

## КОНЦЕПЦІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ФІЗИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБРОБЛЮВАНОВОГО ШАРУ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО СУПІЩАНОГО ГРУНТУ ЗОНИ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

*Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН України»*

Для умов дерново-підзолистих супіщаних ґрунтів зони Полісся України запропоновано концепцію і технологію оптимізації фізичних параметрів орного шару, яка передбачає урахування зміни вимог до них в онтогенезі польових культур.

Згідно прийнятої робочої гіпотези рослини контактують у двох основних станах – насіння і вегетуючих рослин з різними, у більшості протилежними, вимогами до фізичних умов ґрунтового середовища у кожному із зазначених станів культур. Їх важко, почасти неможливо, забезпечити, надаючи ґрунту будь-який вихідний стан перед сівбою.

Розроблена технологія передбачає сівбу за початково щільного стану ґрунту з наступним розуцільненням на усю глибину орного шару після проростання насіння до появи сходів. Таким чином, оптимально задовольняються вимоги рослин на стартовому етапі розвитку (щільний ґрунт) і під час вегетації (пухкий його стан).

Багаторічні експериментальні дані свідчать про доцільність звернути увагу на необхідність удосконалення методів визначення оптимальних фізичних параметрів шару, що обробляється, як теоретичного підґрунтя технологій обробітки ґрунту.

*Ключові слова: ґрунт, дерново-підзолистий, супіщаний, обробіток ґрунту, польовий дослід.*

А. М. Малиенко

*Национальный научный центр «Институт земледелия НААН»*

## КОНЦЕПЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБРАБАТЫВАЕМОГО СЛОЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ ЗОНЫ ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ

Для условий дерново-подзолистых супесчаных почв зоны Полесья Украины предложена концепция и разработана технология оптимизации физических параметров обрабатываемого слоя, учитывающая изменчивость требований к ним полевых культур в онтогенезе.

Согласно принятой рабочей гипотезе растения контактируют с почвой в двух основных состояниях – семян и вегетирующих растений. При этом проявляются различные, большей частью противоположные требования к физическим условиям почвы при каждом из названных состояний. Их сложно, большей частью невозможно, совместить, задавая почве любое исходное сложение перед посевом.

Разработанная технология предполагает посев в исходно плотную почву с последующим ее разрыхлением на всю глубину пахотного слоя после прорастания семян до появления всходов. Таким образом, оптимально удовлетворяются требования растения на стартовом этапе развития (плотная почва) и во время вегетации (рыхлая почва).

Многолетние экспериментальные данные обращают внимание на необходимость совершенствования методов установления оптимальных физических параметров обрабатываемого слоя, как теоретической базы для развития технологий обработки почвы.

*Ключевые слова:* почва, дерново-подзолистая, супесчаная, оптимальная плотность, обработка почвы, полевой опыт.

А. М. Malienko

*The National Scientific Centre for Agriculture «Institute of Agriculture of NAAS»*

## CONCEPTION AND TECHNOLOGY FOR OPTIMIZATION OF PHYSICAL PARAMETERS OF ARABLE LAYER OF SOIL-PODZOLIC SANDY-LOAM SOILS OF POLESIE ZONE OF UKRAINE

For the conditions of sod-podzolic sandy soil of woodland zone of Ukraine the concept and the technology for optimization the physical parameters of the arable layer is developed, taking into account the variability of the requirements for them in the ontogenesis of field crops.

According to the accepted hypothesis the plants are in contact with the soil in two key states – the seed and growing plants. Different and mostly opposing demands on the physical conditions of

the soil at each of the mentioned states are exhibited. They are difficult, mostly impossible, to reconcile, setting the initial consolations of any soil before sowing.

The technology of planting in the baseline assumes the sowing in a dense soil with subsequent loosening of the entire depth of arable layer after germination before seedling emergence. Thus, the optimum plant requirements are met in the initial stages of development (dense soil) and during the growing season (loose soil).

Long-term experimental data draw attention to the need for improving methods for determining the optimal physical parameters of the arable layer, as a theoretical framework for the development of technologies of tillage.

*Key words: soil, sod-podzolic, sandy-loam, optimal density, soil tillage, field experiment.*

Исследования по данной проблематике были начаты нами в 1986 году как сугубо прикладные. Их целью было совершенствование технологии возделывания картофеля на дерново-подзолистых супесчаных почвах зоны Полесья Украины. Высокая хозяйственная эффективность полевых экспериментов обусловила необходимость их теоретического осмысления.

Мы полагаем, что выполненные нами исследования, обсуждение полученных результатов, несмотря на их исходную агротехнологическую направленность, могут заинтересовать почвоведов, в частности, причастных к проблемам физики почвы.

Среди показателей, характеризующих физические условия почвы для роста и развития культурных растений наиболее часто используемым в научных исследованиях, связанных с почвенной и земледельческой тематикой, является плотность сложения почвы.

Для установления оптимальных ее параметров сложилась определенная методика. Она предусматривает проведение вегетационных или лабораторно-полевых опытов, в которых задается определенная градация исследуемого фактора. На этих искусственно созданных фонах высеваются опытные культуры. По их продуктивности оценивается оптимальный диапазон значений плотности сложения почвы (Долгов, 1968; Ревут, 1971; Вальдгауз, 1978; Зимкувене, 1986; Бондарев, 1988; Медведев, 1990).

