

УДК 631.55:[631.51.01:631.81:632.51

ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ, УДОБРЕНИЙ И ГЕРБИЦИДОВ НА ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ И УРОЖАЙНОСТЬ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

А. И. ПУПОНИН, А. В. ЗАХАРЕНКО, К. Ш. ДЕБЕРДЕЕВ

(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

В стационарном 3-факторном полевом опыте установлено, что при применении энергосберегающих систем обработки почвы засоренность посевов на фоне удобрения навозом выше, чем в других вариантах удобрения, из-за обилия жизнеспособных семян сорняков, попадающих в почву вместе с навозом. Систематическое применение минеральных удобрений способствует раннему прорастанию семян сорных растений, создавая при этом повышенный фон засоренности посевов полевых культур в начале вегетации. Урожайность полевых культур в вариантах с энергосберегающими системами обработки почвы не уступала ее уровню в варианте с системой отвальной обработки. Самыми выгодными с энергетической точки зрения были варианты сочетания чизельной с фрезерной, отвальной с фрезерной и фрезерная минимальная системы обработки почвы.

Процесс интенсификации сельскохозяйственного производства тесно связан с совершенствованием и внедрением в сельское хозяйство зональных систем земледелия, одним из основных элементов которых является надежная защита посевов от сорных растений. Несмотря на предпринимаемые меры, значительная часть сельскохозяйственных угодий Нечерноземной зоны РСФСР сильно засорена, что приводит к большому недобору урожая, снижению качества и увеличению себестоимости

сельскохозяйственной продукции. Вредоносность сорных растений повышается на фоне более высоких норм минеральных удобрений при выращивании культур интенсивного типа. Потенциальные потери урожая сельскохозяйственных культур от сорняков в СССР в 80-е годы составляли 10,4 % общего объема продукции растениеводства, что оценивалось в 5,4 млрд руб., а затраты на борьбу с сорняками по стране составляли 3,5 млрд руб. в год [4].

В этой связи важным резервом

увеличения валового сбора сельскохозяйственной продукции является ликвидация потерь урожая от сорняков.

В последние годы в условиях интенсивного земледелия Нечерноземной зоны РСФСР существенно изменилась технология обработки почвы в сторону усиления ее почвозащитной и экологической функций, повысилась роль обработок, сохраняющих стерню на поверхности. Усилилась тенденция к минимализации обработок, предусматривающих уменьшение интенсивности механических воздействий на почву (2,8). Целью нашей работы было изучение влияния разных по интенсивности и характеру воздействия на почву систем обработки в сочетании с удобрениями и гербицидами на засоренность посевов и урожайность сельскохозяйственных культур в условиях Центрального района Нечерноземной зоны РСФСР.

Методика

Исследования проводились в 1989—1990 гг. в стационарном 3-факторном полевом опыте $9 \times 7 \times 2$, заложенном методом расщепленных делянок в 1969 г. на Почвенно-агрономической станции им. В. Р. Вильямса Подольского района Московской области. На делянках 1-го порядка (1260 м^2) изучаются системы обработки почвы; на делянках 2-го порядка (180 м^2) — удобрения, на делянках 3-го порядка (90 м^2) — чизелевание как элемент основной обработки почвы (с 1987 г.) и последствие гербицидов. Контрольный вариант — система традиционной отвальной обработки почвы. Опыт заложен в 3-кратной повторности с рендомизированным размещением вариантов по типу латинского прямоугольника ($3 \times 3 \times 14$).

Системы обработки почвы состояли из следующих приемов.

I. Отвальная (контроль) — ежегодная вспашка на 20—22 см, ранневесеннее боронование, предпосевная культивация на 8—10 см, обработка РВК-3 под зерновые культуры и бобово-злаковую смесь, перепашка зяби на 14—16 см и предпосадочная культивация на 8—10 см под картофель.

II. Комбинированная — до 1974 г. в качестве основной обработки почвы применялась вспашка на 28—30 см, с 1975 г. — вспашка на 28—30 см раз в 3 года, предпосевное фрезерование под зерновые и бобово-злаковую смесь на 8—10 см, под картофель — предпосадочное фрезерование на 14—16 см.

III. Фрезерная минимальная — без основной обработки, предпосевное фрезерование под зерновые и бобово-злаковую смесь на 8—10 см, под картофель — предпосадочное фрезерование на 14—16 см.

IV. Фрезерная интенсивная — ежегодная роторная вспашка на 20—22 см, предпосевное фрезерование под зерновые и бобово-злаковую смесь на 8—10 см, под картофель — предпосадочное фрезерование на 14—16 см.

