



А.А.Усеня, кандидат сельскохозяйственных наук
Белорусский НИИ земледелия и кормов

УДК [631.425: 633.2/3] + 633.1

Агрофизические свойства почвы при возделывании кормовых и зерновых культур в севооборотах

Изложены результаты исследований структурного состояния почвы под кормовыми и зерновыми культурами. Определено влияние многолетних трав, зерновых и пропашных культур на агрегатный состав, а также на количество водопрочных агрегатов пахотного слоя почвы. Установлено влияние некоторых культур как предшественников в севообороте на основные агрофизические свойства пахотного слоя в посевах ячменя

Структурное состояние почвы является одним из важнейших показателей ее плодородия и потому имеет большее производственное значение; только при

The results of the research of the soil structure condition under grain crops and fodder crops are presented. It has been determined the influence of the perennial grass, grain crops and cultivated crops on united structure and also on the quantity of the waterproof units of arable stratum of the soil. It has been stated an influence of some cultivation as fore-runner in crop rotation on the main agrophysical properties of the arable stratum in crops of barley

структурной почве наиболее полно обеспечиваются потребности растений в воде и пище. /4/

Значение структуры почвы впервые было обоснова-

но П. А. Костычевым /6/, который отмечал, что одним из основных путей управления плодородием почвы является улучшение и поддержание мелкокомковатого ее структурного состояния. Особенную роль в этом он отводил многолетним травам.

Однако уже в тот ранний период (90-е годы прошлого столетия), когда началось формирование идеи о почвенной структуре, А. А. Измаильский /5/ своими опытами доказал положительное влияние на структуру почвы и однолетних культур.

Академик В.Р.Вильямс, развивая идеи П.А.Костычева, создал учение о структуре почвы и ее прочности, как важнейшем условии почвенного плодородия. По его мнению, только прочная комковатая ее структура способна обеспечить высокие и стабильные урожаи сельскохозяйственных культур. Создание агрономически ценной структуры почвы достигается только посевами бобово-злаковых смесей многолетних трав.

На односторонность такой точки зрения указывали многие ученые. Д.Н. Прянишников /8/ считал, что хорошие урожаи сельскохозяйственных культур можно получить и без помощи многолетних трав. Он был против повсеместного внедрения травопольных севооборотов, которым придавалось единственное, незаменимое другими типами севооборотов значение в восстановлении и поддержании структуры почвы, а следовательно, и ее плодородия.

В более поздних работах приводится экспериментальный материал, свидетельствующий о том, что на процесс структурообразования оказывают влияние не только многолетние бобово-злаковые смеси, но и чистые посевы многолетних трав и однолетних культур /3/.

Агротехническому значению структуры почвы и в настоящее время придается большое значение, однако в свете новых знаний структура рассматривается как фактор, влияющий на рост и развитие растений через физические свойства и микробиологические процессы, проходящие в почве, как естественный комплекс жизни растений.

Сельскохозяйственное использование земли приводит, с одной стороны, к разрушению почвенных агрегатов, с другой, наоборот, вызывает образование комков и возникновение их прочности.

В полевых условиях факторы, разрушающие и создающие структуру, действуют одновременно. Управление этим процессом позволяет поддерживать почву в необходимом структурном состоянии. Не касаясь детального рассмотрения вопросов, связанных с процессом структурообразования, отметим лишь те из них, которые в какой-то мере затрагивались в наших исследованиях. В этой связи представляет интерес выявление влияния различных кормовых и зерновых культур на оструктуренность почвы.

В земледелии принята следующая классификация структурных агрегатов: глыбистая структура — комки более 10 мм, макроструктура — от 0,25 до 10 мм, микроструктура — менее 0,25 мм. С агрономической точки зрения особый интерес представляет мелкокомковатая структура с размером частиц 0,25 — 10 мм. Одновременно эта структура должна быть пористой и водопрочной.

Полевые исследования проводились в 1989 — 1991 гг. на экспериментальной базе “Жодино” БелНИИ земледелия и кормов. Почва опытного участка дерново-подзолистая, развивающаяся на легком песчанисто-пылеватом суглинке, подстилаемая с глубины 50 — 70 см моренным суглинком, пахотный слой которой имеет следующие агрохимические показатели: гумус — 2,58%, общий азот — 0,108%, рН (в KCl) — 6,4, содержание подвижных форм P_2O_5 — 26 и K_2O — 19 мг на 100 г почвы.