Используется также иной метод установления оптимальной плотности почвы. Он предусматривает выделение в производственных посевах участков с различным состоянием культур. На основании оценки их продуктивности с параллельными замерами плотности сложения почвы устанавливается связь между ними (Томас, 1992).

Общим для упомянутых методов является оценка реакции исследуемых растений на предварительно заданные или сложившиеся физические параметры почвы.

Данные, полученные в подобных исследованиях, служат исходными ориентирами при оценке физического состояния почвы, которое необходимо создать приемами обработки, за счет рационального чередования культур в севооборотах, применения удобрений, химических и водных мелиораций.

Признавая несомненную полезность подобного, достаточно универсального диагностического показателя, каковым является плотность сложения почвы, редко обращается внимание на определенные трудности установления ее оптимумов и использования их в практике земледелия. Имеется в виду неизбежное уплотнение обрабатываемого слоя при подготовке семенного ложа, внесении удобрений, посевах, обработке полей пестицидами, механической обработке почвы при уходе за посевами.

Определенная сложность связана также с необходимостью более точного определения интервала времени, в течение которого оптимальные значения плотности сложения почвы должны быть созданы и, по возможности, сохранены. Ими, чаще всего, принято считать период, непосредственно предшествующий посеву полевых культур (Бондарев, 1988; Медведев, 1990). Аргументация подобного подхода состоит в признании особого значения для культурных растений условий стартового этапа их развития. Кроме того, предполагается отсутствие реальных возможностей противодействия дрейфу показателей исходной плотности почвы после посева (посадки) культур. Рассматриваемый подход в применении к полевым экспериментам определяет сложность получения планируемых результатов в тех случаях, когда

заданные уровни варьирования плотности изменяются вскоре после их закладки. В целом же предполагается влияние на урожайность исходных параметров, как управляемых факторов, а изменение их во времени под влиянием внешней среды рассматривается, как часть процесса формирования урожая, в значительной степени предопределенного значениями заданных уровней сложения почвы.

Наш экспериментальный опыт, складывавшийся в течение более сорока лет изучения проблем обработки почв легкого гранулометрического состава, ставит под сомнение универсальность изложенных выше принципов. Нашу позицию удобно проиллюстрировать на примере возделывания картофеля. При выращивании данной культуры характерен длительный период от посадки клубней до появления всходов. В оптимальных условиях он составляет 23–25 дней, в особо неблагоприятных погодных условиях достигает 30–40 дней (Замотаев, 1982).

В подобном случае почвенные условия при посадке клубней и таковые ко времени появления всходов могут быть различными. Сложение почвы легкого гранулометрического состава, полученное при посадке, со значительной степенью вероятности может изменяться и, как правило, изменяется под влиянием природных и антропогенных факторов. Обычно после посадки почва подвергается достаточно интенсивному воздействию машинотракторных агрегатов по довсходовому уходу за посадками. Не исключено также уплотняющее действие осадков и просто фактора времени.

Учет особенностей развития растений картофеля в период от посадки клубней до формирования урожая, неустойчивость рыхлого сложения почв легкого гранулометрического состава послужил основанием к разработке принципиально новой для зоны Полесья Украины гипотезы, а затем и технологии обработки почвы, получившей определение «**двухфазной**». В публикациях на английском языке – «two steps cultivation system».

Первая ее «фаза» реализуется осенью и весной. Она включает комплекс приемов, необходимых для контроля засоренности поля, заделки органических и минеральных удобрений, предпосадочную подготовку почвы, посадку и довсходовый уход. При этом глубина обработки не превышает 8–10 см.

Вторая – собственно основная обработка почвы, выполняется рыхлящими орудиями плоскорезного типа на полную глубину обрабатываемого слоя незадолго до появления всходов после посева (посадки) культур (рис. 1).

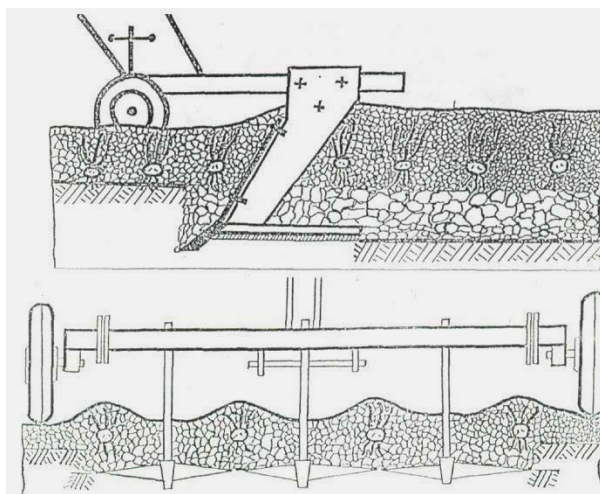


Рис. 1. Схема выполнения второй «фазы» обработки почвы при выращивании картофеля

В основу предлагаемой технологии было положено допущение о наличии в онтогенезе культур двух периодов с различными требованиями к физическим

условиям почвы. Первый из них – от посадки до появления всходов (прорастания почек, формирования проростков, корней) обеспечивается запасами пластических веществ в клубнях. В этот период растения зависят от ограниченного числа факторов и объема почвенной среды. Второй из выделенных периодов – от появления всходов до завершения вегетации, определяется свойствами всего обрабатываемого слоя.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования осуществлялись в 1986–2006 годах в южной части Полесья в Житомирско-Коростенском агропочвенном районе. Почвы опытных участков – дерново-среднеподзолистые супесчаные (табл. 1).

