

Оценка систем основной обработки почвы по обобщённому показателю в зоне Центрального Предкавказья

*Ю.А. Кузыченко, д.с.-х.н.,
ФГБНУ Северо-Кавказский ФНАЦ*

Эффективность систем основной обработки почвы в полевом звене севооборота с применением различных приёмов основной обработки под отдельные культуры на обыкновенном чернозёме

в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья характеризуется рядом продуктивных и экономических показателей севооборота [1–4]. Эксперты неоднозначно оценивают эти показатели. Основными критериями их значимости являются не столько физический смысл и размерность, но прежде всего относительная важность (желатель-

ность). Разные экспертные оценки приводят к неопределенности выводов об эффективности систем основной обработки почвы в полевом звене севооборота, поэтому необходима оценка систем обработки почвы по единому обобщенному критерию D , характеризующему ту или иную систему обработки почвы в звене севообороте [5, 6].

Цель исследования – дать обобщенную оценку и определить экономические показатели эффективности систем основной обработки почвы в полевом звене севооборота в зоне Центрального Предкавказья.

Материал и методы исследования. Почва опытного участка представлена чернозёмом обыкновенным, малогумусным, среднемощным, среднесуглинистым. В слое 0–20 см содержание гумуса составляет 3,0%, подвижного фосфора – 19,0 мг/кг почвы, обменного калия – 190 мг/кг. Исследования проводили в полевом звене типичного для зоны зерно-пропашного севооборота (занятый пар – озимая пшеница – озимая пшеница).

Эффективность применения различных орудий основной обработки почвы в севообороте изучали на двух фонах: удобренном и неудобренном. Доза фосфорных и калийных удобрений на весь период ротации севооборота составляла $P_{300}K_{250}$ под основную обработку на всех вариантах опыта. Доза азотных удобрений под предпосевную культивацию составляла: в поле озимой пшеницы после занятого пара N_{35} , в поле второй озимой пшеницы N_{60} .

В стационарном опыте изучали девять вариантов основной обработки почвы с использованием орудий с различными типами рабочих органов (плуг ПЛН-5-35 с культурными отвалами; плуг ПЛН-5-35 с винтовыми отвалами; плуг со стойками СибИМЭ; чизельный плуг ПЧ-4,5; плоскорез-глубокорыхлитель ПГ-3-100; плуг со стойками типа «Параплау»; фреза болотная ФБН-1,5). Кроме того, в схему опыта был включён вариант с комбинированием (чередованием) орудий для основной обработки под отдельные культуры севооборота: под занятый пар – чизелевание плугом ПЧ-4,5 на глубину 20–22 см; под озимую пшеницу после занятого пара – обработка плугом со стойками СибИМЭ на глубину 10–12 см; под вторую

озимую пшеницу – вспашка плугом ПЛН-5-35 с культурными отвалами на глубину 20–22 см, а также вариант с постоянной предпосевной дисковой обработкой почвы на глубину 10–12 см тяжёлой бороной БДТ-3 на фоне летне-осеннего применения гербицида Раундап по необработанной стерне в дозе 2 л/га [7].

При проведении расчётов по обобщенному критерию D эффективности систем основной обработки почвы в полевом звене севооборота использовалась методика, разработанная в Краснодарском НИИСХ [8]. Для оценки эффективности севооборота по критерию D были выбраны следующие показатели: y_1 – урожайность севооборота (ц з.е/га); y_2 – степень выпашанности почвы (ед.); y_3 – затраты труда при возделывании культур севооборота (чел.-ч); y_4 – рентабельность продукции, %.

Обобщенный критерий D определяется как среднее геометрическое желательности отдельных показателей:

$$D = \sqrt[n]{d_1^{k_1} \cdot d_2^{k_2} \cdot d_3^{k_3} \cdot d_4^{k_4}}, \quad (1)$$

где d_1-d_4 – значение желательностей 1–4 показателей;

k_1-k_4 – весомость (важность) 1–4 показателей;

$n = 4$ – количество показателей.

Результаты исследования. Весомость показателей севооборотов k_i определялась методом экспертной оценки с привлечением семи специалистов в области земледелия и технологий возделывания культур (табл. 1) [6]. Степень согласованности мнений экспертов проверялась по коэффициенту χ^2 :

$$\chi^2 = S / [mn(n+1) / 12 - \sum T_j / n - 1], \quad (2)$$

где S – сумма квадратов отклонений средней суммы рангов от суммы рангов каждого показателя;

m – число членов экспертной комиссии;

n – количество показателей;

$\sum T_j = \sum (t_j^2 - t_j) / 12$, где t_j – число одинаковых рангов в j -ом ряду.

