

18210

УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ  
имени ПАТРИСА ЛУМУМБЫ

---

*На правах рукописи*

**А. Н. ГУБАРЕВ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ  
В СВЯЗИ СО СПОСОБАМИ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ  
И ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ ПОЛЕВЫХ МЕТОДОВ  
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ И ПЛОТНОСТИ ПОЧВЫ  
(НА ПРИМЕРЕ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ  
ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

**Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук**

Научный руководитель  
член-корреспондент АН БССР,  
доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор

**М. Г. ЧИЖЕВСКИЙ**

МОСКВА — 1966

Торба - Аману

Торба - обработка

~~10.12.85~~

~~с 07.05~~

~~10.6.7~~  
1000

200894  
8589

УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ  
ИМЕНИ ПАТРИСА ЛУМУМБЫ

---

*На правах рукописи*

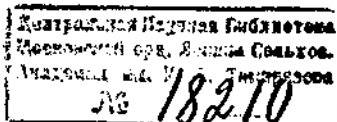
А. Н. ГУБАРЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ  
В СВЯЗИ СО СПОСОБАМИ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ  
И ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ ПОЛЕВЫХ МЕТОДОВ  
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ И ПЛОТНОСТИ ПОЧВЫ  
(НА ПРИМЕРЕ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ  
ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель  
член-корреспондент АН БССР,  
доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор

**М. Г. ЧИЖЕВСКИЙ**



МОСКВА — 1965

Работа выполнена на кафедре общего земледелия Московской ордена Ленина сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева.

Экспериментальные исследования проводились с 1956 по 1963 г. в учебном хозяйстве имени М. И. Калинина, Мичуринского района, Тамбовской области, где автором был заложен комплексный полевой опыт по сравнительному изучению основных элементов системы земледелия: 2-х севооборотов, 3-х способов обработки почвы и 2-х способов применения удобрений, как в их раздельном выражении, так и в их комплексном сочетании и взаимосвязи.

Диссертация изложена на 177 страницах машинописи и состоит из введения, пяти глав, выводов и предложений.

В тексте работы помещены 56 и в приложениях — 25 таблиц. Работа иллюстрирована 6 рисунками. Список литературы насчитывает 299 наименований.

Защита состоится \_\_\_\_\_ 196 г., в \_\_\_\_\_ часов на заседании объединенного Ученого Совета сельскохозяйственного и медицинского факультетов Университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы.

*Просьба принять участие в работе Совета.*

Отзывы присылать по адресу: Москва, В-302, 5-й Донской проезд, д. № 7.

## ВВЕДЕНИЕ

В Программе КПСС, принятой на XXII съезде партии, большое внимание уделено путям создания в нашей стране, наряду с могучей промышленностью, всесторонне развитого и высокопродуктивного сельского хозяйства.

В общей системе мероприятий, направленных на повышение культуры земледелия и увеличение урожайности, большое место занимает правильная система обработки почвы и научно обоснованные способы применения удобрений в соответствии с особенностями почвенных и климатических условий.

Большую актуальность, в связи с этим, приобретает объективная оценка общепринятых, а также выдвигаемых вновь приемов и систем обработки почвы и способов применения удобрений.

Целью наших исследований являлось:

1. Сравнительное изучение и оценка отвальной и безотвальной систем обработки почвы, а также обработки, построенной на сочетании приемов отвальной и безотвальной, глубокой и медкой обработок почвы за ротацию севооборота.

2. Выявление агротехнической и экономической эффективности применения навоза в виде сыпца (перегоя).

3. Изучение возможностей замены плужной основной обработки почвы на мелкую обработку при помощи дисковых лущильников.

4. Изучение и оценка некоторых современных полевых методов определения объемного веса (плотности) и влажности почвы.

В проведении исследований автор получал необходимую помощь от коллектива сотрудников кафедры общего земледелия Тимирязевской академии и от дирекции учебного хозяйства имени М. И. Калинина.

## СХЕМА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

Комплексный полевой опыт, заложенный в 1956 г. на выщелоченных черноземах учхоза имени М. И. Калинина на пло-

шадн 15,6 га, имел 2 восьмипольных севооборота, со следующим чередованием культур:

Севооборот № 1. 1) Пар черный; 2) озимая пшеница; 3) кукуруза; 4) яровая пшеница; 5) суданская трава; 6) вико-овсяная смесь на сено; 7) озимая пшеница; 8) овес или ячмень.

Севооборот № 2. 1) Пар черный; 2) озимая пшеница; 3) кукуруза; 4) яровая пшеница; 5) клевер в смеси с люцерной 1 г. п.; 6) клевер в смеси с люцерной 2 г. п.; 7) ~~ячмень~~ ~~пшеница~~ ~~пшеница~~; 8) озимая пшеница; 9) ячмень.

Севообороты различались только по одному признаку: севооборот № 2 — плодосменного типа с двумя полями клевера и люцерны, а в севообороте № 1 вместо них были введены однолетние кормовые культуры — суданская трава и вико-овсяная смесь.

Восьмилетняя ротация каждого севооборота осуществлялась на 4-х полях. Площадь отдельного поля 0,67 га. Повторность каждого севооборота 3-кратная.

В этих севооборотах сравнивались три системы обработки почвы:

1. Система отвальной обработки, при которой отвальные для нее деланки осенью каждого года пахались отвальным плугом с предплужниками, в результате чего местоположение верхней и нижней половинны пахотного горизонта ежегодно менялись местами.