V. Отвальная с фрезерованием — вспашка на 20—22 см раз в 3 года и предпосевное фрезерование под зерновые и бобово-злаковую смесь на 8—10 см, под картофель — предпосадочное фрезерование на 14—16 см.

VI. Отвальная с дискованием — вспашка на 20—22 см раз в 3 года, предпосевная культивация на 8—10 см, обработка РВК-3 под зерновые культуры и бобово-злаковую смесь, перепашка зяби на 14—16 см и предпосадочная культивация на 8—10 см под картофель.

VII. Чизельная с фрезерова-

нием — чизелевание на 38—40 см раз в 3 года и фрезерование под зерновые и бобово-злаковую смесь на 8—10 см, под картофель — предпосадочное фрезерование на 14—16 см.

VIII. Трехъярусная и отвальная с фрезерованием (по фону навоза) — 3-ярусная обработка на 38—40 см осенью 1969, 1974, 1980, 1983, 1986 и 1989 гг.; вспашка на 28—30 см осенью 1970 и 1977 гг.; безотвальное рыхление на 35—37 см осенью 1973 г.; плоскорезная обработка на 28—30 см осенью 1975 и 1976 гг.; фрезерование под зерновые и бобово-злаковую смесь на 8—10 см, под картофель — предпосадочное фрезерование на 14—16 см, внесение навоза 45 т/га раз в 3 года.

IX. То же, без навоза.

С 1980 г. на опытном участке общим фоном применяли дисковое лущение на 8—10 см.

В опыте изучается 7 вариантов удобрения. Исследования выполняли на делянках следующих вариантов:

1. Без удобрений.

2. NPK ежегодно в среднем за 22 года из расчета 59N70P59K.

3. 2NPK — 117N115P112K.

4. 2NPK+солома — 117N115P112K+ внесение соломы после уборки зерновых культур под основную обработку почвы из расчета 6 т/га (в среднем за 2 года ежегодно по 3,3 т/га).

5. Навоз 45 т/га+2NPK — 113N119P112K+внесение навоза под картофель и парозанимающую культуру из расчета 14,5 т/га в среднем за год.

6. Навоз 90 т/га+2NPK — 113N119P112K+внесение навоза под картофель и парозанимающую культуру из расчета 26 т/га в среднем за год.

7. 2N без P и K — до 1987 г. 146N140P123K+внесение навоза

под картофель и парозанимающую культуру из расчета в среднем за год 17,7 т/га. Начиная с четвертой ротации (с 1987 г.) навоз, фосфор и калий не вносятся.

Чизелевание на глубину 38—40 см как элемент основной обработки почвы введено с четвертой ротации севооборота. Оно проводится 2 раза за ротацию севооборота — под озимую пшеницу и картофель, а на фоне отвальной системы обработки, кроме того, еще 2 раза за ротацию под озимую пшеницу и картофель осенью.

На опытном участке развернут во времени зернопропашной севооборот: занятый (бобово-злаковая смесь) пар — зерновые — зерновые — картофель — зерновые — зерновые.

Система обработки гербицидами в опыте строилась с учетом обилия и видового состава сорняков (табл. 1). До 1977 г. гербициды применяли только на соответствующих делянках, а затем — общим фоном.

Агротехника выращивания полевых культур соответствовала рекомендациям для данной зоны и опыту передовых хозяйств. Участок дважды (осенью 1969 и 1987 гг.) известковали из расчета по полной гидролитической кислотности.

Нормы минеральных удобрений, соломы и навоза рассчитывали на запланированный урожай. Нормы удобрений на ротацию севооборота устанавливали по методике В. А. Демина [3].

Фосфорные (42 % суперфосфат) и калийные (40 % хлористый калий) удобрения вносили осенью под основную обработку (там, где она проводилась) и поверхностно (в остальных случаях), азотные (34 % аммиачная селитра) под яровые культуры одновременно с предпосевной обработкой. В посевах

озимых половина нормы азота вносилась совместно с фосфорно-калийными удобрениями, а другая половина — весной и летом в качестве подкормки. Минеральные удобрения разбрасывали туковой сеялкой РТГ-4,2.

Солому вносили во время уборки зерновых культур комбайном-измельчителем СК-5М. Длина резки 5—8 см. Навоз применяли 2 раза за ротацию севооборота под парозанимающую культуру и картофель осенью под основную обработку почвы с помощью РПТМ.