Таблица 1

Гранулометрический состав дерново-подзолистой почвы

Горизонт	Глубина, см	Содержание частиц, мм (%)						Содержание	
		1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001	физического песка (частиц >0,001 мм)	физической глины (частиц <0,001 мм)
A <sub>1</sub>	0–22	21,97	30,47	35,60	4,94	1,99	5,03	88,04	11,96
A <sub>2</sub>	22–40	21,92	28,53	38,01	2,00	4,95	4,55	88,49	11,51
B	40–75	21,51	30,01	36,45	1,22	2,43	9,38	86,97	13,00

Данные почвы характеризуется высокой плотностью, низкой влагоемкостью, высокой водопроницаемостью. Растения на такой почве используют плодородие, главным образом, пахотного слоя, агрохимические и агрофизические свойства которого более благоприятны.

На опытных участках содержание фракций песка в пахотном (0–22 см) и подпахотном слое (22–40 см) составляло 88 %, физической глины – 12 %, содержание гумуса – 0,87 и 0,33 %, соответственно.

Согласно агроклиматическому справочнику климат в районе проведения исследований умеренно-континентальный. Среднегодовая температура +6,8 °С, осадки – 621 мм. Среднегодовая сумма температур выше +5 °С – 2659, выше 10 °С – 1992.

Основной метод исследований – полевой опыт. В серии таких опытов изучалась сравнительная эффективность зяблевой, весенней вспашки, различных вариантов сочетания мелкой допосадочной обработки с последующим плоскорезным рыхлением за 2–3 дня до появления всходов культуры или на начальных этапах их органогенеза. Объектами исследований были яровые культуры: картофель, кукуруза, овес и его смеси с бобовыми.

Размер опытных делянок 80–100 м<sup>2</sup>, повторность вариантов трех-, четырехкратная. Для пропашных культур экспериментально установлена оптимальная глубина рыхления в пределах 23–27 см. Для культур сплошного сева – 18–20 см.

Довсходное рыхление осуществлялось культиватором-плоскорезом. В опытах с культурами сплошного сева, культиватор агрегатировался с катком для восстановления контакта проростков с почвой по ходу стойки рабочего органа.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение динамики плотности почвы в связи со сроками проведения основной обработки свидетельствуют в пользу наиболее позднего рыхления на глубину 23–27 см, проведенного незадолго до появления всходов. В данном случае

благоприятные параметры плотности в пределах 1,38–1,42 г/см<sup>3</sup> сохраняются в течение всего вегетационного периода картофеля (рис. 2). Критической плотностью для картофеля является величина 1,50 г/см<sup>3</sup>.

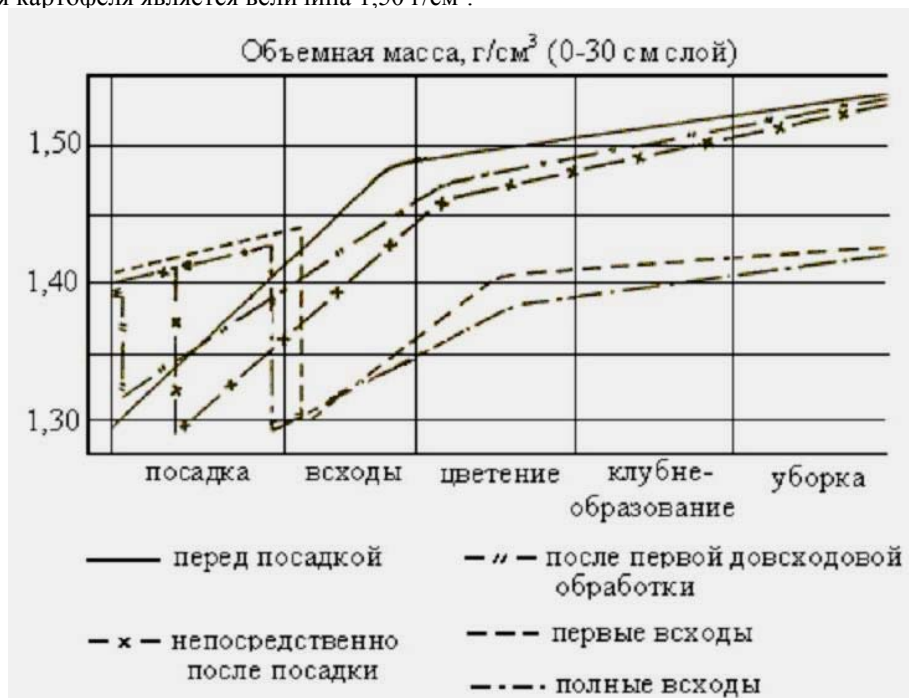


Рис. 2. Влияние сроков проведения рыхления на динамику плотности в 0–30 см слоя почвы

Технология двухфазной обработки почвы изменяет в обрабатываемом слое динамику запасов минеральных соединений азота. Отмечается существенное смещение сроков максимальной их мобилизации на более поздние этапы развития культуры. При этом обеспечивается повышение содержания минерального азота по сравнению с отмечаемыми по фону весенней вспашки на 20–22 кг/га к началу бутонизации, 33–41 кг/га – ко времени цветения (рис. 3).

