкой почвы были заметно ниже в благоприятные по увлажнению годы, а в острозасушливых условиях эта разница нивелировалась.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** экологическая нагрузка, обработка почвы, агроценоз, засорённость, запас влаги, сельскохозяйственные культуры.

**VERZILIN V.V.,**

Dr. Agricult. Sci., Department of Environmental Education, Voronezh State Pedagogical University

**BUTENKO V.A.,**

Post-graduate student, Russian State Agricultural Extramural University, Moscow

**KADIROV F.S.,**

Post-graduate student, Russian State Agricultural Extramural University, Moscow

## THE ECOLOGICAL ROLE OF PRIMARY TILLAGE IN THE CENTRAL BLACK EARTH REGION AGROCENOSSES

**ABSTRACT.** Research has shown that a decrease in energy intensity of the primary soil tillage for sugar beets reduced environmental effect on agroecosystem, influenced the moisture formation in the half-meter soil layer and had an effect on weediness. These characteristics slightly varied at the beginning of the growing season and aligned in the crop's active and development growth phases. Sugar beet yield, its net income and profitability of harvesting with primary tillage were significantly lower than in favorable years of humidification, but in dry conditions this difference leveled.

**KEY WORDS:** environmental load, tillage, agroecosystem, weediness, soil moisture, crops.

Экологическая устойчивость агроэкосистем основана на сохранении почв и повышении их плодородия. При этом рост экологических проблем при производстве растениеводческой продукции связан с процессами несоразмерного воздействия на почву орудиями механической обработки. Так, интенсификация систем основной обработки почвы в ЦЧЗ в течение последнего столетия привела к потере 25–30% основного показателя почвенного плодородия – гумуса.

Вместе с тем технологии сельскохозяйственного производства, связанные с отвальной обработкой

почв, обеспечивают ускоренную минерализацию гумуса, способствуют развитию эрозии почв, разрушению агрофизических показателей плодородия и др. Всё это привело к появлению и внедрению в производство альтернативных вспашке приёмов основной обработки почвы – чизельного, плоскорезного, поверхностного рыхлений и «прямого» посева полевых культур.

При этом почвенный покров в большей степени подвергается загрязнению, деградации и разрушению, поскольку все процессы, протекающие в агро

экосистемах, связаны с трансформацией, аккумуляцией и миграцией веществ в почвах и ландшафтах.

Учитывая используемые в настоящее время интенсивные технологии производства растениеводческой продукции, важно определить пути и технологии снижения производственной нагрузки на почву с целью роста устойчивости агроэкосистем и экологической стабильности окружающей среды.

Вместе с тем результаты научных исследований [1, 2, 3, 4] и производственный опыт свидетельствуют, что эффективность новых способов и систем обработки почвы в значительной степени зависит от почвенных и климатических условий, вида культур (сплошного посева или пропашная), уровня их плодородности и защиты от вредных организмов.

Вышеизложенное послужило основанием для сравнительного изучения отвальной вспашки и плоскорезного рыхления под сахарную свеклу по их влиянию на формирование основного запаса влаги и его расход в период вегетации, засоренность почвы и посевов, питательный режим и урожайность сахарной свеклы, а также на экономическую и энергетическую эффективность ее возделывания.

Исследования проводились в 2009–2012 гг. в многолетнем стационарном опыте, заложенном в ЗАО «АгроСвет» Новоусманского района Воронежской области. Почва опытного участка – чернозем типичный, тяжелосуглинистый с содержанием в слое почвы 0–30 см: гумуса – 5,5%; общего азота – 0,325 мг/100 г почвы; фосфора – 0,118 мг/100 г почв; калия – 88 мг/100 г почвы; РН солевой вытяжки – 6,4. Показатели полевой влагоёмкости почвы опытного участка (мм, доступной влаги): в слое 0–50 см – 151,2; 50–100 см – 112,1; 100–150 см – 81,4; 0–150 см – 344,7.

На базе стационарного опыта заложен 10-польный севооборот со следующим чередованием культур: предшественники озимых (чистый пар, сидеральный пар, гречиха) – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень – горчица – озимая пшеница – кукуруза на зерно – соя – ячмень – подсолнечник.