2. Система безотвальной обработки, состоящая из глубокого (30—40 см) осеннего рыхления почвы безотвальным плугом. В годы, когда не проводилось глубокого рыхления — на этих деланках применялась осенняя обработка дисковыми лущильниками на глубину 8—10 см. Таким образом, в течение 6 лет на этих деланках не проводилось обрачивание пахотного слоя и местоположение почвенных слоев оставалось без изменения.

3. Комбинированная или промежуточная система обработки почвы сочетала приемы отвальной и безотвальной, глубокой и мелкой обработок в течение ротации севооборота. При проектировании этой системы мы по возможности стремились к тому, чтобы отвальные для нее деланки после двух-трех лет безотвальной или поверхностной обработки пахались бы плугами с отвалами (а в некоторых случаях и с почвоуглубителями) в целях вовлечения нижнего более структурного слоя почвы.

Для осуществления всех указанных систем обработки почвы каждое из 12-ти севооборотных полей было разделено вдоль на три равновеликие полосы или деланки (по 1920 м<sup>2</sup>) и в каждой из этих полос ежегодно проводились приемы обработки, входящие в ту или иную систему.

Кроме того, в этих севооборотах на фоне указанных трех различных систем обработки почвы сравнивались между собой два способа применения удобрений: общепринятый способ применения полуразложившегося навоза и минеральных удобрений и способ, рекомендованный М. Г. Чижевским и В. А. Крюковым, при котором в почву вносился хорошо разложившийся навоз, или так называемый навоз-сыпец (перегной) вместе с минеральными удобрениями, в виде органо-минеральных смесей.

Оба этих способа применения удобрений выравнены по количеству вносимых в почву питательных веществ как за ротацию севооборотов, так и под отдельные культуры. Минеральные удобрения применялись в равных количествах. Полуразложившийся навоз применялся в количестве 20 т/га, а навоз-сыпец (перегной) в таком количестве, в каком он обычно образуется из 20 т полуразложившегося навоза, т. е. 5 т на гектар.

Навоз заделывался в почву отвальным плугом на глубину 18—20 см, а перегной перед внесением тщательно смешивался с минеральными удобрениями, и эта смесь вносилась незадолго до посева и заделывалась в почву с помощью дисковых лущильников. В состав органо-минеральных смесей всегда включались азотные минеральные удобрения.

Удобрения, в соответствии со схемой опыта, вносились на половине (960 м<sup>2</sup>) опытных делянок с различными способами обработки почвы; вторая половина делянок не удобрялась и служила контролем.

На делянках с отвальной обработкой применялись навоз и минеральные удобрения, на делянках с безотвальной обработкой, вследствие невозможности заделки в почву навоза, применялись только органо-минеральные смеси. На делянках с комбинированной обработкой на четверти делянки (480 м<sup>2</sup>) вносились навоз и минеральные удобрения и на второй четверти — органо-минеральные смеси. Таким образом, можно сравнивать оба способа применения удобрений как на фоне разных систем, так и на фоне одной системы обработки почвы.

Так как изучаемые севообороты не завершили первой ротации, то в настоящей работе обобщаются результаты по испытанию 3-х способов обработки почвы и двух способов применения удобрений в следующих звеньях севооборотов:

1-е звено: 1) пар черный; 2) озимая пшеница; 3) кукуруза; 4) яровая пшеница.

2-е звено. 1а) занятый вико-овсяный пар; 1б) клевер 2-й п.; 2) озимая пшеница; 3) ячмень.

Способы и глубина обработки под отдельные культуры приведены в таблице № 1. Распределение удобрений в севооборотах приводится в таблице № 2.

Способы и глубина обработки почвы в 1-м и 2-м звене  
изучаемых севооборотов

Поля и культуры севооборотов	Изучаемые системы обработки почвы		
	Отвальная	Безотвальная	Комбинированная
<b>В первом звене севооборотов</b>			
1. В черном пару под озимую пшеницу	1. Осенняя вспашка отвальным плугом с предплужниками на 25 см и почвоуглубление до 40 см 2. Отвальная перепашка в мае на 20 см для заделки удобрений	1. Осеннее рыхление безотвальным плугом на 40 см 2. Повторное рыхление в мае на 40 см	1. Осеннее рыхление безотвальным плугом на 40 см 2. Отвальная перепашка в мае на 20 см для заделки удобрений
2. Озимая пшеница	—	—	—
3. Под кукурузу	Осенняя отвальная вспашка на 20 см с заделкой навоза	Осеннее безотвальное рыхление на 40 см	Осенняя отвальная вспашка на 25 см и почвоуглубление до 40 см
4. Под яровую пшеницу	Осенняя отвальная вспашка на 20 см	Осеннее безотвальное рыхление на 30 см	Осенняя отвальная вспашка на 20 см и почвоуглубление до 30 см
<b>Во втором звене севооборотов</b>			
5. Под вико-овсяную смесь	Осенняя отвальная вспашка на 20 см	Осеннее двухкратное рыхление на 8—10 см	Осеннее двухкратное рыхление на 8—10 см
6. Под озимую пшеницу после уборки клевера и вико-овсяной смеси	Отвальная вспашка в июле на 20 см	Осеннее двухкратное рыхление на 8—10 см	Отвальная вспашка в июле на 25 см и почвоуглубление до 40 см
7. Под ячмень	Осенняя отвальная вспашка на 20 см	Осеннее двухкратное рыхление на 8—10 см	Осеннее двухкратное рыхление на 8—10 см