Таким образом, в какой-то мере достигается синхронизация биологических процессов в почве, со временем наибольшей потребности культуры в азотном питании.

Низкая поглотительная способность и буферность почв легкого гранулометрического состава предполагает целесообразность активизации их биологической активности путем рыхления в сроки максимально приближенных по времени к периоду вегетации полевых культур. Этим можно объяснить положительное влияние технологии двухфазной обработки дерново-подзолистой супесчаной почвы на урожайность картофеля (табл. 2).

Проведение основной безотвальной обработки почвы после получения полных всходов картофеля было малоэффективным. Очевидно, это связано с отрицательным влиянием временного нарушения контактов корневой системы с почвой при уже развившейся надземной массе растений.

В связи с положительными результатами, полученными в опытах с культурой картофеля, определилась необходимость формирования общей рабочей гипотезы относительно принципов управления физическим режимом почв легкого гранулометрического состава. Для этого число исследуемых культур было расширено.

В поисковых исследованиях 1987 года наблюдалось резкое отрицательное влияние глубокого послепосевного рыхления почвы на состояние посевов люпина, льна и их урожайность. Отсутствовало положительное действие приема и в посевах

озимых колосовых. В первом случае это было связано со значительным изреживанием посевов. На озимых колосовых – с уплотнением почвы до равновесных значений за осенне-зимний период.

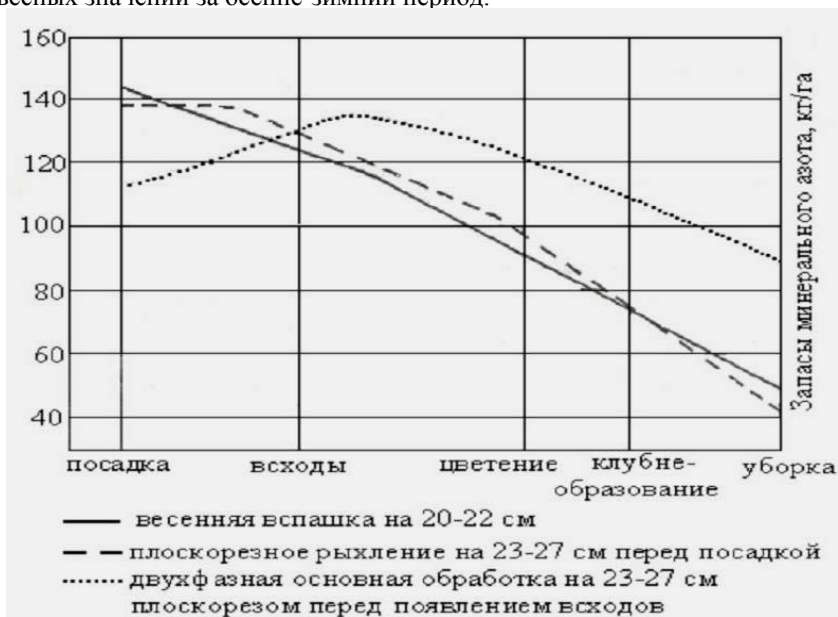


Рис. 3. Запасы минерального азота  $\text{NO}_3+\text{NH}_4$  кг/га в 0-30 см слое под картофелем в зависимости от системы ее основной обработки

В дальнейшем объектами исследований были избраны яровые культуры: овес и его смеси с бобовыми (зерновые культуры сплошного сева) и кукуруза (зерновая пропашная культура).

Таблица 2

**Влияние сроков осуществления второй фазы двухфазной обработки на урожайность клубней картофеля**

Сроки основной обработки почвы	Урожай картофеля, ц/га (по годам)				
	1986	1987	1988	в среднем $\pm$ ц/га	$\pm$ %
Перед посадкой /контроли/	39,0	37,6	30,5	35,7	100
Сразу после посадки	43,5	41,3	36,1	40,3	113
После первого довсходового ухода	43,9	41,5	36,2	40,5	113
После второго довсходового ухода	50,0	49,4	37,3	45,6	128
Начало всходов	46,5	44,7	34,1	41,8	117
Полные всходы	44,2	42,6	33,2	40,0	112
НСР <sub>05</sub> , ц/га	2,50	2,80	2,20		

В опытах с кукурузой (1992–1993 гг.) отмечено положительное влияние глубокого послепосевного рыхления почвы на продуктивность культуры выразившееся в повышении урожайности зерна на 14–20 % (Вильярубия, 1998).

В отличие от картофеля в посеве кукурузы период времени осуществления приема, который не вызывает отрицательной реакции культуры, оказался несколько шире. Установлена возможность его проведения от времени закрепления проростка в почве до наступления фазы 3–5 листков.

Первым этапом исследований с овсом было установление оптимального срока проведения рыхления. Им оказался относительно узкий диапазон времени – от появления зародышевых корней до формирования проростков длиной до 2–3 см.

Увеличение урожайности зерна на вариантах двухфазной обработки почвы составляло от 5,4 до 13,7 %. В то же время увеличение массы соломы достигало 27 %, что косвенно свидетельствует об улучшении, в первую очередь, азотного питания растений (Ворона, 1999).

