

## Влияние способа основной обработки почвы на биоэнергетическую эффективность культур зернопропашного севооборота в эрозионно опасных условиях на чернозёме обыкновенном

*А.Е. Мищенко, К.С.-Х.Н.,  
ФГБНУ Донской зональный НИИСХ*

Для современных систем земледелия характерно многоступенчатое производство, потребляющее всё большее количество энергии. В условиях рыночных отношений, в разных почвенно-климатических зонах и при различных технических возможностях производства едва ли не единственным мерилем оценки как отдельных способов, так и технологий в целом является оценка биоэнергетическая, что позволяет определить структуру потоков энергии в агроценозах, наиболее оптимальные схемы и технологии, выявить резервы экономии энергии при возделывании сельскохозяйственных культур.

**Цель исследования** – выявление влияния способа основной обработки почвы на биоэнергетическую эффективность культур зернопропашного севооборота в эрозионно опасных условиях на чернозёме обыкновенном.

**Материал и методы исследования.** Опытные поля расположены на склоне балки Большой Лог крутизной до 3,5–4° в Аксайском районе Ростовской области. Почвы – чернозём обыкновенный, тяжелосуглинистый на лёссовидном суглинке, среднеэродированный. Содержание общего азота в слое 0–30 см составляет 0,14–0,16%, подвижных фосфатов – 15,7–18,2 мг/кг, обменного калия – 282–337 мг/кг почвы. Климат приазовской зоны – засушливый, умеренно жаркий, континентальный. Относительная влажность воздуха составляет в июле 50–60%, а в отдельные дни – 25–30% и ниже. Частые явления – суховеи.

Среднее многолетнее количество осадков равняется 492 мм, распределение их в течение года часто неблагоприятно для сельскохозяйственных культур. Накопление влаги в почве начинается в основном в конце октября, максимальный её запас отмечается ранней весной (с середины марта до начала апреля). За весенне-летний период выпадает 260–300 мм осадков. Среднегодовая температура составляет 8,8°C, средняя температура января – минус 6,6°C, июля – плюс 23°C, минимальная зимой – минус 41°C, максимальная летом – свыше +40°C. Безморозный период составляет 175–180 дн. Сумма активных температур находится в пределах 3210–3400°. Приход ФАР за вегетацию достигает 3,5–4,0 млрд ккал/га [1].

Схема опытов предусматривала пятипольный зернопаропропашной севооборот: 1. Пар чистый; 2. Озимая пшеница; 3. Озимая пшеница; 4. Подсолнечник; 5. Яровой ячмень.

Исследование проводили по четырём вариантам обработки почвы:

– почвозащитная (чизельная) обработка (индекс Ч), выполнена чизельным плугом ПЧ-2,5 (ПЧ-4,5), на глубину до 27–30 см;

– комбинированная обработка (индекс К) выполнена комбинированным почвообрабатывающим агрегатом АКВ-4; глубина обработки – до 14–15 см;

– поверхностная (дискование) (индекс П), обработка дисковыми любыми модификациями или тяжёлыми дисковыми орудиями до 18–20 см;

– зональная (обычная) обработка (индекс О), состояла из основной обработки (отвальной вспашки) на глубину 27–30 см.

Уровень питания составлял 8 т навоза +  $N_{84}P_{30}K_{48}$  (162 кг д.в./га севооборотной площади). Органические, фосфорные и калийные удобрения вносили под основную обработку почвы. Подкормку азотными удобрениями озимой пшеницы производили по мерзлоталой почве, яровых культур – весной, перед предпосевной культивацией почвы.

Повторность опыта 3-кратная, площадь делянки – 690 м<sup>2</sup> (23×30 м), варианта обработки почвы – 172,5 м<sup>2</sup> (23×7,5 м).