Общая площадь – 196 га, средний размер поля – 19,6 га. В севообороте сахарная свекла размещается после озимой пшеницы. В опыте было 3 варианта обработки почвы: 1) отвальная; 2) безотвальная и 3) нулевая.

В первом варианте после уборки предшественника (озимой пшеницы) производится дискование на 6–8 см John Deere 8430 + БДМ 6x4, через 15–20 дней вспашка на 30–32 см John Deere+ обо-

ротный плуг Lemken. Весной в день посева производится культивация на глубину посева 3–4 см МТЗ 1221+ КПШ-6. Посев пневматической сеялкой Gaspardo 18-рядной.

Во втором варианте после уборки предшественника осуществляется дискование на 6–8 см John Deere 8430 + БДМ 6x4. Далее следует культивация на 8–10 см Case SXL 500+ культиватор Horsch-18,3. Затем производится глубокое рыхление на 35–37 см John Deere 8430 + чизельный плуг. Весной перед посевом провели культивацию на глубину посева 3–4 см МТЗ 1221+ КПШ-6.

В третьем варианте посев производился в стерню озимой пшеницы на глубину 3–4 см без предварительных обработок почвы. Трактор Fendt + сеялка Gaspardo.

Для сева свеклы в опыте был использован гибрид Портланд. Односемянный триплоидный гибрид на ЦМС основе урожайно-сахарного направления во время производственного испытания показал среднюю урожайность корнеплодов 875 ц/га при сахаристости 18%. Характеризуется высокой пластичностью, что позволяет выращивать его в разных почвенно-климатических зонах. Гибрид отличается толерантностью к болезням листового аппарата. Вегетационный период – 160 дней. Имеет хорошие технологические показатели сырья и улучшенную форму корнеплода, что уменьшает затраты при уборке. Норма высева: 1,0–1,2 п.ед./га (4,0–5,0 шт./м).

Для удобрения при посевах во всех трех вариантах использовалась азофоска (16%) в дозе 1,5 ц/га. Опыт был заложен в 3-кратной повторности, размещение вариантов в опыте – последовательное.

Погодные условия в году проведения исследований были контрастными: за вегетационный период в 2009–2010 гг. осадков выпало меньше климатической нормы, причем вегетационный период 2010 года выдался на редкость острозасушливым, за период 2010–2012 гг. осадков выпало на уровне среднелетних показателей.

Величина запаса влаги в почве ко времени посева сахарной свеклы зависела от количества влаги, оставшейся после уборки озимой пшеницы, количества осадков в осенне-зимний период и степени их усвоения почвой.

В среднем за годы проведения исследований ко времени посева сахарной свеклы запас доступной влаги в слое 0–150 см составил в варианте с отвальной вспашкой 215 мм, а с плоскорезной обработкой – на 24,2 мм меньше (табл. 1).

Таблица 1 – Запасы доступной влаги после уборки озимой пшеницы и перед посевом сахарной свеклы, мм (среднее за 2009–2012 гг.)

Показатели	Слой почвы, см				
	0–50	50–100	0–100	100–150	0–150
Уборка озимой пшеницы	26,8	53,5	80,3	62,5	142,8
Посев сахарной свеклы	91,2	63,1	154,3	67,8	220,1
	76,6	53,8	130,5	67,0	197,5
мм	64,3	8,8	73,4	4,2	76,6
Усвоено осадков:	51,1	1,4	52,8	2,3	54,1
%	16,3	2,1	18,3	1,2	18,3
	12,7	0,4	13,1	0,7	14,7

Примечание: В период от уборки озимой пшеницы до посева сахарной свеклы в среднем за годы исследований выпало 399 мм осадков; над чертой – отвальная вспашка, под чертой – плоскорезная обработка.

Следовательно, за осенне-зимний период, в среднем за 4 года, в варианте с отвальной вспашкой было усвоено 86,8 мм влаги осадков, а с плоскорезной обработкой – 58,2 мм.

Из всего количества усвоенной влаги осадков слоем почвы 0–150 см в варианте с отвальной

вспашкой около 83% влаги приходилось на слой почвы 0–50 см и 13% – на слой почвы 50–100 см.

В варианте с плоскорезной обработкой 92% влаги, усвоенной слоем почвы 0–150 см, приходилось на слой почвы 0–50 см.