Исследуемые многолетние травы и другие полевые культуры возделывались в интенсивных специализированных севооборотах. В изучаемых севооборотах навоз вносили из расчета 11,2 т на 1 га пашни, минеральные удобрения применяли в следующих дозах: под клевер, клеверо-тимофеечную смесь 1-го года пользования, люцерну с клевером (1 — 4 г.п.), люцерну (1 — 4 г.п.) — $P_{90}K_{180}$; клеверо-злаковую смесь 1-го года пользования — $N_{80}P_{90}K_{180}$; клеверо-злаковую смесь 2-го года пользования — $N_{120}P_{90}K_{180}$; клеверо-злаковую смесь 3-го и 4-го годов пользования — $N_{180}P_{90}K_{180}$; зерновые — $N_{80}P_{60}K_{100}$ и пропашные — $N_{120}P_{90}K_{180}$.

Агротехника соответствовала зональным интенсивным технологиям. Для изучения физических свойств почвы определяли: строение пахотного слоя — методом насыщения в цилиндрах; плотность почвы — методом цилиндров Капечного; водопрочность почвенной структуры — по методу Н.И.Савинова с мокрым просеиванием на приборе И.М.Бакшеева (А.Ф.Вадонин, З.А.Корчагин, 1986); влажность почвы — весовым методом /1/.

Результаты наших исследований структурного состояния почвы под кормовыми и зерновыми культурами представлены в таблице 1. Анализ показал, что наибольшее влияние на структуру почвы оказывали многолетние травы, с хорошо развитой корневой системой и наземными органами, сплошь прикрывающими почву до уборки, не обрабатываемые в период вегетации. В пахотном слое (0 — 20 см) почвы под многолетними бобовыми и бобово-злаковыми травами количество структурных агрегатов от 0,25 до 10 мм, наиболее агрономически ценных, было наибольшим (50,4 — 57,3%). По мере увеличения продолжительности использования многолетних трав в севооборотах количество комков более 10 мм (глыбистая структура) в пахотном слое почвы уменьшалось, а количество агрегатов 0,25 мм (микроструктура) увеличивалось.

Из исследуемых зерновых культур большей способностью к образованию почвенной структуры обладала озимая рожь, которая имела более продолжительный период вегетации, более развитую корневую систему в сравнении с ячменем. Она хорошо прикрывала почву осенью и весной от разрушающего действия на структуру почвы осадков и талых вод.

Пропашные культуры оказывали меньшее влияние на улучшение структуры почвы. Количество агрегатов от 0,25 до 10 мм содержалось в пахотном слое почвы 40,2 — 43,7%. Исключение составляла кукуруза, которая обладала хорошо развитой корневой системой и не уступала по эффективности структурообразования зер-

Таблица 1. Влияние многолетних трав, зерновых и пропашных культур на агрегатный состав пахотного (0 — 20 см) слоя почвы (среднее за 1989 — 1991 гг.)

Культура	Размер агрегатов (мм) и их содержание, % массы					
	>10	10 — 5	5 — 1	1 — 0,25	<0,25	10 — 0,25
Клевер	22,1	14,0	27,8	11,8	24,3	53,6
Клевер+тимофеевка 1 г.п.	22,4	15,1	26,0	10,9	25,6	52,0
Клевер+тимофеевка 2 г.п.	17,2	14,1	27,0	13,5	28,2	54,6
Клевер+злаки 1 г.п.	21,1	14,5	26,6	11,9	25,9	53,0
Клевер+злаки 2 г.п.	16,5	13,8	28,1	14,3	27,3	56,2
Клевер+злаки 3 г.п.	15,4	12,0	26,9	14,1	31,6	53,0
Клевер+злаки 4 г.п.	14,3	10,5	26,3	13,6	35,3	50,4
Люцерна+клевер(1 — 4г.п.)	19,6	15,9	29,3	12,1	23,1	57,3
Ячмень	32,1	13,4	18,6	10,1	25,8	42,1
Озимая рожь	24,6	12,8	20,2	12,2	30,2	45,2
Картофель	24,9	12,1	19,1	10,4	33,5	41,6
Корнеплоды	25,7	12,8	17,7	9,7	34,1	40,2
Кукуруза	22,5	13,1	18,5	12,1	32,8	43,7

новым колосовым культурам и превосходила корнеплоды и картофель, после которых в почве остается очень мало корней. Кроме того, междурядные обработки во время вегетации, затем уборка пропашных связаны с сильным механическим воздействием на почву, вызывающим разрушение почвенных агрегатов, особенно при высокой или недостаточной влажности почвы.

Когда почва свободна от растений, в ней преобладают процессы разрушения структуры. Поэтому, чем дольше этот период и интенсивнее обработка почвы, тем быстрее почва утрачивает хорошую структуру и подвергается эрозии.

Обогащение дерново-подзолистой почвы органическим веществом способствует улучшению агрегатного состава, повышению водопрочности макро- и микроструктуры. Низкое содержание в дерново-подзолистой почве водопрочных макроагрегатов позволяет считать основным видом структуры на этих почвах микроагрегаты размером 1,0 — 0,25 мм. Структура почвы значительно, но по-разному изменяется при возделывании различных культур в севооборотах.