Полученное значение χ^2 (17,5) больше табличного значения (7,8) при 5-процентном уровне значимости. Это значит, что существует неслучайная согласованность мнений экспертов, и весомость показателей выглядит следующим образом: урожайность севооборота $k_1 = 0,14$; степень выпашанности

1. Результаты экспертной оценки

Эксперты	Показатель			
	y_1	y_2	y_3	y_4
1	3/0,05*	2/0,40	4/0,05	1/0,50
2	3/0,15	2/0,20	4/0,01	1/0,55
3	2/0,25	1/0,50	4/0,05	3/0,20
4	3/0,25	2/0,25	4/0,15	1/0,35
5	3/0,05	2/0,30	4/0,05	1/0,60
6	3/0,14	1/0,50	4/0,01	2/0,35
7	3/0,05	2/0,45	4/0,05	1/0,45
Сумма рангов	20/0,14	12/0,38	28/0,07	10/0,43
Отклонение от средней суммы рангов	3,0	-5,0	11,0	-7,0
Квадраты отклонений	9	25	121	49

Примечание: * в числителе – ранг показателя t_j ; в знаменателе – весомость показателя k_i .

2. Критериальные показатели звена севооборота при различных системах обработки почвы для различных уровней желательности

Показатель	Обозначение	Желательность, d		
		0,80	0,63	0,37
Урожайность, ц з.е/га	y_1	45,3–40,3	40,2–35,2	35,1–30,1
Степень выпаханности почвы, ед.	y_2	0,42–0,52	0,53–0,63	0,64–0,74
Затраты труда, чел.-ч	y_3	46,7–63,7	63,8–80,8	80,9–97,9
Рентабельность, %	y_4	92–80	79–67	66–54

3. Значения коэффициентов a_0 , a_1 и a_2

Показатель	Коэффициент		
	a_0	a_1	a_2
y_1	-5,596	0,191	-0,0006
y_2	4,973	-7,994	1,285
y_3	3,915	-0,044	-
y_4	-3,433	0,057	-

почвы $k_2=0,38$; затраты труда $k_3=0,07$; рентабельность $k_4=0,43$. Критериальные показатели севооборота при различных системах обработки почвы для различных уровней желательности, рассчитанные методом группировки данных, представлены в таблице 2.

Далее были проведены расчёты интегрального критерия D для каждой системы обработки почвы в соответствии с принятой системой показателей севооборота. Промежуточные расчёты были выполнены с вычислением желательности отдельных показателей d_i , определяемых по уравнению:

$$d_i = \exp[-\exp(-y_i^1)], \quad (3)$$

где y_i^1 – безразмерные кодированные значения натуральных показателей y_i , определяемые по формуле полинома 2-го порядка или линейной функции:

$$y_i^1 = a_0 + a_1 y_i + a_2 y_i^2; \quad (4)$$

$$y_i^1 = a_0 + a_1 y_i. \quad (5)$$

Коэффициенты уравнений (4, 5) a_0 , a_1 и a_2 (табл. 3) рассчитывались по трём базовым точкам, соответствующим желательностям 0,80; 0,63 и 0,37. Для этой цели уравнение (3) решали относительно y_i^1 , далее получали уравнения аппроксимации, используя натуральные величины показателей (табл. 2).

Значения критерия D , рассчитанные с учётом натуральных значений принятых показателей y_i и их желательности d_i для различных систем обработки почвы в севообороте, приведены в таблице 4.

Анализ данных позволяет сделать вывод о том, что наибольшее значение интегрального показателя D установлено на варианте с постоянной вспашкой плугом ПЛН-5-35 с культурными отвалами (I вар.) и на варианте с чередованием глубины и приёмов основной обработки под отдельные культуры севооборота (VIII вар.), $D=0,956$. Наиболее низкое значение этого показателя отмечалось на варианте с постоянной мелкой обработкой бороной БДТ-3 на фоне обработки стерни гербицидом Раундап, $D=0,741$ (IX вар.) и при обработке фрезой ФБН-1,5, $D=0,792$ (VII вар.).

Оценка перспективности любой системы основной обработки почвы зависит от её экономической эффективности, т.е. от затрат средств и труда на выращивание сельскохозяйственной продукции и её себестоимости (табл. 5). Звено севооборота с постоянной отвальной вспашкой обеспечивает самый высокий выход зерновых единиц с 1 га севооборотной площади – 45 ц з.е/га, при максимальных затратах – 21,6 тыс. руб/га. Урожайность на варианте с комбинированной обработкой (VIII вар.) ниже на 4,8 ц з.е/га (9,5%) в сравнении с контролем, однако и затраты ниже на 2,3 тыс. руб/га (10,6%). Поэтому наиболее эффективной системой основной обработки почвы в полевом звене севооборота с занятым паром на основании расчётов экономических показателей является чередование обычной безотвальной обработки на глубину 20–22 см чизельным плугом

4. Обобщённый показатель D для различных систем обработки почвы в звене севооборота