При проведении механической обработки почвы в соответствующих вариантах опытов использовали сле-

дующие орудия: бороны дисковая БД-2,2 и БДТ-3; плуги ПН-4-35 и ПЛН-4-35; ротационный плуг ПР-2,7; культиватор — глубокорыхлитель-плоскорез КПП-2-150; культиватор КПН-4; фрезерный культиватор КФГ-3,6; чизельный плуг ПЧ-4,5; чизельный навесной культиватор ЧНК-2,5; плуг 3-ярусный ПТН-3-40; комбинированный агрегат КА-3,6; рыхлитель-выравниватель — каток РВК-3; бороны БЗСС-1,0; комчатошпоровый каток ЭККШ-6А.

Посев зерновых культур выполнялся сеялками СЗ-3,6 и СЗТ-3,6, посадка картофеля — картофелесажалкой СН-4Б.

Таблица 1

Система применения гербицидов (1970—1990 гг.)

Год	Культура	Гербицид	Норма расхода препарата, кг, д. в./га	Срок применения
1970	Озимая пшеница	2,4-ДА, 40 %	0,8	Фаза полного кущения
1971	Ячмень	2,4-ДА, 40 %	1,2	Фаза кущения
1972	Картофель	Линурон, 50 %	2,0	До всходов
1973	Ячмень	2,4-ДА, 40 %	1,2	Фаза кущения
1974	Оз. пшеница	Линурон, 50 %	1,8	До всходов
1975	Викоовсяная смесь	—	—	—
1976	Оз. пшеница	2,4-ДА, 40 %	0,8	Фаза полного кущения
1977	Оз. пшеница	2,4-ДА, 40 %	0,8	Фаза полного кущения
1978	Картофель	Линурон, 50 %	1,5	До всходов
1979	Ячмень	2,4-Д бутил. эфир, 43 %	0,3	Фаза кущения
1980	Овес	2,4-ДА, 40 %	0,8	Фаза кущения
1981	Горохоовсяная смесь	—	—	—
1982	Оз. пшеница	2,4-ДА, 40 %	2,5	Фаза полного кущения
1983	Ячмень	2,4-ДА, 40 %	0,8	Фаза кущения
1984	Картофель	Линурон, 50 %	1,6	До всходов
1985	Ячмень	2М-4ХП (мекопроп)	2,5	Фаза кущения
1986	Овес	2М-4ХП, 50 %	2,0	Фаза кущения
1987	Горохоовсяная смесь	—	—	—
1988	Оз. пшеница	Симазин, 80 %	0,25	До всходов
1989	Ячмень	2М-4ХП, 50 %	1,6	Фаза кущения
1990	Картофель	Зенкор, 75 %	0,9	До всходов

В годы исследований (1989 и 1990) выращивали ячмень Заозерский 85 и картофель Невский.

Ячмень убирали при полной спелости прямым комбайнированием комбайном «Нива», картофель выкапывали картофелекопалкой КТН-2В.

Норма высева (посадки), глубина заделки семян (клубней) и агротехника возделывания полевых культур соответствовали рекомендациям для данной зоны.

Результаты

Изучаемые в опыте системы обработки почвы неодинаково влияют на засоренность посевов ячменя.

Так, на 20-й год опыта (1989 г.) в начале вегетационного периода наиболее высокий уровень засоренности посевов ячменя малолетними сорняками (121 шт/м²) наблюдался в варианте с системой фрезерной минимальной обработки почвы по фону навоз, 90 т/га + 2NPK (табл. 2). Внесение навоза в указанной норме по всем системам обработки почвы повышало засоренность посевов ячменя, так как вместе с ним в почву попадало большое количество жизнеспособных семян сорных растений.

Использование орудий с активными рабочими органами способ-

Таблица 2

Засоренность* посевов ячменя (шт/м²) в 1989 г.

Система обработки почвы	Без удобрений	NPK	2NPK	Солома + 2NPK	Навоз 45 т/га + 2NPK	Навоз 90 т/га + 2NPK	2N без P и K
<i>Начало вегетации</i>							
Отвальная	22	67	65	109	63	73	70
	5,4	0	0	0,1	0,1	0	0
Комбинированная	11	27	30	65	27	33	37
	9,0	0,2	0,3	0	0,7	0,1	0
Фрезерная минимальная	86	113	91	75	94	121	77
	7,7	3	0,2	0,9	0,5	0,6	0,3
Отвальная с фрезерованием	47	106	45	67	49	97	75
	3,0	3,3	1,3	1,3	0,1	0,5	0,3
<i>Конец вегетации</i>							
Отвальная	11	18	1	17	7	3	8
	6,0	0,4	0	0	0	0	0
Комбинированная	14	15	1	9	5	9	10
	6,3	1,8	1,5	0	0,3	0,1	0
Фрезерная минимальная	33	34	5	6	5	23	11
	6,1	4,5	0,1	0,4	0	0,3	0
Отвальная с фрезерованием	15	20	2	7	5	21	7
	5,3	3,3	0,4	0,2	0,2	0,5	0,1