В наших опытах (табл. 2) наибольшее количество водопрочных агрегатов отмечено в посевах многолетних трав. Причем, как показывают наблюдения, темпы образования прочной структуры под влиянием многолетних трав изменяются с годами пользования трав. Количество водопрочных агрегатов в 1-й год пользования клевера с тимомеевкой составляло 49,1% и во 2-й год — 54,4%. Количество водопрочных агрегатов в 1-й год пользования сложной клеверо-злаковой травосмеси было 48,2%, во 2-й — 53,9, в 3-й — 52,3 и в 4-й год — 50,6%.

По сведениям литературных источников, наиболее значительное влияние на изменение физических показателей многолетние травы оказывают в первые три года жизни. Однако повышение эффективного плодородия почвы при этом происходит далеко не всегда в той же пропорции. По утверждению профессора С.А.Воробьева [3], клевер и смесь его с тимомеевкой при выращивании на дерново-подзолистых почвах за 3 года жизни повышали количество водопрочных агрегатов на 35 — 40% по сравнению с исходными.

В наших исследованиях значительное количество,

хотя и меньше, чем под многолетними травами, было водопрочных макро- и микроагрегатов в пахотном слое зерновых культур (38,0 — 40,9%).

Таблица 2 Влияние многолетних трав, зерновых и пропашных культур на состав водопрочных агрегатов пахотного слоя (0 — 20 см) (1989 — 1991 гг.)

Культура	Водопрочных агрегатов, %			
	3 мм	3 — 1 мм	1 — 0,25 мм	Всего агрегатов
Клевер	6,50	7,49	35,6	50,6
Клевер+тимофеевка 1 г.п.	6,30	7,00	35,8	49,1
Клевер+тимофеевка 2 г.п.	6,93	9,50	38,0	54,4
Клевер+злаки 1 г.п.	6,24	7,11	34,9	48,3
Клевер+злаки 2 г.п.	7,30	9,80	36,8	53,9
Клевер+злаки 3 г.п.	6,40	8,90	37,0	52,3
Клевер+злаки 4 г.п.	6,00	8,60	36,0	50,6
Люцерна+клевер(1 — 4г.п.)	6,42	8,80	37,2	52,4
Ячмень	2,20	3,90	32,9	38,0
Озимая рожь	3,70	5,10	32,1	40,9
Картофель	2,20	4,30	27,9	34,4
Корнеплоды	2,10	4,20	27,2	33,5
Кукуруза	2,80	4,50	31,4	38,7

Наименьшее количество водопрочных агрегатов обнаружено в посевах пропашных культур (33,5 — 34,4%). Исключение составила кукуруза. По общему количеству водопрочных агрегатов (38,7) она уступала зерновым колосовым культурам.

Таким образом, испытываемые кормовые и зерновые культуры по эффективности структурообразования располагаются в таком же порядке, как и по количеству оставляемых после уборки растительных остатков. Это свидетельствует о прямой зависимости данного показателя от массы корней того или иного вида растений.

Плотность почвы является одним из главных ее агрофизических свойств. В тесной связи с плотностью почвы находятся пористость, влаго- и воздухоемкость, а следовательно, водный, воздушный и пищевой режимы, биологическая активность. Равновесная плотность сложения почвы зависит, главным образом, от ее гранулометрического состава и содержания в ней органичес-

кого вещества. В структурной почве поддерживается наиболее благоприятное соотношение между объемом твердой фазы и общей пористостью почвы. Равновесная плотность дерново — подзолистых суглинистых почв, как правило, превышает оптимальную для растений. Оптимальная плотность пахотного горизонта для большинства культурных растений — 1,0 — 1,2 г/см³, что характерно для окультуренных разновидностей дерново-подзолистых почв /6/. Для зерновых на легкосуглинистой почве она составляет в среднем от 1,1 до 1,3 г/см³. При повышении объемной массы на 0,1 — 0,2 г/см³ по сравнению с оптимумом урожай снижается, а при значительном уплотнении резко падает /8/.

В проводимых нами исследованиях плотность пахотного слоя почвы в посевах ячменя находилась в пределах оптимальных значений для зерновых культур, однако изменялась в зависимости от размещения ячменя в севообороте (табл. 3).