Таблица № 2

## Распределение удобрений по культурам и полям севооборота

Поля и культуры севооборотов	Общераспространенная навозно-минеральная система				Система органо-минеральных смесей			
	Основное удобрение			Подкормка	Основное удобрение			Подкормка
	навоз	перегной	минеральные удобрения		навоз	перегной	минеральные удобрения	
Пар черный	20 т	—	$N_{15}P_{45}K_{45}$	—	—	5 т	$N_{15}P_{45}K_{45}$	—
Озимая пшеница	—	—	—	$N_{15}P_{20}K_{20}$	—	—	—	$N_{15}P_{20}K_{20}$
Кукуруза	20 т	—	$N_{15}P_{45}K_{45}$	$N_{25}P_{20}K_{20}$	—	5 т	$N_{15}P_{45}K_{45}$	$N_{25}P_{20}K_{20}$
Яровая пшеница	—	—	—	—	—	—	—	—
Клевер и вико-овсяная смесь	—	—	—	—	—	—	—	—
Озимая пшеница	—	—	—	$N_{15}P_{20}K_{20}$	—	—	—	$N_{15}P_{20}K_{20}$
Ячмень	—	—	—	—	—	—	—	—

В опыте применялись следующие минеральные удобрения: аммиачная селитра, суперфосфат и хлористый калий. Перегной приготавливался из полуперепревшего навоза, который зимой вывозился на опытный участок и рыло укладывался в штабель. К осени он превращался в темную сыпучую массу, которая перед внесением смешивалась с минеральными удобрениями.

Повторность по каждому варианту обработки почвы в первом звене севооборота — 6-кратная, во втором — 3-кратная.

Участок, на котором был заложен опыт, имел ровный рельеф и в прошлом использовался под посев различных культур хозяйственного севооборота уххоза.

Почва этого участка представлена мощным средневщелочным тяжелосуглинистым черноземом. Содержание гумуса в пахотном слое около 6% и азота — 0,34%. Степень насыщенности основаниями 97%. Влажность устойчивого завядания растений для метрового слоя почвы находится в пределах 13—15%. Запас воды при наименьшей полевой влагоемкости равен 353 мм. Общая скважность почвы в верхнем слое колеблется в пределах 57—61%.

Метеорологические условия в годы проведения опыта были различными. Из 6-ти лет, в течение которых проводился опыт, 2 года (1957 и 1961) были с нормальным количеством осадков, 2 года (1958 и 1962) — с повышенным против нормы увлажнением и 2 года (1959 и 1960) были засушливыми.

Засуха в эти годы значительно снизила урожай всех культур, но особенно сильно от нее пострадали влаголюбивые — клевер и вико-овсяная смесь.

На опыте были механизированы все полевые работы. Лушение жнивья проводилось луцильником—бороной дисковой (ЛБД—4, 5), отвальная вспашка — плугом П-5-35, вспашка с почвоуглублением — плугом П-5-35П. Для глубокого безотвального рыхления использовался плуг П-5-35 ППР. Посев зерновых культур проводился сеялкой СД-24, кукурузы — СКГ-6. Зерновые культуры убирали комбайном СК-3. Учет урожая — сплошной поделяночный с последующей поправкой на влажность и засоренность зерна.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИИ

### Изменение физических свойств почвы под влиянием различных способов обработки

Плотность почвы является обобщающей характеристикой, позволяющей вскрывать связь между физическими условиями в почве и развитием растений.

Из большого числа методов определения объемного веса (плотности) почвы были исследованы три метода, наиболее удобных для работы в полевых условиях: 1) при помощи прибора Ревякина; 2) гаммаскопический метод с использованием радиоактивной вилки и 3) обычный метод с использованием для отбора почвенных проб патронов или колец. Этот метод был принят за стандарт.

Как показали исследования, сопротивление почвы силам, направленным на ее деформацию и расклинивание, учитываемое в приборе Ревякина, имеет более определенную зависимость от ее влажности, нежели от ее объемного веса. Влажность почвы может изменяться в широких пределах и при относительно стабильном ее объемном весе. Поэтому попытки некоторых агрономов использовать прибор Ревякина для определения объемного веса (плотности) почвы, лишены основания.

Гаммаскопический метод определения объемного веса, разработанный В. И. Ферропским применительно к инженерным задачам, как показали исследования, позволяет с меньшими затратами труда и времени определять объемный вес различных обрабатываемых почв, не уменьшая при этом точности по сравнению с общепринятым методом. Этот прибор широко использовался в опыте для определения динамики изменения объемного веса почвы.

Расчет объемного веса  $\rho$  производится по формуле:

$$\rho = \frac{\ln \frac{J_0}{J}}{\left(\mu_{ск} + \frac{w}{100} \mu_{ж.с.}\right)h}$$

где  $J_0$  и  $J$  — интенсивность гамма-излучений имп/мин. до и после прохождения слоя почвы, мощностью  $h$  (см).  
 $\mu_{ск}$  и  $\mu_{ж.с.}$  — коэффициент поглощения гамма-излучений твердой и жидкой фазами почвы.

$w$  — влажность почвы в % в момент определения плотности почвы.