* Здесь и в табл. 3, 4, 5 в числителе — численность малолетних, в знаменателе — многолетних сорняков.

ствовало увеличению численности многолетних сорняков (осота полевого, бодяка полевого и др.). Наиболее заметно эта тенденция проявилась в варианте с удобрением соломой+2NPK.

В конце вегетации по всем системам обработки варианты без удобрения и с одинарной нормой NPK характеризовались более высокой степенью засоренности посевов, особенно многолетними сорняками.

В среднем за 1989—1990 гг. по изучаемым фонам питания в вариантах с комбинированной системой обработки почвы общая засо-

ренность посевов была ниже, чем в варианте с отвальной вспашкой, а при отвальной обработке с фрезерованием — на уровне, отмечаемом при традиционной отвальной вспашке (табл. 3). В вариантах с системами фрезерной минимальной, чизельной с фрезерованием и фрезерной интенсивной обработки почвы этот показатель был соответственно на 32, 48 и 72 % выше уровня засоренности в контроле.

Такие различия в засоренности посевов обусловлены особенностями изучаемых в опыте систем минимальной обработки, при которых

Таблица 3

Засоренность посевов полевых культур (шт/м²) в среднем за 1989—1990 гг.

Система обработки почвы	Без удобрений	NPK	2NPK	Солома+ +2NPK	Навоз, 45 т/га +2NPK	Навоз, 90 т/га + +2NPK	2N без P и K	Среднее по 7 фонам удобрения
Отвальная	11	25	23	36	22	25	25	24
	4,7	0,5	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,8
Комбинированная	10	17	11	22	9	15	15	14
	5,7	0,9	0,3	0,2	0,3	0,1	0	1,1
Фрезерная минимальная	6	46	36	30	33	42	31	32
	4,9	2,4	0,2	0,5	0,2	0,5	0,2	1,3
Фрезерная интенсивная	26	43	25	41	45	61	53	42
	6,8	2,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	1,4
Отвальная с фрезерованием	19	38	16	25	19	34	22	25
	3,2	2,1	0,5	0,4	0,1	0,4	0,3	1,0
Отвальная с дискованием	25	25	19	34	19	46	27	28
	7,7	1,5	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	1,5
Чизельная с фрезерованием	37	51	20	38	38	38	29	36
	5,3	2,1	0,4	0,5	0,3	0,3	0,3	1,3
Трехъярусная и отвальная с фрезерованием (по фону навоза)	19	19	11	19	21	20	23	19
	4,4	3,5	0,6	0,2	0,2	0,3	0,2	1,3
То же без навоза	10	24	9	13	13	9	19	14
	7,2	4,3	0,8	0,8	0,3	0,3	0,2	2,0
Среднее по 9 системам обработки почвы	18	32	19	29	24	33	27	—
	5,5	2,2	0,4	0,4	0,2	0,3	0,2	—

основная масса жизнеспособных семян остается на поверхности почвы или заделывается неглубоко, что способствует быстрому отрастанию сорняков в начале вегетации. При энергосберегающих системах обработки почвы складываются благоприятные условия для роста и развития многолетних сорняков, особенно размножающихся вегетативным путем.

По всем изучаемым фонам питания засоренность малолетними сорняками была выше, чем в варианте без удобрения, независимо от системы обработки почвы. Самая низкая засоренность посевов (19 шт./м²) отмечена по фону 2NPK. В вариантах с невысокими нормами минеральных удобрений общая засоренность посевов была

в 1,3 раза выше, чем по неудобренному. В то же время засоренность многолетними сорняками по фону NPK оказалась в 2,5 раза ниже в сравнении с контролем. Анализ экспериментальных данных свидетельствует, что с увеличением уровня дозы органоминерального питания конкурентная способность полевых культур по отношению к многолетним сорнякам возрастает.