Сравнение фактических запасов доступной влаги в почве ко времени посева сахарной свеклы с наименьшей влагоемкостью – максимальным ее количеством, которое может удержать почва в капиллярах, указывает на то, что дефицит весеннего увлажнения (разница между количеством влаги, соответствующим НВ и фактическим ее содержанием, выраженная в % от НВ) слоя почвы 0–150 см в годы проведения исследований составил по плоскорезной обработке 44–47%, тогда как по отвальной вспашке – 36... 37%. В период с хорошим увлажнением (2011–2012 гг.) в осенне-зимний период дефи-

цит весеннего увлажнения был значительно меньше и составлял по вспашке 24%, а по плоскорезной обработке – 32%.

Способы основной обработки почвы оказали влияние и на расход влаги из почвы в период вегетации растений сахарной свеклы. Так, в годы с количеством осадков на уровне климатической нормы расход влаги из слоя 0–150 см составил по отвальной вспашке 22–24 мм, тогда как по плоскорезной обработке – 0...8 мм. Причем 73–82% этих потерь влаги по вспашке приходилось на верхний (0–50 см) слой почвы (табл. 2).

Таблица 2 – Динамика доступных запасов влаги в слое почвы 0–150 см, мм

Годы	1		2		3		4		5	
	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П
2009	213,2	183,2	179,1	183,2	-22,1	+1,3	113,0	93,5	-72,2	-90,1
2010	239,9	230,8	182,8	185,6	-61,5	-42,4	78,2	78,7	-104,5	-194,5
2011	214,6	168,4	173,6	163,9	-22,5	-4,5	149,1	138,4	-34,4	-32,4
2012	204,3	178,5	183,2	173,8	-21,1	-4,7	148,2	140,4	-35,0	-33,5
2009-2012	220,1	197,5	184,4	181,9	-35,5	-15,6	113,2	104,7	-71,6	-77,1

Примечание: 1 – посев; 2 – смыкание рядков; 3 – изменение за период, «посев-смыкание рядков»; 4 – уборка; 5 – изменение за период «смыкание рядков – уборка»; В – вспашка; П – плоскорезная обработка.

В острозасушливом 2010 г. при высоком весеннем запасе влаги в слое 0–150 см (239 и 230 мм) потери влаги в варианте с отвальной вспашкой составили 65 мм, а с плоскорезной – 42 мм. Таким образом, в первую половину вегетации посевы сахарной свеклы по отвальной вспашке расходовали больше влаги из основного запаса, нежели по плоскорезной обработке.

Расход запасов влаги во вторую половину вегетации сахарной свеклы (смыкание рядков – уборка) зависел в основном от количества осадков в этот период.

Так, если в среднем по увлажнению 2009 и 2011 г. (осадков выпало на уровне климатической нормы) из слоя почвы 0–150 см по отвальной вспашке расход влаги составил 72 мм, а по плоскорезной – 94 мм, то в 2012 г. Его уровень остался на отметках 34–35 мм и не зависел от способа основной обработки почвы, что объясняется обилием осадков в этот период.

В острозасушливом 2010 г., когда осадков выпало более, чем вдвое меньше климатической нормы, расход влаги из почвы был самым высоким за годы исследований и не зависел от способа основной обработки почвы.

Общий расход влаги посевами сахарной свеклы (основной запас + осадки за период вегетации) зависел от условий увлажнения в период вегетации. Так, в 2009 г. с количеством осадков, близким к климатической норме, он составил в варианте с отвальной вспашкой 354,4 мм, а с плоскорезной обработкой – 349,7 мм. В острозасушливом 2010 г. общий расход влаги снизился до 278–226 мм, а в 2011–2012 г. он был на 22% больше, чем в 2009 году.

Доля основного запаса в общем расходе влаги с количеством осадков в период вегетации, близким к климатической норме, составляла 28–32%, а с благоприятным увлажнением в этот период она снижалась до 10–15%, тогда как в острозасушливом 2010 г. возрастала до 56–61%.

Общий расход влаги на 1 т корнеплодов в среднем за годы исследований составил в варианте со вспашкой 13,7 мм и 16,8 мм – в варианте с плоскорезной обработкой, с колебаниями по годам от 12 и 13,6 мм до 18,9 и 23,0 мм соответственно по вспашке и плоскорезной обработке.

