

твердостью почвы. Исходная плотность почвы до прохода тракторов составляла $0,82 \text{ кг/см}^3$, после прохода серийного трактора – $1,14$, экспериментального – $1,05 \text{ кг/см}^3$, т.е. уплотнение почвы экспериментальным трактором по сравнению с серийным меньше на $9,2\%$. Исходная твердость почвы до прохода тракторов – $13,2 \text{ кг/см}^2$, после прохода серийного – $15,6$, экспериментального – $14,8 \text{ кг/см}^2$, т.е. снижение твердости почвы после прохода экспериментального трактора по сравнению с серийным составляет $10,5\%$.

Библиографический список

1. Емельянов А.М., Бумбар И.В., Канделя М.В., Рябченко В.Н. Гусеничные уборочные машины. Основы теории и

конструктивно-технологические устройства: монография. – Благовещенск: ДальГАУ, 2007. – 248 с.

2. Воронин В.А. Основы теории проходимости двухзвенных гусеничных движителей треугольной формы с общими ведущими звеньями. – Благовещенск: БСХИ, 1973. – 114 с.

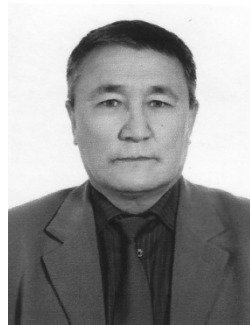
3. Щитов С.В., Канделя М.В., Гоменюк В.И. Результаты экспериментальных исследований трактора класса $1,4$ // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. – № 7.

4. Гуськов В.В. Тракторы: теория. Ч. II. – Минск. Высшая школа, 1977. – 384 с.

5. Кутьков Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства. – М.: Колос, 2004. – 504 с.



УДК 631.51



**В.С. Нестяк,
К.Т. Мамбеталин**

ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПРИ ПРЯМОМ ПОСЕВЕ

Ключевые слова: технологии возделывания, обработка почвы, традиционная технология, минимальная технология, нулевая технология, прямой посев, энергетические затраты, продолжительность работ, свойства почвы, плодородие почвы.

Введение

В технологии возделывания сельскохозяйственных культур особое место по энергоёмкости (до 25%) занимает обработка почвы. Она же определяет и энергоёмкость всей технологии возделываемой культуры, а в совокупности с другими факторами является одной из причин целого ряда негативных последствий механизации (снижения урожайности полей, повышенной плотности почв, усиления

эрозионных процессов и т.д.) и возникновения проблемы почвосбережения.

Одним из спорных вопросов в технологиях возделывания зерновых культур является место и роль в ней основной обработки почвы.

Цель исследования – снижение энергетических затрат на возделывание зерновых культур в степной зоне за счет минимизации технологического воздействия.

Задача исследования – обосновать уровень технологического воздействия на почву при подготовке к возделыванию зерновых культур в степной зоне.

Объект исследования – технологический процесс обработки почвы.

Методы исследования. Общей методологической основой исследований явились методы и приемы диалектического

познания изучаемой проблемы: анализ и синтез, моделирование, эксперимент, наблюдение.

Результаты и их обсуждение

Виды технологий возделывания зерновых культур в основном определяются производимыми в ходе подготовки полей к посеву семян обработками почвы: традиционной, минимальной и нулевой. В традиционной технологии посеву семян предшествует множество технологических воздействий на почву (ранневесеннее боронование, предпосевные культивации и т.д.) с целью приведения поверхностного слоя почвы в рыхлое состояние. Минимальная технология выполняется совмещением технологических операций предпосевной подготовки почвы и посева. Нулевая технология предполагает прямой посев семян сеялками в необработанную почву.

Для всех технологий возделывания культур одним из общих знаменателей является продолжительность их выполнения. Поэтому энергетические затраты на выполнение технологии в общем случае определяются по выражению

$$\mathcal{E} = qT_r, \quad (1)$$

где q – удельные энергетические затраты в единицу времени, Дж/час;

T_r – продолжительность выполнения технологии, час.

Продолжительность проведения весенне-полевых работ при традиционной технологии:

$$T_r = \sum_{i=1}^i t_i + \sum_{n=1}^n t_{nm.пер.} \quad (2)$$

где t_i – продолжительность выполнения технологических почвообрабатывающих и посевных операций, час;

$t_{nm.пер.}$ – продолжительность технологических перерывов между операциями, час.