Динамика изменения объемного веса почвы в результате различных способов ее обработки приводится в таблице № 3. Для сравнения в этой же таблице приводятся показатели объемного веса на необрабатываемом в течение длительного времени залежном участке. Систематические наблюдения за изменением объемного веса (плотности) почвы в течение 6-ти лет показали, что к моменту посева почва уплотняется, независимо от способов ее осенней обработки, и существенных разли-

ний в значении объемного веса на делянках с изучаемыми способами обработки почвы во время вегетации растений не имелось.

— Таблица № 3

Динамика изменения объемного веса почвы при разных способах ее обработки

Даты определения	Вспашка отвальным плугом на 25 см и почвоуглубление до 40 см					Безотвальное рыхление на 40 см					Дискование на 8—10 см		
	0—10 см	10—20 см	20—30 см	30—40 см	Сред. 0—40 см	0—10 см	10—20 см	20—30 см	30—40 см	Сред. 0—40 см	0—10 см	10—20 см	Сред. 0—20 см
8 августа 1958 г. до обработки	1,19	1,16	1,15	1,15	1,16	1,19	1,16	1,15	1,15	1,16	1,19	1,16	1,17
21 сентября 1958 г. после обработки	0,96	0,97	0,99	1,03	0,99	0,99	1,06	1,08	1,03	1,04	0,88	1,09	0,98
9 мая 1959 г. перед посевом кукурузы	0,93	1,07	1,06	1,11	1,04	0,97	1,04	1,07	1,05	1,08	0,99	1,06	1,03
Залежь 15-летняя, 10.V. 1959 г.	1,03	0,99	1,04	1,10	1,04	—	—	—	—	—	—	—	—

Наблюдения за изменением структуры почвы проводились ежегодно. Существенных различий по содержанию водопрочных почвенных агрегатов при отвальной, безотвальной и комбинированной системах обработки почвы не было отмечено.

Водный режим почвы при разных способах ее обработки

При большом объеме работы на нашем полевом опыте по исследованию водного режима нужно было выбрать удобный и нетрудоемкий метод определения влажности почвы. С этой целью были изучены современные методы: гаммаскопический, тензиометрический и метод, основанный на измерении электрического сопротивления введенных в почву гипсовых блоков.

Первые два метода оказались неприемлемы для конкретных условий опыта, поскольку в каждой точке наблюдений (их на опыте было 72) необходимо было установить на длительное время несколько стеклянных приборов (тензиометров) или ввести в почву 2 металлические и пластмассовые трубы (гаммаскопический метод). Эти приборы мешают работе почвообрабатывающих и других машин. L. M.

Гипсовые блоки дают очень ненадежные показания, поскольку в процессе их калибровки было выяснено, что их электрическое сопротивление имеет разное значение в зависимости от того, увлажняется или высушивается почва. Кроме того, при каждом повторении цикла «увлажнение — высушивание почвы» меняется положение калибровочной кривой в системе координат.

В связи с отмеченным, при проведении опыта мы вынуждены были пользоваться трудоемким весовым методом определения влажности почвы. Это обстоятельство побудило попутно заняться разработкой нового метода определения влажности почвы.

В результате проведенных исследований нами был сконструирован, изготовлен и испытан новый прибор для определения влажности почвы.

Подобно тому, как в термометрах использована способность ртути (или других жидкостей) изменять свой объем при изменении температуры, так и в описываемом приборе использована способность некоторых высокодисперсных веществ увеличиваться в объеме при впитывании ими воды. Степень набухания этих веществ является функцией количества впитанной воды.

Прибор состоит из металлической трубки диаметром 10 мм, длиной 20—50 см, внутри которой свободно передвигается шлифованный поршень. С верхнего конца к этой трубке прикреплен стрелочный прибор-индикатор, регистрирующий перемещение поршня с точностью 0,01 мм, а с нижней стороны — пористый наконечник. Перед определением влажности внутрь трубки между пористым наконечником и поршнем вводится сменный брикет или таблетка весом 0,5 г из ржаного крахмала, а затем прибор погружается в почву на желаемую глубину. Почвенная влага, проникая через пористый наконечник, вызывает набухание таблетки, темп расширения которой зависит от количественного притока к ней влаги в единицу времени, т. е. от степени влажности почвы.

Прибор в интервале влажности почвы от полевой влагоемкости до влажности устойчивого завядания дает показания с точностью, достаточной для решения многих практических во-

просов. Он прошел экспертизу и на него выдано авторское свидетельство на изобретение № 160365 от 25 ноября 1963 года.

**Динамика влажности почвы.** Продолжительные (6-летние) наблюдения за влажностью почвы показали, что какого-либо устойчивого преимущества в водном режиме почвы, вызванного тем или иным способом ее обработки, не наблюдалось как в годы засушливые, так и в годы с нормальным и повышенным увлажнением. Даже систематическая мелкая обработка, проводившаяся в течение 4-х лет, не вызвала заметного снижения влажности почвы по сравнению с контрольной делянкой, обрабатываемой все эти годы отвальным плугом на нормальную (20 см) глубину.

**Величина испарения воды с поверхности почвы при наличии больших различий в способах и глубине ее обработки** практически была одинаковой.

**Динамика нитратов.** Весной процесс нитрификации, как правило, наиболее интенсивно протекает на делянках с безотвальной обработкой особенно в верхнем слое почвы, где сосредоточено наибольшее количество органического вещества в виде корневой растительности.