В опыте использовали районированные сорта культур: озимая пшеница – сорт Авеста, яровой ячмень – сорт Прерия, подсолнечник – сорт Казачий. Сроки сева и уборки, норма высева были оптимальные, всхожесть семян соответствовала показателям I класса посевных стандартов. Системой защиты растений предусмотрено максимальное использование агротехнических приёмов, химические средства применяли факультативно.

Учёт урожая зерновых проводили прямым комбайнированием с последующим взвешиванием, математическую обработку данных – методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1979) [2]. Расчёт энергозатрат производили на основе технологических карт возделывания культур севооборота, отражающих весь комплекс работ по данной культуре и состав труда.

Биоэнергетическая оценка культур севооборота проведена по А.В. Удалову и др. (2008), коэффициент энергоэффективности Е (энергоэффективность) определён как отношение энергии, накопленной в урожае, к затратам совокупной энергии [3].

**Результаты исследования.** Анализ биоэнергетической оценки выращивания культур севооборота показал, что у большинства изучаемых культур имеется близкий характер изменения урожайности и энергии, накопленной в урожае, в зависимости от

основной обработки. При этом чётко просматривается и зависимость по затратам: большие – при отвальной или безотвальной вспашке, меньшие – при комбинированной или поверхностной обработке. Показатели энергии, накопленной в урожае, и затраты совокупной энергии в зависимости от способов обработки почвы приведены в таблице 1, где видно, что в севообороте больше всего энергии накопилось в урожае озимой пшеницы: по пару 95,42–101,39 Гдж/га и после озимой пшеницы 63,66–66,18 Гдж/га.

При относительно невысоких затратах совокупной энергии эта культура обеспечила высокую (6,23–13,73) энергетическую эффективность, причём эффективность озимой пшеницы по пару была в 2 раза и более выше, чем по непаровому предшественнику. Однолетние культуры севооборота по накопленной в урожае энергии и эффективности значительно (в 1,5–3 раза) уступали озимым культурам. Подсолнечник, несмотря на наименьшие затраты совокупной энергии (4,80–5,90 Гдж/га), обеспечил обычную, среднюю для зоны, продуктивность, а его энергоэффективность составила 4,18–4,88.

Наименее энергоэффективной культурой севооборота был яровой ячмень, чьи показатели при практически равных с озимой пшеницей затратах и существенно меньшем урожае не превысили 3,65 Е. Наличие в составе севооборота парового поля сыграло положительную роль, повысив урожайность

озимой пшеницы в 1,4 раза, однако на последующих культурах это практически не отразилось. Энергетическая эффективность изучавшихся культур по мере снижения затрат совокупной энергии увеличивается. Тем не менее наибольшее влияние на биоэнергетическую эффективность культур из применённых способов обработки почвы оказали те из них, при которых обеспечивается наиболее благоприятный водный режим. В данном севообороте этим способом стала достаточно затратная вспашка. Для озимых культур – обычная, позволившая наиболее эффективно обеспечить накопление влаги, особенно зимне-весеннего периода, а для однолетних – ячменя и подсолнечника – чизельная, позволившая снизить потери влаги от испарения.

Использование неглубоких способов обработки почвы, комбинированного и поверхностного, несмотря на меньшие затраты, вызвало однозначное снижение показателя биоэнергоэффективности озимой пшеницы по сравнению со вспашкой, а на яровых культурах – его величины заняли промежуточное положение, уступив лишь безотвальной вспашке.

Анализ биоэнергетической эффективности севооборота показал её достаточно высокий уровень – 4,62–4,78, т.е. затраты совокупной энергии в 4,6 и более раз покрываются энергией урожая, а наибольший эффект достигнут при чизельной обработке почвы (табл. 2).

1. Биоэнергетическая оценка выращивания культур севооборота при различных способах обработки почвы, 2011–2013 гг.