Продолжительность весенне-полевых работ при технологии прямого посева

$$T_r = t_{пр. пос} \quad (3)$$

где $t_{пр. пос}$ – продолжительность выполнения прямого посева, час.

Энергетические затраты при традиционной технологии и технологии прямого посева соответственно

$$\mathcal{E}_{тр. т} = \sum_{i=1}^i (q_i t_i) + \sum_{n=1}^n (q_{x.x} t_{nm.пер.}) \quad ; \quad (4)$$

$$\mathcal{E}_{н. т} = q_{пр. пос} t_{пр. пос} \quad (5)$$

где q_i – удельные энергозатраты в единицу времени на почвообрабатывающие и посевные операции, Дж/час;

$q_{x.x}$ – удельные энергозатраты на холостые пробоги при технологических перерывах, Дж/час;

$q_{пр. пос}$ – удельные энергозатраты в единицу времени на проведение прямого посева, Дж/час.

Приведенные уравнения показывают, что и продолжительность весенне-полевых работ, и энергетические затраты при технологии прямого посева значительно меньше, чем при традиционной технологии.

При прямом посеве семян в почву происходит дифференциация агрофизических, агрохимических, биологических свойств по ее слоям. Пожнивные остатки на поверхности поля и отсутствие механической обработки почвы приводят к большим различиям в условиях формирования и активности корневой системы, минерального питания растений и действия минеральных удобрений. Накопление органического вещества происходит в основном в поверхностном слое.

По данным Института экологии при прямом посеве при возделывании сои и озимых зерновых за 10 лет в слое 0-5 см содержание органических веществ было намного выше, чем при безотвальной обработке (табл. 1) [1]. В слоях ниже 5 см, наоборот, содержание этих веществ выше у безотвальной обработки. Это подтверждается данными зарубежных исследований. В опытах Центра сельскохозяйственных исследований и развития (шт. Огайо, США) установлена большая локализация фосфора и калия в слое 0-10 см. То есть при нулевой обработке питательные вещества накапливаются в поверхностном слое.

Кроме того, при нулевой обработке, за исключением поверхностного слоя, с глубиной возрастает плотность, а пористость уменьшается, что неблагоприятно сказывается на росте корней. При прямом посеве корневая система культур располагается в поверхностном слое, длина корней кукурузы намного меньше (на 44%), чем при отвальной обработке, хотя густота корней в 1,7 раза больше [1].

Таблица 1

Содержание органических веществ и емкость поглощения катионов в пахотном слое тяжелосуглинистой почвы при различных системах обработки (шт. Джорджия, США)

Глубина, см	Содержание органического углерода, %		Содержание органического азота, %		Емкость поглощения катионов, см/кг	
	безотвальная	нулевая	безотвальная	нулевая	безотвальная	нулевая
0-5	1,30	2,34	0,12	0,20	4,86	7,77
5-13	0,96	0,88	0,11	0,10	4,70	3,30
13-21	0,57	0,40	0,08	0,07	3,36	2,13

Таблица 2

Влияние обработки почвы на содержание азота в микробиомассе по профилю пахотного слоя, мг/кг почвы (Линкольн, Новая Зеландия)

Слой почвы, см	Иловатый средний суглинок (в Лизморе)		Тяжелый суглинок (в Вакануи)	
	отвальная	нулевая	отвальная	нулевая
0-5	71	93	62	75
5-10	53	54	53	58
10-0	40	38	47	50
20-30	31	30	43	41

Пожнивные остатки в поверхностном слое при нулевой обработке приводят к активизации деятельности микроорганизмов и резкому увеличению микробиомассы по сравнению с другими видами обработки почвы. Однако с возрастанием глубины слоя картина меняется (табл. 2).

При прямом посеве никаких обработок почвы, кроме частичного рыхления поверхностного слоя рабочими органами сеялок, не производится. В то же время почва подвергается уплотнению энергонасыщенной техникой. Пожнивные остатки на поверхности поля кроме положительных воздействий имеют еще и отрицательные последствия. Это негативное влияние на качество укладки семян выражается в неравномерных и неполных посевах и, как следствие, плохой полевой всхожести. Солома в зоне посева приводит к дефициту азота для растений, а глубоко заделанная солома порождает острый недостаток кислорода. Кроме того, наблюдается более высокая степень поражения культур болезнями.