Полученные результаты имеют непосредственное практическое значение, поскольку позволяют достигнуть повышения продуктивности культур без дополнительных затрат материалов, энергии, времени. Одновременно они обращают внимание на необходимость некоторой переоценки сложившихся представлений о путях оптимизации физических условий роста и развития полевых культур на дерново-подзолистых супесчаных почвах.

Научный аспект рассмотренного технологического приема получает агрофизическую, биологическую и методологическую трактовку. С точки зрения оптимизации агрофизических условий роста, и развития полевых культур главным представляется наличие дифференцированных требований к ним растений на различных этапах органогенеза.

Сущность полученных результатов состоит, очевидно, в том, что для набухания семян, их прорастания, закрепления проростков в почве желательна относительно высокая плотность. При этом оптимально обеспечиваются требования растений на начальном этапе их развития, создаются благоприятные условия перехода с эндоспермального на корневое питание.

В этот период относительно малую роль играют физические свойства всего обрабатываемого слоя и более значительную – локальная зона, непосредственно примыкающая к семени. Именно в связи с этим, расположение семян на плотном ложе, прикатывание посевов для получения дружных и равномерных всходов относится к аксиомам земледелия (Мосолов, 1950; Колясев, 1955; Крашенинников, 1963). В нашем случае этот эффект достигается сохранением ко времени посева плотного исходного сложения почвы.

В дальнейшем по мере развития корневой системы и надземной массы необходимость в этих стартовых параметрах отпадает. Более того, они могут сказываться отрицательно, препятствуя впитыванию влаги, усиливая сток воды в микропонижения и с поля, провоцируя эрозию. С этого времени первостепенную роль играет некапиллярная проводимость почвы, а степень развития корневой системы и общие запасы влаги в корнеобитаемом слое. Скорость передвижения капиллярной влаги в почве в наиболее вероятном ненасыщенном состоянии примерно на порядок уступает скорости роста корней (Журавлев, 1959).

Пассивный этап в жизни растений в их взаимодействии с почвой завершается начальными этапами формирования проростков и корней. Для активного этапа необходимы иные условия, лучше реализуемые при относительно рыхлом состоянии почвенной среды.

Выполненные нами исследования дают основания полагать, что на бесструктурных почвах, каковыми являются супеси, грубокомковатое сложение, созданное целенаправленно и в определенное время, может быть благоприятным для роста и развития полевых культур. В теории и практике земледелия оно, как правило, оценивается отрицательно (Шевлягин, 1961).

Условно мы называем подобное сложение почвы «псевдоструктурным». В данном случае положительный эффект в оптимизации водного и воздушного режима почвы очевиден. В то же время водопрочная структура с агрегатами оптимальных агрономически ценных размеров отсутствует.

При осуществлении довсходового рыхления плоскорезным рабочим органом на глубину, превышающую 20 см, при малой скорости движения агрегата почва крошится на крупные блоки (рис. 4). Именно подобное сложение пахотного слоя было благоприятным для роста, развития и формирования высокой продуктивности исследуемых культур. Для этого имеется ряд причин. Мы уже отмечали отсутствие



существенного повреждения посевов при такой технологии основной обработки почвы. Нарушение контактов проростков культур с почвой по движению стойки рыхлителя в посевах колосовых культур устраняется установкой за ней прикатывающего устройства.

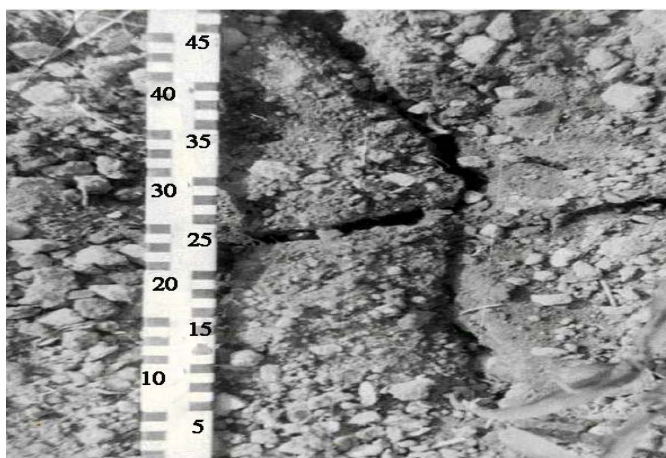


Рис. 4. Глыбистое сложение пахотного слоя в результате довсходового плоскорезного рыхления почвы

Следует отметить, что такое искусственно созданное строение пахотного слоя трудно поддается формальному описанию и сложно моделируется. В данном случае по вертикали и горизонтали обрабатываемого слоя формируется множество крупных трещин, которые сохраняются на протяжении всего вегетационного периода.

При таком строении пахотного слоя формируется провальная его водопроницаемость, полностью устраняется скопление и длительное застаивание воды в пониженных элементах рельефа поля, выравниваются условия влагообеспеченности растений и аэрации почвы по площади посева.

В ходе наших восьмилетних наблюдений за режимом влажности почвы в посевах овса и его смесей с бобовыми запасы влаги в метровом слое в течение вегетации при двухфазной обработке превышали наблюдаемые по зяблевой вспашке на 20 мм (Ворона, 1999).