Одним из основных показателей, характеризующих эффективность воздействия изучаемых агроприемов на сорный компонент агрофитоценоза, является накопление сухой массы сорняками. В вариантах с фрезерной минимальной, отвальной с дискованием и фрезерной интенсивной системами обработки почвы в среднем по 7 фонам питания

Таблица 4

Сухая масса сорных растений (г/м²) в среднем за 1989—1990 гг.

Система обработки почвы	Без удобрений	NPK	2NPK	Солома+ +2NPK	Навоз 45 т/га+ +2NPK	Навоз 90 т/га+ +2NPK	2N без P и K
Отвальная	3,9	2,2	0,8	3,4	1,0	1,9	4,8
	8,7	3,6	0,6	2,8	3,6	0,6	0,5
Комбинированная	0,7	5,0	2,4	2,0	0,6	1,2	2,1
	16,5	4,5	3,1	0,5	0,2	1,2	0
Фрезерная минимальная	5,2	5,7	3,4	4,5	2,9	1,4	2,2
	12,4	14,6	0,7	7,3	5,7	8,0	2,8
Фрезерная интенсивная	1,9	1,9	3,8	6,7	5,4	6,4	8,5
	9,8	12,6	0,2	0	0,2	6,8	2,8
Отвальная с фрезерованием	4,7	5,0	1,2	2,6	3,5	1,9	1,5
	11,0	5,0	0	0	0	1,9	1,5
Отвальная с дискованием	2,5	1,4	1,1	1,2	0,8	3,0	2,1
	29,9	10,9	2,3	3,6	1,0	1,6	3,2
Чизельная с фрезерованием	2,0	6,8	1,8	5,2	1,4	4,6	3,6
	10,6	6,1	0,5	4,9	1,4	0,8	1,6
Трехъярусная и отвальная с фрезерованием (по фону навоза)	2,0	2,0	1,1	4,3	3,4	1,6	3,6
	16,0	8,5	6,8	1,3	0,2	3,6	0,2
То же, без навоза	0,9	5,8	0,3	1,2	0,8	0,6	2,1
	20,6	9,5	1,3	3,2	1,6	0,3	1,0

сухая масса сорняков составляла соответственно 11, 9,2 и 9,5 г/м², что на 100, 67 и 72 % выше, чем в контроле (табл. 4). Наиболее высокие засоренность посевов и накопление сухой массы сорняками растениями наблюдались по системам фрезерных обработок почвы. Отмечаемое в этих вариантах раннее отрастание и ускоренное развитие сорняков повышает их конкурентоспособность и затрудняет дальнейшую борьбу с ними. Озимые зерновые культуры, обладающие большей конкурентоспособностью по сравнению с яровыми, особенно в начале вегетации, сдерживают раннее появление сорняков. Таким образом, при внедрении энергосберегающих систем обработки почвы целесообразно раннее повсходовое применение высокоэффективных гербицидов.

Наименьшее накопление сухой массы сорняками в среднем по 7 фонам удобрения было в варианте с отвальной обработкой почвы; по остальным изучаемым в опыте энергосберегающим системам обработки сухая масса сорняков оказалась выше. В варианте отвальной обработки с дискованием накопление сухой массы сорняков достигло 32,4 г/м², что в 2,6 раза больше, чем в контроле.

Применяемые в опыте удобрения

оказывали заметное влияние на этот показатель. Так, в среднем по 9 изучаемым системам обработки почвы на фоне НРК сухая масса сорняков была на 24,3 %, а на фоне 2НРК в 5 раз меньше, чем в варианте без удобрений. Более высокие засоренность посевов и накопление сухой массы сорняками в варианте солома+2 НРК объясняются тем, что послеуборочное внесение соломы под основную обработку задерживает прогревание поверхности почвы весной; всходы сорняков при этом появляются на 7—10 сут позже. Послеуборочные остатки, особенно в больших количествах, физически препятствуют доступу гербицидов к почве и растениям, что снижает их эффективность.

Применение органических удобрений стимулирует рост корневой системы и надземной массы сорных растений. Так, накопление сухой массы на фоне навоз 45 т/га+2 НРК было практически таким же, как на фоне 2НРК, а увеличение нормы навоза до 90 т/га способствовало повышению сухой массы сорняков в 1,5 раза. Больше накопление сухой массы сорняков, и прежде всего в сравнении с другими вариантами удобрения, отмечено на фоне НРК.

