

выше прибавки, полученной от фонового удобрения. Содержание азота, фосфора и калия в зерне сои увеличилось соответственно на 0,15, 0,03, 0,05%. Сбор сырого протеина в варианте NPKS в среднем за 2 года составил 4,59 ц/га, что на 0,91 ц/га выше варианта NPK. На содержание жира минеральные удобрения не повлияли. Наибольшие количественные и качественные изменения в урожае зерна сои вызвали удобрения состава NPK CaMgS.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Элементарная сера положительно влияет на содержание элементов питания в почве и растениях, способствуя их увеличению.

2. Увеличивает накопление сухого вещества растениями, способствует повышению массы 1000 зерен и улучшает азотфиксацию.

3. Элементарная сера, внесенная по фону NPK на бурой лесной почве, повышает урожай зерна сои на 2,3 ц/га и улучшает его качество.

ЛИТЕРАТУРА

1. А й д и н я н Р. Х. Содержание и формы соединений серы в различных почвах СССР и ее значение в обмена веществ между почвой и растением. - "Агрохимия", 1964, № 10.
2. П р я н и ш н и к о в Д. Н. Агрохимия. Избр.соч., т.1. М., 1952.
3. Н и к и т и н а В. А., К о н о н о в и ч А. И. Влияние серы на жизнедеятельность сои. Материалы XIX научной конференции (Агрохимическая секция). Благовещенск, 1971.
4. С а л т а н о в М. Д. Отношение сои к недостаточному и оптимальному питанию кальцием, магнием и серой. - В кн.: Биология, селекция и возделывание сои. Благовещенск, 1971.
5. С а л т а н о в М. Д., Ц е л к о в с к и й Г. А., Н е р о б е л о - в а С. С. Влияние элементарной серы на химический состав растений и урожайность сои на лугово-черноземовидных почвах Амурской области. - В кн.: Некоторые вопросы селекции и биологии сои. Благовещенск, 1975.
6. Ш и р ш о в В. А., П а й к о в а И. В. Влияние серосодержащих удобрений на накопление азота растениями вики. - "Агрохимия", 1968, № 10.
7. К р у п с к и й Н. К., Г о н ч а р е н к о В. С. Влияние серы на урожай гороха. - "Хим. в сельск. хоз-ве", 1967, № 9.

УДК 531.424+831.481.7+633.853.52

В. Н. МАНАРОВ

ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ ПОЧВЫ НА СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ В ПАХОТНОМ ГОРИЗОНТЕ И УРОЖАЙ СОИ

Из всей совокупности физических свойств почвы плотность является основным фактором, определяющим многие другие показатели. От ее количественного выражения во многом зависят водно-воздушные, химические и микробиологические процессы, условия минерального питания растений. Для большинства сельскохозяй-

зайственных культур оптимальной плотностью считается равновесная, она обеспечивает интенсивное прохождение всех агрофизических, биологических и других превращений в пахотном горизонте. Для пропашных, зерновых и зернобобовых культур оптимальное значение этого показателя ограничено пределами 1,0–1,2 г/см³ [1]; 1,0–1,15 [2]. По данным В.В.Голубева [3], В.С.Мигунова [4], в условиях Приамурья оптимальной плотностью является 0,9–1,29 г/см³; при уплотнении вышеуказанных пределов соя испытывает заметное угнетение. Вместе с тем, соя как бобовая культура находится в тесном симбиозе с клубеньковыми бактериями. Предъявляет повышенные требования к почвенным условиям, особенно для роста корневой системы, которая является не только поставщиком в надземную часть элементов питания из почвенного раствора, но и зоной жизнедеятельности клубеньковых, азотфиксирующих бактерий, передающих до 75% фиксированного из воздуха азота растению-хозяину [5,6].

В современных условиях интенсификации сельскохозяйственного производства в зоне соевая потребовалось уточнение показателей плотности почвы в посевах сои, тем более, что данных о скважности, объемной массе, влажности, степени аэрации для лугово-черноземовидных почв имеется недостаточно. Поэтому нами проводилось определение оптимальной для сои плотности, влияния уплотнения на режим азотного и фосфорного питания во взаимосвязи с некоторыми биологическими процессами.

В 1971–1975 гг. были заложены полевые опыты, в которых искусственно создавалась первоначальная повышенная плотность.

Работа проводилась в Амурской области, в экспериментальном севообороте Всероссийского научно-исследовательского института сои, земельный фонд которого расположен в юго-западной части Зейско-Бурейской низменности и представлен лугово-черноземовидными почвами средней мощности. По мнению Э.И.Шконде [7], В.Т.Куркаева [8], они являются наиболее типичными для южных сельскохозяйственных районов. Гумусовый горизонт достигает 25 см, содержание гумуса в пахотном – 3–5%, в подпахотном горизонте – до 2%, сумма поглощенных оснований – 25–30 мг-экв/100 г почвы. Реакция почвенного раствора слабокислая и близкая к нейтральной pH солевой вытяжки – 5,5–5,9, содержание азота – 0,17–0,27%, фосфора – 0,14–0,22%, калия – 1,47–2,76%.