По глубине интенсивности воздействия на почвенные условия жизни растений данный агротехнологический прием можно рассматривать как микромелиоративный.

На подобные особенности движения влаги в почве, в ее естественном состоянии указывает ряд авторов (Шейн, 2001; Медведев, 2004). Речь идет о преференциальных потоках воды по крупным порам трещинам.

В нашем случае эти, наблюдаемые в природных условиях, свойства почвы многократно активизируются. Пахотный слой в отношении влаги атмосферных осадков представляет транзитную зону.

На основании полученных результатов можно предполагать, что в теории и практике обработки почвы помимо структурного и бесструктурного состояния следует выделить ее трещиноватое состояние. Отдельного внимания заслуживает разработка методологии оценки подобного состояния посева. Стандартные методы определения плотности, твердости, водо- и воздухопроницаемости, оценки структуры в данном случае далеко не всегда пригодны.

Особенностью обсуждаемых результатов является то, что они получены в условиях полевых опытов со значительной поверхностью экспериментальных делянок с наличием культурных растений, активно влияющих на процессы уплотнения почвы и формирующих своеобразную надпочвенную среду – климат поля. По-видимому, такие исследования могут предоставлять интерес не только для практики, но и в формировании теории обработки почвы.



С теоретических позиций интересен тот факт, что абсолютно одинаковое агрегатное состояние почвы, в данном случае грубокомковатое, глыбистое, созданное перед посевом и после формирования проростков культур, оценивается совершенно по-разному (рис. 5).

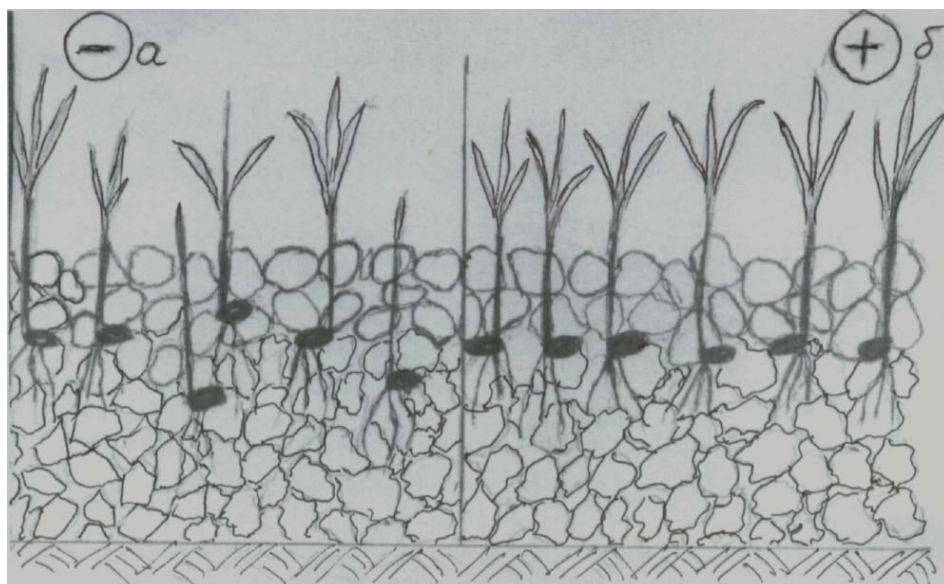


Рис. 5. Характер влияния грубокомковатого агрегатного состояния почвы, созданного перед (а) и после посева (б) на стартовом этапе развития культуры

Иной аспект, характерный для почв легкого гранулометрического состава, состоит в нежелательности активизации в них биологических процессов за счет глубокой интенсивной зяблевой обработки задолго до начала вегетации, во избежание потерь элементов минерального питания, в частности азота, преждевременной диффузии в надпочвенную атмосферу  $\text{CO}_2$ . Согласно исследованиям Б. Н. Макарова (1952) до 50 % вегетативной массы растений формируется за счет углекислого газа, диффундирующего из почвы в приземный слой воздуха.

С этих позиций динамика биологической активности почвы, роста, развития культурных растений, использование ими элементов почвенного плодородия могут быть представлены как своеобразные биологические волны, тесно связанные годовыми климатическими циклами.

Полученные результаты дают основание предполагать для почв легкого гранулометрического состава целесообразность регулирования их физического состояния таким образом, чтобы определяемые им пики биологической активности почвы и потребность растений в элементах почвенного и воздушного питания совпадали во времени, как бы попадали в резонанс. В подобном случае энтропия в системе почва – растения будет минимальной.

Рассматривая двухфазную обработку почвы как специфическую технологию, направленную на оптимизацию физических условий в почвах с неустойчивым сложением, возникает необходимость обратиться к вопросам методики определения оптимумов структурно-агрегатного состояния почвы.

В подавляющем большинстве исследований по этой проблематике отмечается отрицательное влияние чрезмерно рыхлого, тем более глыбистого сложения почвы, в первую очередь, вследствие нарушения контактов семян с почвенными агрегатами неравномерной глубины их заделки, пересыхания посевного слоя (Мосолов, 1950; Медведев, 2004). Такое сложение обуславливает неравномерность проявления всходов, низкую полевую всхожесть и, как следствие, низкую продуктивность культур.