Как известно, безотвальные спо-

Таблица 5

Засоренность посевов (шт/м²) при осеннем и весеннем чизелевании (в среднем за 1989—1990 гг.) на фоне отвальной системы обработки почвы

Время чизелевания	Без удобрений	НРК	2НРК	Солома+2НРК	Навоз 45 т/га+2НРК	Навоз 90 т/га+2НРК	2Н без Р и К
Без чизелевания	11	25	23	36	22	25	25
	4,6	0,5	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
Весна	10	17	19	25	23	28	26
	3,6	0,6	0,4	0,2	0,1	0,1	0,2
Осень	11	23	22	33	27	28	32
	2,0	0,5	0,1	0,6	0,1	0,2	0,1

собы обработки почвы слабо подавляют сорняки, особенно многолетние. Засоренность посевов полевых культур многолетними сорняками зависит, в частности, от времени чизелевания (табл. 5). В среднем по 7 фонам удобрения при осеннем чизелевании засоренность посевов многолетними сорняками была на 29 % ниже, чем при весеннем. В обоих случаях на фоне без удобрения она была ниже, чем в вариантах без чизелевания. Применение удобрений в различных сочетаниях независимо от сроков чизелевания способствовало снижению засоренности посевов многолетними сорняками. При этом засоренность малолетними сорняками в среднем за 1989—1990 гг. по всем изучаемым в опыте фонам удобрения была в среднем в 2 раза выше по сравнению с контролем.

Исследованиями установлено, что в результате внедрения минимальных обработок почвы происходит изменение видового состава сорного компонента агрофитоценоза в сторону увеличения доли многолетников, особенно размножающихся вегетативным путем [1, 2, 3].

Наши опыты показали, что при многолетнем использовании энергосберегающих систем обработки дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы можно снизить засоренность посевов полевых культур многолетними сорняками (табл. 6), если применять такие обработки в сочетании с удобрениями и гербицидами.

Так, в среднем по трем вариантам удобрения за 20 лет засоренность посевов многолетними сорняками снизилась по системе комбинированной обработки почвы в 2,5 раза, фрезерной минимальной — в 4,4 раза, отвальной с фрезерованием — в 3,6 раза и чизельной с фрезерованием — в 3,0 раза. Сле-

Таблица 6

Засоренность посевов многолетними сорняками, шт/м² (в числителе — 1970 г*, в знаменателе — 1989 г.)

Система обработки почвы	Без удобрений	2NPK	Навоз 45 т/га + 2NPK	Среднее
Отвальная	4,0	6,9	3,9	4,9
	5,8	0	0,1	2,0
Комбинированная	7,8	13,2	11,3	10,7
	7,6	0,4	0,5	2,8
Фрезерная минимальная	13,2	11,5	6,0	10,2
	6,9	0,1	0,1	2,3
Отвальная с фрезерованием	5,3	7,9	5,2	6,1
	4,1	0,8	0,1	1,7
Чизельная с фрезерованием	10,1	13,8	6,4	10,1
	9,0	0,6	0,3	3,3

* Засоренность посевов в 1970 г. по данным В. И. Смирновой [9].

дует отметить, что стабильное снижение засоренности посевов многолетними сорняками наблюдалось лишь при внесении удобрений.

Под действием изучаемых в опыте систем обработки почвы и удобрения создавались неодинаковые условия для роста и развития сельскохозяйственных культур. Наиболее высокая урожайность ячменя и картофеля получена в варианте чизельной обработки с фрезерованием на фоне навоза 45 т/га + 2NPK (табл. 7).

Урожайность ячменя в вариантах с энергосберегающими системами обработки почвы независимо от фона удобрения не уступала ее уровню в контроле, а применение навоза в сочетании с 2NPK существенно повышало этот показатель. В варианте с фрезерной минимальной обработкой почвы наибо-

Таблица 7

Урожайность ячменя и картофеля (ц/га)

Система обработки почвы	Без удобрений	NPК	2NPK	Солома + 2NPK	Навоз 45 т/га + 2NPK	Навоз 90 т/га + 2NPK	2N без P и K
<i>Ячмень, 1989 г.</i>							
Отвальная	11,9	24,3	35,9	37,1	39,4	44,4	44,1
Комбинированная	12,1	24,6	36,6	34,2	36,9	43,7	45,0
Фрезерная минимальная	14,2	28,4	39,2	37,9	43,6	44,1	46,2
Отвальная с фрезерованием	11,5	30,0	39,5	40,6	42,7	44,2	43,5
Чизельная с фрезерованием	13,3	30,5	37,9	39,2	45,9	42,9	41,7
НСР ₀₅ по обработке — 2,6 ц/га;				НСР ₀₅ по удобрениям — 1,8 ц/га			
<i>Картофель, 1990 г.</i>							
Отвальная	78,8	168,6	224,7	222,3	248,1	256,5	253,3
Комбинированная	61,8	171,1	205,2	233,5	184,0	183,9	245,0
Фрезерная минимальная	85,5	162,9	211,6	231,2	228,5	238,1	260,5
Отвальная с фрезерованием	77,1	183,9	199,0	216,9	234,9	248,0	254,7
Чизельная с фрезерованием	120,1	229,1	230,9	247,4	272,0	272,2	267,6
НСР ₀₅ по обработке — 30,5 ц/га;				НСР ₀₅ по удобрениям — 8,9 ц/га			