Культура	Способ обработки	Урожайность, т/га				Продуктивность, т з.е./га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Энергия, накопленная в урожае, ГДж/га	Энергетическая эффективность, Е
		год			средн.				
		2011	2012	2013					
Пар	Ч	–	–	–	–	–	14,20	–	–
	К	–	–	–	–	–	13,95	–	–
	П	–	–	–	–	–	13,56	–	–
	О	–	–	–	–	–	15,05	–	–
	НСР <sub>05</sub>	–	–	–	–	–	–	–	–
Озимая пшеница	Ч	6,25	6,39	6,40	6,35	6,35	7,47	99,82	13,54
	К	5,90	6,14	6,49	6,18	6,18	7,37	97,14	13,00
	П	5,76	6,11	6,33	6,07	6,07	7,37	95,42	12,94
	О	6,46	6,37	6,52	6,45	6,45	7,38	101,39	13,73
	НСР <sub>05</sub>	0,16	0,10	0,12	–	–	–	–	–
Озимая пшеница	Ч	1,45	4,32	3,86	4,21	4,21	10,58	66,18	6,25
	К	4,31	4,11	3,72	4,05	4,05	10,12	63,66	6,29
	П	4,26	4,18	3,74	4,06	4,06	10,23	63,82	6,23
	О	4,67	4,25	3,72	4,21	4,21	10,36	66,18	6,38
	НСР <sub>05</sub>	0,16	0,10	0,12	–	–	–	–	–
Подсолнечник	Ч	1,66	1,27	1,74	1,54	2,26	5,00	24,40	4,88
	К	1,53	1,24	1,68	1,48	2,17	5,00	23,45	4,69
	П	1,50	1,22	1,66	1,46	2,14	4,80	23,14	4,82
	О	1,72	1,25	1,72	1,56	2,29	5,90	24,74	4,18
	НСР <sub>05</sub>	0,08	0,13	0,14	–	–	–	–	–
Ячмень	Ч	3,74	2,76	1,39	2,63	2,63	11,00	40,21	3,65
	К	3,68	2,64	1,32	2,55	2,55	10,76	38,98	3,62
	П	3,63	2,68	1,32	2,54	2,54	10,80	38,83	3,59
	О	3,84	2,63	1,41	2,63	2,63	11,40	40,21	3,52
	НСР <sub>05</sub>	0,08	0,12	0,04	–	–	–	–	–

2. Биоэнергетическая эффективность севооборота, 2011–2013 гг.

Показатель	Способ обработки			
	Ч	К	П	О
Продуктивность, т зерн.ед/га	3,09	2,99	2,96	3,11
Энергия, накопленная в урожае, Гдж/га	46,12	44,64	44,24	46,50
Затраты совокупной энергии, Гдж/га	9,63	9,46	9,42	10,01
Коэффициент энергетической эффективности	4,78	4,62	4,69	4,64
Энергоёмкость продукции, Гдж/т	14,92	14,92	14,94	14,95
Прирост энергии в урожае, Гжд/га	36,49	35,18	34,82	36,49

**Выводы.** В результате проведённых исследований установлено, что в условиях приазовской зоны на эродированных склонах чернозёмов обыкновенных высокую биоэнергетическую эффективность (4,62–4,78) имеет пятипольный зернопаропропашной севооборот. Среди культур севооборота наибольшую биоэнергетическую эффективность обеспечила озимая пшеница по пару (12,94–13,73) и непаровому предшественнику (6,23–6,38), при этом наиболее эффективной основной обработкой почвы показала себя отвальная вспашка. Яровые

культуры севооборота обеспечили в 1,5–2,0 раза меньшие показатели биоэнергоэффективности, при этом наибольший эффект был достигнут при безотвальной вспашке.

**Литература**

1. Агроклиматические ресурсы Ростовской области. Л.: Гидрометеониздат, 1972. 250 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). 4-е изд. перераб. и доп. М.: Колос, 1979. 416 с.
3. Основы биоэнергетической оценки производства продукции растениеводства: учебное пособие / А.В. Удалов, А.П. Авдеев, А.М. Струк и др. / П. Персиановский, ФГОУ ВПО «Донской ГАУ», 2008. 103 с.