При отвальной вспашке биологически активный верхний слой почвы, обогащенный органическим веществом, перемещается в нижнюю часть пахотного горизонта, где условия для разложения органического вещества в первой половине лета складываются менее благоприятно. В более поздние сроки процесс нитрификации несколько энергичнее проходит на делянках с отвальной обработкой.

**Содержание подвижных форм фосфорной кислоты** в почве опытного участка было в пределах 1,5—5 мг на 100 г почвы, что свидетельствует о большой их нуждаемости в фосфорных удобрениях. Различные способы обработки как отвальные, так и безотвальные, не повлияли на содержание подвижной фосфорной кислоты.

#### **Поисковый опыт по интенсификации обработки с помощью ультразвукового облучения почвы для повышения ее эффективного плодородия**

Запасы питательных веществ в почве во много раз превышают потребности в них растений, но они, как правило, находятся в недоступном состоянии. Одной из главных задач обработки почвы является создание таких условий, при которых возможен перевод питательных веществ почвы в усвояемое для растений состояние с целью максимального вовлечения их в биологический круговорот и повышения эффективного плодородия.

«С развитием естественных наук и агрономии, — писал К. Маркс, — изменяется и плодородие земли, т. к. изменяются средства, при помощи которых элементы почвы (курсив наш — А. Г.) делаются пригодными для немедленного использования»<sup>1</sup>.

В обрабатываемых почвах химические и биологические процессы не всегда успевают подготавливать в необходимом количестве и нужном соотношении минеральные элементы питания, особенно, в периоды максимальной потребности в них растений. Об этом свидетельствует тот факт, что годичное парование богатой питательными веществами черноземной почвы не освобождает от необходимости внесения удобрений для получения высокого урожая последующей культуры. Среди современных достижений науки и техники появились такие средства воздействия на вещество, с помощью которых можно в известной степени изменить его в желаемом направлении. Одним из таких средств являются ультразвуковые колебания, хорошо распространяющиеся как в твердой, так и в жидкой и газообразной средах. При помощи ультразвука можно передать внутрь материальной среды большую энергию механических колебаний. При этом в среде, содержащей жидкую фазу, возникают новые явления, изменяющие направление химических и биологических процессов. На перспективы применения ультразвука как средства для решения некоторых задач обработки почвы неоднократно указывал видный советский физик и агрофизик А. Ф. Иоффе. Исполнительный механизм электро-механических генераторов ультразвука обыкновенно выполняется в виде пластины, которые можно вмонтировать в различные машины, в том числе и в почвообрабатывающие.

Учитывая эти особенности ультразвука, мы провели поисковые исследования действия ультразвуковых колебаний на изменение эффективного плодородия некоторых почв. С этой целью был заложен вегетационный опыт по выращиванию яровой пшеницы на облученной ультразвуком и на необлученной почве. Облучение небольших порций почвы (50 г почвы + 50 мл дистиллированной воды) проводилось в течение 10 минут на генераторе ультразвука ГУЗ 1,5Н с магнитострикционным излучателем П. М. Выходная мощность генератора 2 вт/см<sup>2</sup>, частота 18 килогерц. Повторность опыта 6-кратная.

Урожай сухого вещества пшеницы на облученной черноземной почве был на 15% больше.

По-видимому, с повышением частоты и мощности применяемого для облучения почвы ультразвука будет возрастать эффект превращения потенциального плодородия в ее эффек-

<sup>1</sup> К. Маркс, Капитал, т. III, 1949 г.

тивное плодородие. Для выяснения этих вопросов необходимы дальнейшие детальные исследования.

### **Засоренность посевов и почвы на фоне изучаемых способов обработки почвы**

Засоренность посевов значительно изменялась в отдельные годы, что связано с характером сложившихся погодных условий и особенностями культур севооборота. И, тем не менее, на фоне безотвальной обработки, как правило, число сорняков и их вес в 1,5—2 раза были больше, чем при отвальной обработке. Поверхностная обработка почвы еще в большей степени способствует увеличению числа сорняков в посевах. Так, например, на четвертом году применения поверхностной обработки засоренность посевов ячменя в 1962 году многолетними сорняками была больше в 4 раза по числу и в 3 раза по их весу, чем при ежегодной отвальной вспашке.

### **Урожай с. х. культур в зависимости от способов обработки почвы и способов применения удобрений**

1. Урожай озимой пшеницы по черному пару (см. таблицу № 4) на неудобренных делянках с изучаемыми способами обработки имели сравнительно небольшие различия. Наименьший урожай был получен на делянках с безотвальной обработкой черного пара. Высокие и вполне достоверные прибавки урожая были получены как от органо-минеральных смесей, так и от навоза, внесенного совместно с минеральными удобрениями. На фоне одного и того же способа обработки почвы (комбинированного), прибавка урожая зерна была на 1—3 ц/га больше от применения навоза и минеральных удобрений, чем от органо-минеральных смесей. Это объясняется тем, что в процессе превращения навоза в перегной теряется часть азота. На фоне с безотвальной обработкой почвы прибавка от органо-минеральных удобрений была на 3—4 ц/га меньше, чем от тех же удобрений, применяемых на фоне комбинированной обработки почвы.

2. Урожай кукурузы, полученные в опыте, приводятся в таблице № 5.