лее высокий урожай ячменя получен на фоне навоз 90 т/га + 2NPK, а в варианте с комбинированной обработкой — на фоне 2N без P и K. Существенная прибавка урожая картофеля к контролю (отвальная вспашка) была получена в варианте чизельной обработки с фрезерованием на фоне NPК. Удобрение навозом на фоне 2NPK дало существенную прибавку урожая картофеля по всем изучаемым в опыте системам обработки почвы, за исключением комбинированной. Среди изучаемых в опыте факторов система обработки почвы в меньшей мере влияла на урожайность: в 1989 г. ее долевое участие в формировании урожая составило всего 2,3 %, в 1990 г. — 6,2 %, тогда как долевое участие удобрений и погодных условий было равно соответственно 93 и 85,9 %.

В структуре затрат при возделывании сельскохозяйственных культур значительная часть приходится на обработку почвы. Результаты наших исследований свидетельствуют, что наибольшее количество техногенной энергии затрачивается при традиционной технологии обработки на основе отвальной вспашки (табл. 8). Так, за 2 года исследований затраты на обработку почвы в варианте с отвальной системой составили 1,2 млн ккал и 83,5 кг дизельного топлива на 1 га, в варианте чизельной обработки с фрезерованием — соответственно 1,1 млн ккал и 69,4 кг/га, т. е. были на 10 и 20 % ниже. Наименьшее количество техногенной энергии и дизельного топлива затрачивалось при фрезерной минимальной обработке почвы.

В качестве одного из основных критериев энергетической эффек-

Таблица 8

Энергетическая эффективность возделывания ячменя и картофеля (в среднем по 7 фонам питания)

Система обработки почвы	Затраты техногенной энергии, $\times 10^6$ ккал/га		Урожайность, ц/га	$E_p, \times 10^6$ ккал/га	$E_{пн}, \times 10^6$ ккал/т	$K_{эз}$	Расход дизельного топлива, кг/га
	всего	в т. ч. на обработку почвы					
<i>Ячмень, 1989 г.</i>							
Отвальная	6,17	0,45	34,1	10,6	1,81	1,72	31,3
Комбинированная	6,08	0,39	32,3	10,1	1,88	1,66	24,3
Фрезерная минимальная	6,07	0,39	33,8	10,5	1,80	1,73	24,3
Отвальная с фрезерованием	6,14	0,39	36,3	11,3	1,69	1,84	24,3
Чизельная с фрезерованием	6,13	0,39	36,1	11,2	1,70	1,83	24,3
<i>Картофель, 1990 г.</i>							
Отвальная	10,7	0,77	207,5	17,2	0,51	1,61	52,2
Комбинированная	10,7	0,87	183,5	15,2	0,58	1,42	55,8
Фрезерная минимальная	10,3	0,48	202,6	16,8	0,51	1,63	28,1
Отвальная с фрезерованием	10,7	0,81	202,1	16,8	0,53	1,57	51,7
Чизельная с фрезерованием	10,7	0,72	234,2	19,4	0,46	1,81	45,1

тивности возделывания сельскохозяйственных культур наиболее часто используется коэффициент энергетической эффективности $K_{эз}$ [3], численное значение которого определяется по формуле

$$K_{эз} = E_p : E,$$

где E_p — энергосодержание сельскохозяйственной продукции; E — энергетические затраты на ее выращивание.

В данном опыте значение этого коэффициента в среднем за 2 года было наибольшим в варианте чизельной обработки с фрезерованием; в этом же варианте отмечена и самая низкая энергоемкость 1 т продукции — 1,08 млн ккал (табл. 8). Низкие значения энергетической эффективности харак-

терны для варианта комбинированной обработки.