Посев в предварительно подготовленную почву позволяет учитывать совокупный эффект стартовых условий – для получения всходов и реакцию на эти же условия вегетирующих растений без возможности оценить специфическую роль в формировании продуктивности культур каждого из этих этапов.

Стандартные методологические подходы в установлении оптимумов структуры и сложения главное внимание сосредотачивают на моделях пространственного изменения физических свойств обрабатываемого слоя.

В результате исследований на этой методологической основе предлагаются дифференцированные профили структуры и сложения почвы, оптимальные для стартовых условий жизни растений. На эти модели сориентирована земледельческая практика, отраженная в многочисленных учебных пособиях и практических рекомендациях. Она присутствует в современной теории и практике системы зяблевой обработки почвы, когда с осени создается максимально рыхлое сложение, а ко времени сева почва приводится в более плотное, дифференцированное по профилю состояние с уплотненным подсеменным и рыхлым надсеменным слоем. Однако эта модель как бы останавливается на времени заделки семян. Она оставляет без должного внимания период, между посевом, появлением всходов и формированием урожая. В ее арсенале остается пассивное наблюдение за дрейфом физических параметров почвы под влиянием естественных и в меньшей мере антропогенных факторов.

Проведенные нами исследования позволяют предполагать наличие не только пространственной, но и значимой для формирования продуктивности посевов временной модели оптимизации физических свойств почвы обрабатываемого слоя, основанной на онтогенетической изменчивости требований к ним полевых культур.

Рассматриваемая модель, базирующаяся на принципе двухфазности основной обработки почвы, оказалась адекватной для супесчаных почв и ряда яровых культур. Она продлевает активное воздействие на почву и культурные растения в послепосевной и послевсходовый периоды, более того, делая упор именно на них (Tomas, 1992; Малієнко, 1993).

По-видимому, методика агрофизических экспериментов, призванных выявить оптимальные параметры почвенных условий, должна в определенных случаях учитывать рассмотренные нами результаты и планироваться таким образом, чтобы обеспечивалась возможность установления реакции растений на изучаемые факторы отдельно на стартовом этапе развития растений, и во время их вегетации. Технология двухфазной обработки почвы, модифицированная к условиям лабораторно-полевых, либо вегетационных опытов, очевидно, позволяет получать подобную информацию.

В этой связи уместно привести высказывание немецкого физика В. Гейзенберга (цитируется по А. Гурштейну, 1991): «То, что мы исследуем не просто природа, а природа, которая выступает в том виде, в каком она выявляется благодаря нашему способу постановки вопросов».

Действительно, общепринятой методикой ставится вопрос в пределах выяснения реакции растений на почвенные условия, созданные перед посевом культур. Именно на него получается ответ, не более того. Вопрос, поставленный нами в иной форме с изменением заданного сложения обрабатываемого слоя на значительную глубину в процессе развития растений, обосновывает совершенно иную практику.

## **ВЫВОДЫ**

Полученные результаты позволяют сделать некоторые предварительные выводы для дерново-подзолистых супесчаных почв.

1. Растения вступает в контакт с почвой в различных формах: а) семян либо вегетативных органов размножения; б) проростков; в) вегетирующих растений.

2. Требования семян или вегетативных органов размножения растений к физическим условиям почвы ограничиваются зоной, непосредственно примыкающей к месту их заделки.

3. Требования вегетирующих растений распространяются на всю корнеобитаемую зону.

4. Для прорастания семян лучшие физические условия складываются при относительно плотном сложении посевного слоя почвы, при минимальном влиянии свойств обрабатываемого и корнеобитаемого слоя. Во время вегетации предпочтительно более рыхлое сложение посевного и всего обрабатываемого слоя.

5. Изменение требований растений к физическим свойствам почвы происходит в ограниченный промежуток времени в течение смены типа питания с гетеротрофного на аутоотрофное.

6. На дерново-подзолистых супесчаных почвах при возделывании определенных культур возможно и целесообразно изменение физического состояния на всю глубину пахотного слоя в соответствии с различными требованиями к условиям почвенной среды семян, проростков и вегетирующих растений.

7. Адаптируемыми к технологии двухфазной обработки являются яровые культуры: картофель, зерновые колосовые, зерновые бобовые, кукуруза. Они отличаются крупными семенами и, соответственно, мощными проростками, которые менее травмируются при рыхлении почвы.

8. Установленные факты и закономерности позволяют поставить вопрос о необходимости совершенствования методов исследований, связанных с определением оптимальных физических условий роста и развития полевых культур. (Во всяком случае, это справедливо для почв легкого гранулометрического состава).

Акцентируя внимание на предварительности выводов, мы имеем в виду то обстоятельство, что разработка представленных теоретических подходов и путей их практической реализации в форме технологии двухфазной обработки почвы является, только началом исследований в данном направлении.

В заключение мы хотим подчеркнуть, что высказанные нами соображения ни в коей мере не отрицают научную концепцию, выделяющую особую роль в развитии растений почвенных условий стартового этапа. Полученные нами результаты лишь ставят под сомнение ее универсальность.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

**Бондарев А. Г.** Некоторые пути определения оптимальных параметров свойств почв / А. Г. Бондарев, В. В. Медведев // Теоретические основы и методы определения оптимальных параметров свойств почвы. Научные труды почвенного института им. В. В. Докучаева. – М., 1988. – Вып. 4. – С. 84-98.