Все вышеприведенное указывает на то, что происходит расслоение пахотного горизонта по структуре и строению почвы и по содержанию питательных веществ. Через ряд лет применения прямого посева почвенный профиль будет иметь рыхлый поверхностный слой толщиной 0-7 см и уплотненные нижележащие слои с недос-

таточной аэрацией, с ухудшенными водными и тепловыми режимами функционирования почвы. В них не распространяются корневые системы растений. В таком почвенном профиле ухудшен питательный режим растений и нарушен круговорот питательных веществ. Получается весьма тонкий почвенный слой, способный обеспечить растения питанием. Наиболее обеспеченным является слой глубиной 0-7 см, а нижние слои бедны питательными веществами, поэтому растения с глубокой корневой системой не получают подпитки из нижних слоев. Поверхностный слой с пожнивными остатками проявляет еще и отрицательные следствия, которые были указаны выше, и может уменьшиться вследствие почвенной эрозии в течение ряда лет. Все это неизбежно приведет к падению урожайности культур. Отсюда следует вывод о необходимости периодического проведения основной обработки почвы с оборотом пласта, чтобы разрыхлить нижние слои почвы и придать ее структуре мелкокомковатое строение. Одновременно при этом заделываются растительные остатки для обогащения питательными веществами нижних слоев, уничтожаются сорняки и болезни и т.д.

Период бесменного применения технологии прямого посева определяется:

– по диагностическому показателю, характеризующему степень снижения естественного плодородия;

– по функциональной зависимости Солтера-Грина между временем и плодородием почвы.

При нулевой обработке почвы показателем её состояния, вызывающим озабоченность, является плотность. Установлено, что почвы с содержанием гумуса 3,5% и более способны под влиянием естественных факторов длительное время поддерживать плотность в пределах 1-1,25% [2]. В почвах повышенной плотности резко замедляются процессы гумусообразования.

Для оценки изменения плотности почвы можно использовать диагностический показатель степени снижения естественного плодородия [3]:

$$V_{\xi} = \frac{H_r - H_{ai}}{H_r - H_d}, \quad (6)$$

где H_r – исходное содержание гумуса, %;

H_{ai} – содержание гумуса после соответствующей культуры, %;

H_d – предельно низкое содержание гумуса для возделываемой культуры, %.

Гумус потребляется зерновыми культурами в год в пределах 0,6-0,8 %. Предельное содержание гумуса для произрастания зерновых находится около 1,2%. Наибольшим значением степени его снижения является показатель 0,74 [3].

В степной зоне Челябинской области содержание гумуса в почвенном слое 0-20 см составляет 4,59-6,49% [4]. Если принять, что происходит только расход гумуса, то по выражению (6) получим по первому критерию длительность применения технологии прямого посева 3-5 лет.

Прямой посев относится к почвосберегающим технологиям, что подтверждается данными опытов [4], где расход гумуса в среднем для слоя 0-20 см в течение 4 лет при минимальных технологиях составил 0,68%, в то время как при ежегодной вспашке он был равен 2,5%.

Зависимость между временем и плодородием почвы определяется функцией (Солтера-Грина) [5]:

$$N = N_0 (1 - x)^t, \quad (7)$$

где N – содержание азота в почве в момент времени t , мг/кг;

N_0 – исходное содержание азота, мг/кг;

x – годовая потеря азота, мг/кг.

Годовые потери азота, рассчитанные по ней, приведены в таблице 3. Данные таблицы показывают, что однолетние и многолетние травы в севообороте повышают плодородие почвы. Наибольший расход азота происходит при бессменной кукурузе; значительно его потребление и при бессменной пшенице.

Таблица 3
Годовые потери (-) и прибавки (+) содержания азота и органического вещества в почве, %

Севооборот	Азот	Органический углерод
Пятилетний севооборот	-1,06	-0,85
Трёхлетний севооборот	-0,69	-0,6
Бессменная кукуруза	-2,97	-3,12
Бессменная пшеница	-1,56	-1,44
Бессменный овес	-1,45	-1,41
Сено в пятилетнем севообороте	+0,64	+1,36
Сено в трёхлетнем севообороте	+2,87	+3,25

В степной зоне Челябинской области валовое содержание азота в слое 0-20 см составляет 10,5 мг/кг [4]. График изменения содержания азота по годам, составленный по формуле (7), приведен на рисунке. Как видно из графика, все линии изменения содержания азота в почве по годам при различных севооборотах пересекают линии предельного содержания азота (линии 1 и 2). Так, трехлетний севооборот по окончании ротации имеет ещё запас азота, а в пятилетнем севообороте уже на третьем году содержание азота явно низко.