В среднем за 3 года самая малая плотность в слое — 0 — 10 см — отмечена при размещении ячменя после клевера — 1,11 г/см³. Примерно такой же — 1,13 г/см³ — она была при возделывании после клевера с тимофеевкой 2-летнего использования. В остальных вариантах наблюдалась более высокая плотность. Так, при размещении ячменя после картофеля — 1,17 г/см³, после клеверо-злаковой смеси 4-летнего пользования — 1,20, после озимой ржи — 1,23 г/см³. В таком же направлении, хотя и менее выражено, изменялась плотность под ячменем в зависимости от предшественника и в слое 10 — 20 см. В варианте с посевом ячменя по клеверу в среднем за 3 года этот показатель был равен 1,18 г/см³, по картофелю — 1,23, по клеверо-злаковой смеси 4-летнего использования — 1,24 и по озимой ржи — 1,25 г/см³.

Таблица 3 Влияние многолетних трав, зерновых и пропашных культур на строение пахотного слоя в посевах ячменя (1989 — 1991 гг.)

Предшественник в севообороте	Плотность сложения, г/см ³		Пористость общая, %		Пористость капиллярная, %	
	слой почвы					
	0 — 10	10—20	0 — 10	10—20	0 — 10	10—20
Клевер	1,11	1,18	56,9	53,8	21,8	14,5
Клевер+тимо- феевка 2г.п.	1,13	1,19	56,4	53,2	19,8	12,5
Клевер+злаки 4 г.п.	1,20	1,24	54,0	51,2	16,0	11,9
Озимая рожь	1,23	1,25	52,7	50,9	14,8	10,9
Картофель	1,17	1,23	55,3	51,6	19,4	12,8

С плотностью тесно связано строение пахотного слоя. Общая пористость почвы в слое 0 — 10 см изменялась в зависимости от размещения ячменя в севообороте в пределах 56,9 — 52,7% и в слое 10 — 20 см — в пределах 53,8 — 50,9%. В слое почвы 10 — 20 см общая пористость была закономерно ниже, чем в верхней части пахотного слоя, но различия между вари-

антами сохранили закономерность.

Большое значение для развития растений имеет капиллярная пористость. Некапиллярные поры обеспечивают водопроницаемость и воздухообмен /6/.

В наших исследованиях некапиллярная пористость во все годы была сравнительно низкой и не превышала 11 — 22%. По С.А.Воробьеву /3/, оптимальным соотношением между некапиллярной и капиллярной пористостью на суглинистых почвах считается соотношение 1:1. У нас в разных вариантах она находилась в пределах 1:1,6 — 1:3,7. Наибольшая некапиллярная пористость отмечена в посевах ячменя, идущего по клеверу и клеверо-тимофеечной смеси 2-летнего использования. В среднем за 3 года она составила в слое почвы 0 — 10 см соответственно 21,8 и 19,8%, а в слое 10 — 20 см — 14,5 и 12,5%. При размещении ячменя после озимой ржи и клеверо — злаковой смеси 4-летнего использования некапиллярная пористость была ниже и составила в слое 0 — 10 см — 14,8 и 16,0%, а в слое 10 — 20 см — 10,9 и 11,9%.

Снижение некапиллярной пористости ухудшает газообмен между почвой и атмосферой. Постоянный хороший газообмен является необходимым условием для нормальной жизнедеятельности растений и почвенных микроорганизмов. Это возможно в том случае, если не менее 15% всех почвенных пор заполнены воздухом.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о том, что наиболее благоприятные агрофизические параметры пахотного слоя почвы (0 — 20 см) складывались при размещении ячменя по клеверу и клеверо — тимофеечной смеси 2-летнего использования. Менее благоприятные они были при ячмене после озимой ржи и клеверо-злаковой смеси 4-летнего использования.

Литература

1. Вадюнин А.Ф., Карчагин З.А. Методы исследования физических свойств почв.—Москва: Агропромиздат, 1986.—416 с.
2. Вильямс В.Р. Травопольная система земледелия.— 20-е изд.—Воронеж: Облиздат, 1949.—240 с.
3. Воробьев С.А. Севообороты интенсивного земледелия.—Москва: Колос, 1979.—366 с.
4. Гедройц К.К. Структура почвы и почвообразование. // Избранные сочинения. — Москва: Сельхозиздат, 1955.—Т.1.—С.387 — 512.
5. Измаильский А.А. Влажность почвы и грунтовая вода в связи с рельефом местности и культурным состоянием поверхности почвы. // Результаты исследований влажности почвы в Полтавском уезде с 1886 по 1893 г.—Полтава, 1894.—314 с.
6. Костычев П.А. Почвы черноземной области России, их происхождение, состав и свойства.—Москва: Сельхозгиз, 1949.—239 с.
7. Почвоведение: Учебник / Под ред. И.С.Кауричева.—4-е изд.—Москва, Агропромиздат, 1989.—719 с.
8. Прянишников Д.Н. Травополье и агрохимия. // Химизация социалистического земледелия. — 1937.—№9.—с.17 — 24.