В 1957 г. кукуруза была убрана в конце сентября в фазе полной спелости зерна. Урожай зеленой массы в 1957 г. был в 2 раза меньше, чем в 1961 г., когда кукуруза убиралась в первой половине августа в фазе молочно-восковой спелости. Однако содержание кормовых единиц в урожае кукурузы с 1 га площади было больше в 1957 г. Урожай на неудобренных делянках был различным в зависимости от способов обработки почвы: так при увеличении глубины отвальной обра-



Таблица № 4

Урожай зерна озимой пшеницы в зависимости от способов обработки почвы и применения удобрений в черном пару

Варианты опыта	1958 г.			1960 г.			Среднее за 2 года	
	Урожай		± m	Урожай		± m	ц/га	%
	ц/га	%		ц/га	%			
1. Отвальная обработка черного пара без удобрений	21,1	100	0,4	19,8	100	0,5	20,4	100
2. То же, что 1+навоз 20 т/га+ +N <sub>60</sub> P <sub>65</sub> K <sub>65</sub>	24,2	115	1,0	34,5	174	1,1	29,3	143
3. Безотвальная обработка без удобрений	19,7	93	0,7	19,6	99	0,7	19,6	98
4. То же, что 3+ +орга-минеральные смеси (перегной 5 т/га+ +N <sub>60</sub> P <sub>65</sub> K <sub>65</sub> )	22,5	106	0,9	26,3	132	0,8	24,4	117
5. Комбинированная обработка без удобрений	23,3	110	0,1	20,3	102	0,4	21,8	106
6. То же, что 5+ +навоз 20 т/га+ +N <sub>60</sub> P <sub>65</sub> K <sub>65</sub>	27,4	129	0,5	30,8	155	0,5	29,1	142
7. То же, что 5+ +орга-минеральные смеси (перегной 5 т/га+ +N <sub>60</sub> P <sub>65</sub> K <sub>65</sub> )	26,5	125	0,6	27,9	140	0,8	27,2	133

ботки с 20 см (контроль) до 40 см (комбинированная обработка) повышало урожай кукурузы в 1957 г. на 11%, а в 1961 г. — на 8%. На делянках с глубокой безотвальной обработкой средний урожай за 2 года был на 7% меньше урожая, полученного на контроле. Прибавка урожая от удобрений колебалась от 15 до 30%. Навоз и минеральные удобрения, а также орга-минеральные смеси, примененные на фоне одного способа обработки почвы, дали практически равные прибавки урожая. Эффективность орга-минеральных смесей на

Урожай зеленой массы и початков кукурузы в зависимости от способов обработки почвы и способов применения удобрений

№№	Системы обработки почвы	Варианты опыта	1957 г.				1961 г.				Среднее за 2 года	
			Урожай ц/га		%	±m	Урожай ц/га		%	±m	кормовых единиц ц/га	%
			зеленой массы	кормов. единиц			зеленой массы	кормов. единиц				
1	Отвальная	Отвальная вспашка на 20 см без удобрений	154	75,4	100	5	312	55,4	100	18,5	65,4	100
2		То же, что 1 + навоз 20 т/га + N <sub>70</sub> P <sub>65</sub> K <sub>65</sub>	199	103,3	129	21	397	70,5	127	13,5	86,9	132
3	Безотвальная	Рыхление на 40 см без удобрений	142	64,7	92	6	324	57,5	103	19,6	61,1	93
4		То же, что 3 + органо-минеральные смеси (перегной 5 т/га + N <sub>70</sub> P <sub>65</sub> K <sub>65</sub> )	187	92,4	121	13	359	62,2	115	9,1	77,3	118
5	Комбинированная	Вспашка отвальная на 25 см и почвоуглубление до 40 см	171	76,3	111	7	338	60,0	108	21,1	68,1	104
6		То же, что 5 + навоз 20 т/га + N <sub>70</sub> P <sub>65</sub> K <sub>65</sub>	215	97,5	139	19	359	64,0	115	9,1	81,7	125
7		То же, что 5 + органо-минеральные смеси (перегной 5 т/га + N <sub>70</sub> P <sub>65</sub> K <sub>65</sub> )	187	93,4	121	17	381	67,5	122	13,6	80,4	123

фоне безотвальной обработки была несколько ниже, чем на фоне отвальной обработки почвы.

3. Урожай яровой пшеницы (см. таблицу № 6) на удобренных делянках, обработанных различными способами и на различную глубину, имели незначительную разницу. Данные опыта свидетельствуют о том, что увеличение глубины обработки почвы под яровую пшеницу свыше 20 см не сопровождается прибавкой урожая. Последствие удобрений, внесенных под предшествующие культуры, довольно отчетливо проявилось на урожае яровой пшеницы. Прибавка урожая зерна на фоне комбинированной обработки почвы от последствия навоза и минеральных удобрений была в 2 раза больше, по сравнению с прибавкой, полученной от последствия органо-минеральных смесей. На фоне безотвальной обработки почвы прибавка урожая пшеницы от последствия органо-минеральных смесей была на 10% меньше, чем на фоне отвальной обработки.

Чтобы судить о продуктивности гектара севооборотной площади за все годы опыта и в целях объективной оценки изучаемых способов обработки почвы и способов применения удобрений полученные средние урожаи продовольственных и кормовых культур были пересчитаны в кормовых единицах. Собранные за 4 года урожаи с 1-го гектара в 1-м звене севооборота приводятся в таблице № 7.