Расчеты, проведенные по формуле (7), и график, отражающий изменение содержания азота, определяют длительность прямого посева по второму критерию в пределах 3-4 лет.

Таким образом, и по расходу гумуса, и по расходу азота получен практически одинаковый результат, позволяющий сделать вывод, что в степной зоне при возделывании зерновых культур прямым посевом семян в почву один раз в 3-4 года необходимо производить основную обработку почвы на глубину до 30 см.

При этом для обогащения питательными веществами нижних слоев должно осуществляться взаимное перемешивание почвенных слоев. Очень важно, чтобы обработанное осенью поле на следующий год было паровым.

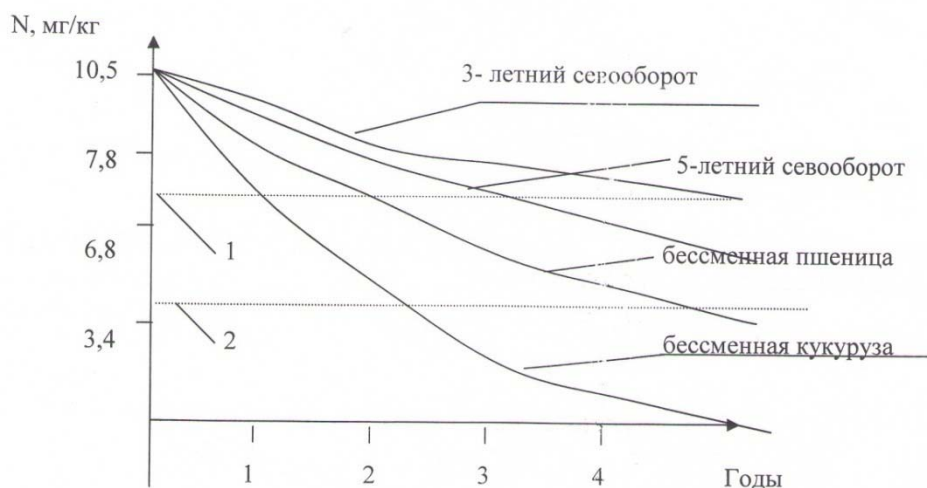


Рис. Изменение содержания азота в почве по годам:
1 – низкое содержание азота; 2 – очень низкое содержание азота

Выводы

1. Выбор технологии возделывания сельскохозяйственных культур должен производиться с учетом конкретных почвенно-климатических условий зоны возделывания, состояния почвенной структуры и воздействия технологии на почву.

2. Продолжительность весенне-полевых работ и энергетические затраты при технологии прямого посева значительно меньше, чем при традиционной технологии возделывания зерновых культур.

3. В степной зоне при возделывании зерновых культур прямым посевом семян в почву необходимо один раз в 3-4 года производить основную обработку почвы на глубину до 30 см.

Библиографический список

1. Черепанов Г.Г. Нулевая обработка почвы: Итоги исследований и опыт применения. – М.: НИИТЭИ Агропром, 1994.
2. Калинин А.Б., Сидыганов Ю.Н. Система обработки почвы в энергосберегающих технологиях // Аграрная наука. – 2004. – № 1.
3. Нугис Э.Ю. Оценка системы «машина-почва-растение» при различных сочетаниях механического воздействия на почву // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1987. – № 3.
4. Козаченко А.П. Обоснование приемов рационального использования, обработки и мелиорации земель сельскохозяйственного назначения Челябинской области. – Челябинск, 1999.
5. Ганс Иени. Факторы почвообразования. – М.: Гос. изд. иностр. лит-ры, 1948.



УДК 62-83

Т.М. Халина,
М.И. Стальная,
С.Ю. Еремочкин

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРЕХФАЗНЫХ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В ОДНОФАЗНОЙ СЕТИ ПРИ ВЕКТОРНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ

Ключевые слова: векторно-алгоритмическое управление, электродвигатель, электропривод, эффективность, однофазная сеть, фермерские

хозяйства, конденсаторный запуск, расчет мощности, расчет момента, векторно-алгоритмический метод расчета.