Применяемые в опыте способы основной обработки почвы оказали неодинаковое влияние на засоренность посевов сахарной свеклы. Непосредственной причиной наличия сорняков в посевах является наличие семян и вегетативных зачатков сорняков в верхнем слое почвы.

В наших исследованиях установлено, что содержание семян сорняков в слое почвы 0–30 см по изучаемым способам основной обработки почвы было практически одинаковым (356–348 млн. шт./га. При этом в слое 0–10 см на варианте с отвальной вспашкой их доля составила 17–21%, а по плоскорезной обработке – 60...62%. Более высокое, чем при вспашке, количество семян сорняков в верхнем (0–10 см) слое почвы при плоскорезной обработке обусловило и соответственно большую засоренность посевов сахарной свеклы на этом варианте.

Так, в среднем за годы исследований при трех сроках учета сорняков за период вегетации сахарной свеклы в ее посевах в варианте с плоскорезной обработкой их суммарное количество составило 174 шт./м<sup>2</sup>, тогда как в варианте с отвальной их было меньше на 29,5% (табл. 3).

Таблица 3 – Численность сорного компонента в посевах сахарной свеклы (среднее за 2009–2012 гг.)

Сроки учета сорняков	Отвальная вспашка				Плоскорезная обработка			
	всего		в т.ч. многолетние		всего		в т.ч. многолетние	
	шт./м <sup>2</sup>	%	шт./м <sup>2</sup>	%	шт./м <sup>2</sup>	%	шт./м <sup>2</sup>	%
Всходы	17,8	13,9	2,1	13,4	26,8	19,2	1,6	6,3
Смыкание рядков Перед уборкой	41,5	33,8	1,1	2,3	55,8	38,9	1,2	1,7
	64,3	52,4	3,6	6,4	67,2	42,4	1,6	2,3
Всего	123,6	100	6,8	5,3	149,8	100	4,4	2,9

Влияние способов основной обработки почвы на засоренность посевов сахарной свеклы различается по срокам их учета. В среднем за годы исследований на вариантах с плоскорезной обработкой численность сорняков в период всходов сахарной свеклы была выше, чем по вспашке на 62%, при смыкании рядков – на 38% и перед уборкой – на 12%.

Доля многолетних сорняков в общем их количестве изменялась по годам исследований от 3 до 8% и составляла по отвальной вспашке 7–9 шт./м<sup>2</sup>, а при плоскорезной – 4–6 шт./м<sup>2</sup>.

Изучаемые в опыте способы основной обработки почвы практически не оказывали влияния на содержание и запасы легкогидролизуемого азота в пахотном слое почвы к началу посева сахарной свеклы. Однако к середине вегетации растений в вариантах с отвальной обработкой почвы содержание легкогидролизуемого азота было больше, чем по плоскорезной обработке, что мы связываем с более рыхлым сложением пахотного слоя.

Наряду с этим распределение запасов азота по профилю пахотного слоя было различным в зависимости от способа основной обработки почвы. Так,

если при отвальной вспашке в слое 0–10 см находилось 32–34% его запасов, то при плоскорезной обработке – 36%. В слое 10–20 см доля азота при вспашке составила 37%, а при плоскорезной обработке – 32%.

Содержание и запасы обменного калия в пахотном слое почвы перед посевом сахарной свеклы в варианте с отвальной вспашкой в среднем за годы исследований были выше на 2,8–3,0% по сравнению с плоскорезной обработкой.

Более высокое содержание и запасы калия при отвальной вспашке были отмечены для слоя почвы 10–20 см, тогда как при плоскорезной обработке – для слоя 0–10 см.

Исследованиями не выявлено разницы в содержании и запасах подвижного фосфора в зависимости от способов обработки почвы.

Более благоприятные условия увлажнения и минерального питания (азотом, калием) и меньшая засоренность посевов сахарной свеклы при применении отвальной вспашки обусловили соответственно большую, по сравнению с плоскорезной обработкой, урожайность корнеплодов сахарной свеклы (табл. 4).