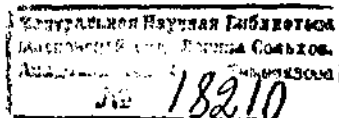
Таблица № 7

Продуктивность (ц/га кормовых единиц) первого звена севооборота на фоне изучаемых способов обработки почвы и способов применения удобрений

Системы обработки почвы	Без удобрений	Способы применения удобрений	
		органо-минеральные смеси	навоз и минеральные удобрения
1. Отвальная	106,7	—	143,2
2. Безотвальная	101,4	125,9	—
3. Комбинированная	110,5	134,1	141,8

Самый низкий урожай был получен на удобренных делянках с безотвальной обработкой.

Навоз и минеральные удобрения, примененные в равных количествах как на фоне отвальной, так и на фоне комбини-



Урожай зерна яровой пшеницы в зависимости от способов обработки почвы и последствия удобрений

№ п/п.	Система обработки почвы	Варианты опыта	1958 г.			1960 г.			Среднее за 2 года	
			Урожай		± m	Урожай		± m	ц/га	%
			ц/га	%		ц/га	%			
1	Отвальная	Отвальная вспашка на 20 см	15,3	100	0,9	14,8	100	0,5	15,0	100
2		То же, что 1+последствие навоза и минеральных удобрений	17,5	114	0,7	19,5	133	0,4	18,5	128
3	Безотвальная	Безотвальное рыхление на 30 см	13,2	86,2	0,7	16,0	108	1,1	14,6	97
4		То же, что 3+последствие органо-минеральных смесей	15,8	103,3	0,8	19,5	115	0,4	17,6	112
5	Комбинированная	Отвальная вспашка на 20 см+почвоуглубление до 30 см	15,4	100,6	1,2	14,6	98	0,4	15,0	100
6		То же, что 5+последствие навоза и минеральных удобрений	19,3	125	2,4	24,1	142	0,7	21,9	145
7		То же, что 5+последствие органо-минеральных смесей	18,4	121	1,1	18,2	124	0,3	18,3	122

Таблица № 8

Продуктивность 2-го звена севооборота № 1 в зависимости от способов обработки почвы и последствий удобрений

№ п/п.	Система обработки почвы	Варианты опыта	1960 г. урожай зеленой массы вико- овсяной смеси		1961 г. урожай зерна озимой пшеницы		1962 г. урожай зерна ячменя		Суммарный урожай за 3 года в кор- мовых едини.	
			ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
1	Отвальная	Ежегодная отвальная вспашка на 20 см	54,3±2,4	100	25,2±0,3	100	15,3±2,1	100	58,3	100
2		То же, что 1+последствие навоза и минеральных удобрений	57,6±5,3	106	32,1±0,9	127	17,6±2,2	115	69,9	120
3	Безотвальная	Ежегодная мелкая (8—10 см) обработка дисковыми орудиями	53,7±2,3	98	23,6±0,4	93	19,8±0,9	129	62,0	106
4		То же, что 3+последствие органико-минеральных смесей	53,9±2,5	99	29,2±2,0	115	21,4±1,0	140	70,9	121
5	Комбинированная	Отвальная вспашка на 25 см и почвоуглубление до 40 см под озимую пшеницу, под остальные культуры лущение	53,3±2,4	98	24,3±0,6	96	17,3±1,4	113	59,6	102
6		То же, что 5+последствие навоза и минеральных удобрений	63,4±2,7	115	30,9±0,6	118	18,6±1,2	122	70,9	121
7		То же, что 5+последствие органико-минеральных смесей	59,0±3,7	108	29,4±0,25	117	17,8±0,8	116	68,8	119

ровой системы обработки, дали практически равные прибавки урожая:

На фоне комбинированной обработки органико-минеральными смесями дана на 7% меньшую прибавку урожая по сравнению с прибавкой, полученной от применения навоза и минеральных удобрений. Эффективность органико-минеральных смесей на фоне безотвальной обработки была на 7% меньше, чем на фоне комбинированной обработки почвы.

### Продуктивность второго звена севооборотов в зависимости от способов обработки почвы

Урожан с. х. культур второго звена севооборота № 1 по вариантам опыта приводятся в таблице № 8.

Несмотря на значительную разницу в глубине обработки почвы (10, 20 и 40 см), урожай культур на удобренных делянках с разными способами обработки почвы различались незначительно.

Удобрения, внесенные в 1957 г. под кукурузу, каждый год давали заметную прибавку урожая всех культур. Размеры прибавок урожая несколько различались в зависимости от способа применения удобрений. На фоне комбинированной системы обработки почвы — суммарная прибавка урожая за 3 года от навоза и минеральных удобрений была больше на 2,1 ц/га кормовых единиц, чем от органико-минеральных смесей. В аналогичном звене севооборота № 2 эта разница уже составляла 5,2 ц/га кормовых единиц в пользу навозно-минеральных удобрений.

### Экономическая оценка изучаемых способов обработки почвы и способов применения удобрений

Экономическая оценка дается на основе подсчета и сопоставления прямых затрат на 1 гектар посева и 1 центнер продукции по различным вариантам опыта.

Применение глубокой (на 30—40 см) отвальной обработки почвы с экономической точки зрения было оправдано только на одной культуре — кукурузе.