Таким образом, в среднем за 1989—1990 гг. во всех вариантах с применением энергосберегающих систем обработки почвы отмечена экономия техногенной энергии и дизельного топлива. Наибольшая экономия техногенной энергии на обработку почвы достигается в системе, основанной на минимальном фрезеровании. Сопоставление энергосодержания урожая ячменя и картофеля с энергетическими затратами на их выращивание показывает, что самыми выгодными с энергетической точки зрения являются варианты чизельной обработки с фрезерованием, отвальной с фрезерованием и фрезерная минимальная.

Выводы

1. При использовании энергосберегающих систем обработки почвы по фону навоз 90 т/га + 2NPK засоренность посевов ячменя была выше, чем в других вариантах удобрения прежде всего из-за обилия жизнеспособных семян сорняков, попадающих в почву вместе с навозом. При фрезеровании семена сорняков аккумулируются в верхнем слое почвы и в связи с благоприятными агрофизическими условиями в начале вегетации дружнее прорастают, создавая при этом повышенный фон засоренности посевов.

2. Систематическое применение минеральных удобрений способствует раннему прорастанию семян сорных растений, что повышает их конкурентоспособность и затрудняет дальнейшую борьбу с ними. В этих условиях высокоэффективным мероприятием в борьбе с сорняками является раннее повсходовое применение гербицидов в сочетании с предпосевными обработками почвы.

3. Урожайность ячменя в вариантах с энергосберегающими системами обработки почвы независимо от фона удобрения не уступала уровню урожайности в контроле, а применение навоза в сочетании с 2NPK существенно повышало урожайность культуры. Существенная прибавка урожая картофеля в сравнении с контролем была получена в варианте с сочетанием чизельной и фрезерной обработок на фоне NPK.

4. Наиболее высокий коэффициент энергетической эффективности в среднем за 1989—1990 гг. отмечен в варианте сочетания чизельной обработки с фрезерованием, где энергоёмкость 1 т продукции оказалась самой низкой —

1,08 млн ккал. Для всех вариантов с применением энергосберегающих систем обработки почвы характерна экономия техногенной энергии и дизельного топлива. Самыми выгодными с энергетической точки зрения были варианты сочетания чизельной с фрезерной, отвальной с фрезерной и фрезерная минимальная системы обработки почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баздырев Г. И., Зотов Л. И. Применение гербицидов при интенсивных технологиях возделывания основных полевых, овощных и плодовых культур.— М.: ТСХА, 1989.— 2. Доспехов Б. А., Пупонин А. И., Бузмаков В. В. Основные проблемы обработки почвы Нечерноземной зоны.— В сб.: Вопр. обр. почвы. М.: ВАСХНИЛ, 1979, с. 5—13.— 3. Демин В. А. Методические указания по системе применения удобрений.— М.: ТСХА, 1981.— 4. Жученко А. А., Афанасьев В. Н. Энергетический анализ в сельском хозяйстве.— Кишинев, 1988.— 5. Захаренко В. А. Экономика интегрированной борьбы с сорняками.— Обзорная информ.— М.: ВНИТЭИСХ, 1981, с. 3—4.— 6. Ковда В. А., Булаткин Т. А., Ватолин В. И. Энергетические затраты в земледелии.— Докл. ВАСХНИЛ, 1986, № 2, с. 2—3.— 7. Пупонин А. И. Обработка почвы в интенсивном земледелии Нечерноземной зоны.— М.: Колос, 1984.— 8. Саранин К. И. Обработка почвы под озимые.— Науч. тр. НИИСХ ЦРНЗ, 1979, т. 43, с. 3—13.— 9. Смирнова В. И. Действие разных систем обработки среднесуглинистой дерново-подзолистой почвы и гербицидов на засоренность посевов.— Автореф. канд. дис. М.: ТСХА, 1975.— 10. Lorenzi H. J., Jeffery L. S.— Weeds of the United States and their control.— N. Y., 1987, p. 240—252.— 11. Steinberger J. Agr. Cons. a. Fieldman, 1985, vol. 41, N 2, p. 34—35.

Статья поступила 4 мая 1991 г.

SUMMARY

It has been found that when energy saving systems of soil tillage are used, the weediness after applying manure is higher than in variants with other fertilizers. Regular application of mineral fertilizers encourages early germination of weed seeds, which results in higher weediness of field crop stands at the beginning of vegetation. Yields of field crops in variants with energy saving soil tillage systems were not lower than those with moldboard plowing. From the point of view of energy, combinations of chisel and rotary tillage, moldboard and rotary tillage and minimal rototilling are the most profitable systems of soil tillage.