Таблица 4 – Урожайность сахарной свеклы в зависимости от способов основной обработки почвы, т/га

Годы	Отвальная вспашка	Плоскорезная обработка	Разница		НСР <sub>05</sub> , т/га
			т/га	%	
2009	62,7	61,5	1,2	1,9	3,39
2010	34,5	34,2	0,3	0,9	1,09
2011	65,4	63,8	1,6	2,4	2,63
2012	64,6	62,0	4,6	7,1	2,63
Среднее 2009–2012 гг.	56,8	55,4	1,4	2,5	-

Наибольшая разница в урожайности сахарной свеклы по вариантам обработки наблюдалась в 2011–2012 гг. (средним по увлажнению), а меньшая – в острозасушливом 2010 г. Таким образом, преимущество отвальной вспашки по урожайности сильнее проявлялось в годы с хорошим основным запасом влаги и количеством осадков в период вегетации, близким к климатической норме и выше нее, а плоскорезной обработки – в засушливые.

Способы основной обработки почвы не оказали достоверного влияния на содержание сахаров в корнеплодах.

В среднем за годы исследований величина чистого дохода при применении отвальной вспашки составила 16430 руб./га, а при плоскорезной обработке – 9721 руб./га при уровне рентабельности соответственно 53 и 52%. Себестоимость 1 т корнеплодов в варианте с отвальной вспашкой составила 612 руб., что на 142 руб. меньше, чем при плоскорезной обработке.

Анализ энергетической эффективности возделывания сахарной свеклы показал, что совокупные

затраты энергии при применении отвальной вспашки составили 23,8 гДж/га, тогда как по плоскорезной обработке они были меньше на 12%. Однако на производство 1 т корнеплодов при отвальной вспашке затрачивалось невосполнимой энергии на 6,7 мДж меньше, чем при плоскорезной обработке. Коэффициент биоэнергетической эффективности был выше при отвальной вспашке (на 11%), чем при плоскорезной обработке.

Расход топлива на 1 га выращивания сахарной свеклы при применении отвальной вспашки составил, в среднем за годы, 126 л, а при плоскорезной обработке он был меньше на 42,3%.

## Выводы

1. Рост экологической устойчивости агроценозов достигался снижением энергоёмкости систем основной обработки почвы, что сокращало технологическое воздействие на неё, изменяло динамику формирования основного запаса влаги в полутораметровом слое почвы, его расходную часть за период вегетации растений и засорённость посевов. Замена отвальной обработки почвы на плоскорезную обеспечила начало дифференциации показателей почвенного плодородия за первые три года после закладки стационарного опыта.

2. Отвальная обработка почвы под сахарную свеклу обеспечивает формирование в полутораметровом слое почвы основной запас влаги к посеву культуры, превышающий таковой по плоскорезному варианту обработки на 25–30 мм. При этом к фазе активного роста и развития растений культуры эти различия нивелируются.

3. Плоскорезная обработка почвы под сахарную свёклу приводила к увеличению численности сорного компонента агроценоза в среднем на 15–18% по сравнению с отвальной обработкой почвы.

4. Запасы легкогидролизуемого азота в обрабатываемом слое почвы в течение всего периода вегетации, а обменного калия – до середины её, были выше по отвальной обработке, по сравнению с плоскорезной.

5. Урожайность корнеплодов сахарной свеклы по отвальной вспашке в годы проведения исследований недостоверно отличалась от варианта плоскорезной обработки. При этом в засушливых условиях она была минимальной, что указывает на преимущества плоскорезной обработки в этих условиях.

6. Условный чистый доход и уровень рентабельности производства сахарной свеклы на варианте отвальной обработки почвы был выше в годы с достаточным и умеренным увлажнением, а в острозасушливых условиях разница в урожае была незначительной.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Громов, А.А. Совершенствование технологии возделывания полевых культур [Текст] / А.А. Громов, И.Я. Довлатов // Земледелие. – 2006. – № 6. – С. 26–27.
2. Кирюшин, В.И. Минимализация обработки почвы: перспективы и противоречия [Текст] / В.И. Кирюшин // Земледелие. – 2006. – № 5. – С. 12–14.
3. Новиков, В.М. Эффективность систем основной обработки почвы при возделывании полевых культур [Текст] / В.М. Новиков, Л.Н. Нечаев, В.И. Коротеев // Земледелие. – 2010. – № 2. – С. 19–20.
4. Черкасов, Г.Н. Комбинированные системы основной обработки наиболее эффективны и обоснованы [Текст] / Г.Н. Черкасов, И. Г. Пыхтин // Земледелие. – 2009. – № 6. – С. 20–23.