Глубокая (на 82—107 см) обработка почвы при помощи дисковых орудий под яровые и озимые культуры по сравнению со средней (на 20 см) глубиной позволяет снизить прямые затраты на производство 1 ц зерна на 5—10%. Однако при систематическом применении мелкой обработки почвы очень быстро увеличивается заборенность посева.

Применение 5 тонн навоза-сыпца вместе с минеральными удобрениями в виде органо-минеральных смесей обходится дешевле на 7—10 рублей на гектар, чем применение 20 т навоза с таким же количеством минеральных удобрений. Такая экономия достигается благодаря уменьшению расходов на погрузку, транспортировку и внесение этих удобрений. И несмотря на то, что органо-минеральные смеси дают несколько меньшую прибавку урожая, прямые затраты на производство одного центнера продукции при этом способе применения удобрений на 7—12% меньше, чем при обычном способе применения навоза и минеральных удобрений.

### Выводы и предложения

1. Испытанные разные способы и глубины обработки щелоченных черноземов, характерными признаками которых являются хорошие природные физические свойства, по эффективности влияния на урожай зерновых культур дают сравнительно небольшие различия, которые по своему значению близки к точности опыта.

2. Система безотвальной обработки почвы, исключая применение оборачивающих почву орудий, приводит к постепенному увеличению засоренности посевов, ухудшает использование удобрений и снижает их эффективность, в связи с чем она не может заменить в данной зоне отвальную обработку почвы.

3. На чистых от сорняков полях в отдельные годы плужная основная обработка почвы может быть заменена лущением без ущерба для урожая зерновых культур. При этом достигается экономия затрат по обработке почвы (до 2-х рублей на каждый гектар), а также может быть получен дополнительный положительный эффект в связи с возможностью проведения такой обработки в лучшие агротехнические сроки, поскольку производительность агрегатов для лущения во много раз превышает производительность пахотных агрегатов.

4. В системе мероприятий по дальнейшему подъему урожайности в этой зоне в сравнении со способами обработки почвы более эффективными, надежными и быстродействующими мерами является применение удобрений. За 4 года удобрения повысили урожай зерновых культур и кукурузы на 34%, а в отдельные годы прибавка урожая от удобрений доходила до 74%.

5. Результаты опыта подтвердили, что наибольшие прибавки урожая получаются от применения полуразложившегося навоза в сочетании с минеральными удобрениями. От при-

менения этих удобрений на фоне обычной обработки почвы получены средние прибавки урожая зерна озимой пшеницы и кукурузы (4 кормовых единиц) соответственно 8,9 и 21,5 ц/га.

6. Навоз-сыпец, примененный в количестве 5 т/га вместе с минеральными удобрениями в виде органо-минеральных смесей на фоне глубокой отвальной обработки, дал на 7% меньшую прибавку урожая, по сравнению с 20 т навоза с такими же дозами минеральных удобрений.

2 На фоне безотвальной обработки прибавка урожая от применения органо-минеральных смесей была также на 7% меньше прибавки урожая, полученной от применения этих же удобрений на фоне отвальной обработки.

7. В экономическом отношении способ применения удобрений в виде органо-минеральных смесей в связи с меньшими затратами на их погрузку, перевозку и внесение, несмотря на относительно меньшую прибавку урожая, более выгоден по сравнению с обычным способом применения навоза и минеральных удобрений и позволяет уменьшать себестоимость зерна озимой пшеницы на 7—10% и одного центнера кормовых единиц кукурузы на 10—12%.

8. В ходе проведения научно-исследовательской работы был сконструирован, изготовлен и испытан новый портативный и недорогой прибор для определения влажности почвы, основанный на применении набухающих веществ, который имеет перспективу применения в сельскохозяйственной практике.

9. Испытанный в ходе проведения опыта новый гаммаскопический метод определения объемного веса (плотности) почвы по сравнению с общепринятым методом, не снижая точности, позволяет экономить время и труд и может с успехом применяться в сельскохозяйственных научно-исследовательских учреждениях.

10. Испытанный в поисковом опыте метод обработки почвы ультразвуком для повышения ее эффективного плодородия дал обнадеживающие результаты и заслуживает, наряду с другими возможными для этих целей методами физического воздействия на почву, дальнейшего изучения и разработки.

#### ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ СЛЕДУЮЩИЕ РАБОТЫ:

1. А. Н. Губарева. Прибор для определения влажности в полевых условиях. Журнал «Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии», № 5, 1962 г.



2. А. Н. Губарев и А. И. Паранюшкин. Изменение эффективного плодородия при ультразвуковом облучении почвы. Доклады ТСХА, выпуск 88, 1963 г.

3. А. Н. Губарев. Прибор для определения влажности почвы. Бюллетень Государственного комитета по делам открытий и изобретений СССР № 3, 1964 г.

4. А. Н. Губарев. Опыт гаммаскопического определения объемного веса (плотности) почвы. Труды Университета дружбы народов им. Патриса Лумумбы, серия «Сельскохозяйственные науки», вып. 1, М., 1965 г.

5. А. Н. Губарев. Способы обработки почв в применении удобрений на выщелоченных черноземах Тамбовской области (в печати). Журнал «Сельское хозяйство России».

---

Л-131978. 2.XII-65 г. Объем 1,5 п. л. Тир. 200. Зак. 1330.

Типография Университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы,  
Москва, 5-й Донской проезд, 7.