Вариант	Орудия основной обработки	Урожайность, y_1/d_1^*	Выпаханность почвы, y_2/d_2	Затраты труда, y_3/d_3	Рентабельность, y_4/d_4	Показатель D
I	плуг ПЛН-5-35 с культурными отвалами (контроль)	45,1/0,849	0,44/0,834	67,3/0,685	88/0,820	0,956
II	плуг ПЛН-5-35 с винтовыми отвалами	42,7/0,796	0,52/0,732	67,3/0,685	78/0,703	0,927
III	плуг со стойками СибИМЭ	40,1/0,719	0,59/0,610	58,3/0,775	80/0,731	0,911
IV	плуг чизельный ПЧ-4,5	39,3/0,691	0,64/0,506	51,7/0,826	79/0,717	0,892
V	плоскорез ПГ-3-100	36,7/0,583	0,66/0,461	55,6/0,797	74/0,642	0,869
VI	плуг с наклонными стойками типа «Параплау»	35,9/0,545	0,68/0,416	58,3/0,775	62/0,414	0,819
VII	фреза ФБН-1,5	38,2/0,648	0,67/0,439	97,7/0,240	54/0,247	0,792
VIII	комбинированный	40,8/0,742	0,42/0,853	55,2/0,800	90/0,838	0,956
IX	обработка препаратом Раундап + предпосевное дискование БДТ-3	30,1/0,231	0,73/0,303	76,7/0,566	56/0,288	0,741

Примечание: * y_i – натуральные значения показателей; d_i – желательности показателей

5. Экономическая эффективность полевого звена севооборота при различных системах основной обработки почвы (фон удобренный)

Вариант	Орудия основной обработки	Средняя урожайность, ц з.е/га	Производственные затраты, тыс. руб/га	Рентабельность, %
I	плуг ПЛН-5-35 с культурными отвалами (контроль)	45,1	21,6	88
II	плуг ПЛН-5-35 с винтовыми отвалами	42,7	21,6	78
III	плуг со стойками СибИМЭ	40,1	20,0	80
IV	плуг чизельный ПЧ-4,5	39,3	19,8	79
V	плоскорез ПГ-3-100	36,7	19,0	74
VI	плуг с наклонными стойками типа «Параплау»	35,9	19,9	62
VII	фреза ФБН-1,5	38,2	22,3	54
VIII	комбинированный	40,8	19,3	90
IX	обработка препаратом Раундап + предпосевное дискование БДТ-3	30,1	17,4	56

ПЧ-4,5 под занятый пар, мелкой обработки на глубину 10–12 см плугом со стойками СибИМЭ под озимую пшеницу и вспашки плугом с культурными отвалами ПЛН-5-35 на глубину 20–22 см под озимую пшеницу после озимой пшеницы с уровнем рентабельности 90% [7]. Основная постоянная обработка почвы наклонными стойками типа «Параплау», мелкое дискование бороной БДТ-3 и обработка фрезой ФБН-1,5 в севообороте показали более низкую рентабельность возделывания культур в севообороте в сравнении с отвальной вспашкой (контроль), снижение составляло 26; 32 и 34% соответственно.

Выводы. Наибольшее значение интегрального показателя D установлено на варианте с постоянной вспашкой плугом ПЛН-5-35 с культурными отвалами (I вар.) и на варианте с чередованием глубины и приёмов основной обработки под отдельные культуры севооборота (VIII вар.), $D=0,956$. Однако рентабельность звена севооборота при комбинированной обработке (90%) выше, чем при отвальной вспашке, поэтому в звене севооборота рекомендуется безотвальная обработка на глубину 20–22 см чизельным плугом ПЧ-4,5 под занятый пар, мелкая обработка на глубину 10–12 см плугом со стойками СибИМЭ под озимую пшеницу и вспашка плугом с культурными отвалами

ПЛН-5-35 на глубину 20–22 см под озимую пшеницу после озимой пшеницы.

Литература

1. Годунова Е.И. Состояние плодородия почв Ставрополя и пути достижения их нуль-деградации в современных климатических условиях / Е.И. Годунова, Н.Н. Шаповалова, В.В. Кулинцев [и др.] // *Агрохимический вестник*. 2017. № 5. С. 7–11.
2. Морозов Н.А. Влагообеспеченность посевов озимой пшеницы по чистому пару и полупару в засушливых условиях / Н.А. Морозов, А.И. Хрипунов, В.В. Кулинцев [и др.] // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2017. № 1. С. 7–10.
3. Морозов Н.А. Продуктивность зерновых севооборотов с различным насыщением чистыми и занятыми парами / Н.А. Морозов, С.А. Лиходиевская, А.И. Хрипунов [и др.] // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2018. № 5. С. 29–35.
4. Морозов Н.А., Влияние предшественников на водообеспеченность посевов озимой пшеницы в засушливой зоне Ставрополя / Н.А. Морозов, С.А. Лиходиевская, Е.Н. Община [и др.] // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2018. № 2 (70). С. 47–50.
5. Кузыченко Ю.А. Обобщённый показатель деградации почвы как фактор формирования системы её обработки // *Достижения науки и техники АПК*. 2012. № 7. С. 12–15.
6. Кузыченко Ю.А., Кулинцев В.В., Кобозев А.К. Обобщённая оценка дифференциации систем основной обработки почвы под культуры севооборота // *Достижения науки и техники АПК*. 2017. Т. 31. № 8. С. 28–30.
7. Кузыченко Ю.А. Эффективность систем основной обработки почвы под культуры полевого звена севооборота в Центральном Предкавказье // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2018. № 3 (71). С. 28–31.
8. Сохт К.А. Машинные технологии возделывания зерновых культур. Краснодар, 2001. 271 с.