**Вальдгауз Э. Г.** Исследования величин оптимальной плотности дерново-подзолистых почв под сельскохозяйственные культуры / Э. Г. Вальдгауз // Эффективность севооборотов обработки почвы, применения гербицидов в растениеводстве. – Л., 1978. – С. 41-61.

**Вильярубия А. Д. Д.** Ефективність строків і способів двофазного обробітку дерново-підзолистого супіщаного ґрунту в зоні Полісся України / А. Д. Д. Вильярубия : Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. – Київ, 1998. – 18 с.

**Ворона А. Л.** Ефективність способів обробітку дерново-підзолистого супіщаного ґрунту під овес в умовах Полісся України / А. Л. Ворона : Автореф. – К., 1999. – 16 с.

**Гурштейн А.** Вне истории не может быть исторической правды / А. Гурштейн // Природа. – 1991. – № 2. – С. 9-13.

**Долгов С. И.** Изучение оптимального (для культурных растений) сложения пахотного слоя почвы / С. И. Долгов, С. А. Модина, В. Б. Личманов // III Делегатский съезд почвоведов. – М. : Наука, 1968. – 21 с.

**Журавлев М. З.** Водный режим чернозема Лесостепи Западной Сибири / М. З. Журавлев // Изд-во Омского с.-х. ин-та им. Кирова. – Омск, 1959. – 190 с.

**Замотаев А. И.** Погодные условия и урожай картофеля / А. И. Замотаев, А. Ф. Гриневиц // Культура картофеля в различных почвенно-климатических зонах. – М. : НИИКХ, 1982. – С. 2-12.

**Зимкувене А. В.** Оптимальная плотность суглинистых почв и ее определяющие факторы / А. В. Зимкувене : Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Каунас, 1986. – 20 с.

**Качинский Н. А.** Физика почвы. Ч.1 / Н. А. Качинский. – М. : Высш. шк., 1965. – 322 с.

**Колясев Ф. Б.** Применение катков в земледелии / Ф. Б. Колясев. – Л. : Лениздат, 1955. – 84 с.

**Крашенинников Н. Н.** Прикатывание почвы и урожай / Н. Н. Крашенинников. – М. : Изд. с.-х. литературы журналов и плакатов. – 1963. – 120 с.

**Макаров Б. Н.** Динамика газообмена между почвой и атмосферой в течение вегетационного периода под различными культурами севооборота / Б. Н. Макаров // Почвоведение. – 1952. – № 3. – С. 23-26.

**Малієнко А. М.** Режим вологості дерново-підзолистого супіщаного ґрунту за двофазного обробітку / А. М. Малієнко, Л. І. Ворона, Ю. А. Нетреба // Агротехніка і ґрунтознавство. – Х., 2011 р. – № 76. – С. 103-108.

**Малієнко А. М.** Концепція двофазного основного обробітку дерново-підзолистого супіщаного ґрунту / А. М. Малієнко, І. М. Голодний // Землеробство. – 1993. – Вип. 68. – С. 3-7.

**Медведев В. В.** Изменчивость оптимальной плотности сложения почв и ее причины / В. В. Медведев // Почвоведение. – 1990. – № 5. – С. 20-31.

**Медведев В. В.** Плотность сложения почвы – генетический, экологический и экономический аспекты / В. В. Медведев, Т. Е. Лындина, Т. Н. Лактионова. – Х., 2004. – 243 с.

**Мосолов В. П.** Роль катка при возделывании яровых зерновых культур / В. П. Мосолов, З. Н. Мамаева. – М. : Сельхозгиз, 1950. – 140 с.

**Ревут И. Б.** Структура и плотность почвы - основные параметры, кондиционирующие почвенные условия жизни растений / И. Б. Ревут, Н. Я. Соколовская, А. М. Васильев // Пути регулирования почвенных условий жизни растений. – Л. : Гидрометеоиздат, 1971. – С. 90-108.

**Рубин С. С.** Реакция отдельных сельскохозяйственных культур на плотность оподзоленной черноземной почвы / С. С. Рубин, В. П. Ильиченко, П. А. Рубан // Землеробство. – 1973. – Вып. 34. – С. 79-83.

**Станков Н. З.** Корневая система полевых культур / Н. З. Станкевич. – М. : Колос, 1964. – 180 с.

**Шевлягин А. И.** Агрономическая оценка плотности сложения пахотного слоя / А. И. Шевлягин // Науч. тр. Сибирского НИИСХ. – 1961. – № 7. – С. 3-14.

**Шейн Е. В.** Движение воды в почве / Е. В. Шейн // Природа. – 2001. – № 10. – С. 56-61.

**Malienko A. M., Golodny I. M.** Two-step cultivation system for optimization of physical regime on loamy-sand sod-podzollcc soils // Proceedings of the 13th International Conf. ISTRO. – Aalborg, Denmark. – 1994. – Vol. 11. – P. 877-882.

**Tomas G., Hacanson I.** Effect of soil compaction on development and nutrient uptake of peas // Swedish Journ. Of Arg. Res. – 1992. – Vol. 22. – P. 13-17.

Рекомендує до друку  
Г. А. Мазур

Надійшла до редколегії 04.04.12