По механическому составу лугово-черноземовидные почвы относятся к тяжелому суглинку. Водопроницаемость в обычных условиях не более 0,3–0,4 мм в минуту [3], поэтому в период летне-осенних дождей часто на поверхности или небольшой глубине длительное время задерживаются дождевые воды.

Погодные условия за время проведения исследований 1971–1975 гг. имели существенные отклонения от средних многолетних. Количество осадков за апрель–сентябрь по годам колебалось от 292 до 621 мм при средней многолетней 404 мм, сумма активных температур – соответственно от 1994 до 2421° при средней многолетней 2190°.

Опыт закладывался в 4–, 6–кратной повторности, общая площадь делянки – 25 м², уборочная площадь – 20 м². Уплотнение создавали многократным (0–1–2) проходом гусеничного трактора ДТ-75. Обмолот проводился на стационарной молотилке. Объемную массу определяли методом цилиндров, нитратный азот – по Грандваль-Ляжу с дисульфифеноловой кислотой, аммиачный – с раствором Неслера; P₂O₅ – по Чирикову; K₂O – по Масловой на пламенном фотометре. Общий азот, фосфор, калий в зерне учитывали сжиганием навески по Пиневичу в модификации В.Т.Куркаева (1965).

Статистическую обработку данных урожая проводили по Доспехову (1973). В опытах использовали общепринятую для Амурской области агротехнику.

ДИНАМИКА ПЛОТНОСТИ ПОЧВЫ В ПОСЕВАХ СОИ

Многие агротехнические приемы по возделыванию сои в допосевной и после-посевной периоды направлены на борьбу с сорной растительностью, в результате чего пахотный горизонт в начале вегетации бывает сильно уплотнен, но в таком состоянии почва находится недолго (табл. I).

Таблица I
Динамика плотности почвы в посевах сои (слой 0-30 г/см³)

1971			1973		
14.VI	14.VII	31.IX	4.VI	5.VII	10.IX
1,10	1,06	1,07	1,13	1,12	1,12
1,14	1,11	1,07	1,18	1,09	1,09
1,37	1,19	1,14	1,22	1,09	1,08

Приведенные данные свидетельствуют о том, что противоположно направленные процессы, определяющие степень плотности почвы, имеют тенденцию к уравниванию. Так, в варианте с небольшим уплотнением за период июнь-октябрь плотность изменяется незначительно (1,06-1,07 и 1,13-1,12 г/см³). На делянках с первоначально высокой плотностью наблюдается рыхление почвы и в конце вегетации различия между вариантами сглаживаются (1,07-1,14 и 1,12-1,08 г/см³).

В зависимости от метеорологических условий года и применяемых орудий лугово-черноземовидные почвы в первый период вегетации уплотняются по-разному (минимально - 1,10, максимально - 1,37 г/см³). Различия в степени рыхлости почвы непосредственно отражаются на агрофизических показателях (табл. 2).

Таблица 2
Влияние плотности почвы на водно-воздушные свойства пахотного горизонта 0-30 см (в среднем за вегетацию 1971 г.)

Плотность, г/см ³	Влажность, %	Объемная влажность, %	Общий запас воды, мм	Продуктивная влага, мм	Скважность		Объем воздуха, л/м ³	
					общая	свод. (поры аэрации)	почвенного	кислорода
1,04	24,3	25,2	75,8	37,4	60,7	35,5	106,2	21,8
1,14	25,9	29,5	88,6	50,2	56,6	27,1	81,3	16,7
1,27	25,1	31,9	95,6	57,2	52,1	20,2	60,6	12,4

С увеличением плотности возрастает показатель объемной влажности и запас продуктивной влаги, но идет снижение показателей общей порозности и пор аэрации; для нормального развития культурного растения на суглинистых почвах свободная порозность не должна опускаться ниже 20%.

Аналогичные данные получены в опытах 1973 г., где поры аэрации в первый срок определения были ниже 20% на втором и третьем вариантах. Повышенная плот-

ность вызвала уменьшение влагоемкости на 3-10, аэрации - на 4-7%. Уровень водоотдачи снизился с 24 до 20%. Одновременно с этим запасы продуктивной влаги увеличились на 3,4-5,3 мм. Указанные различия характерны для первого срока наблюдений (4 июня) в момент наиболее резкого различия уровня плотности по вариантам. Через месяц (5 июля) на делянках с сильным уплотнением происходит разрыхление почвы. Это способствует повышению аэрации на 3,4% и снижению запасов продуктивной влаги на 9,7-12,7%. Одновременно с этим во всех вариантах наблюдается увеличение объема почвенного воздуха на 2,3-55,5 и кислорода на 4,9-11,3 л/м². Отрицательное действие уплотнения наиболее ярко выражено в первый месяц вегетационного периода; а неблагоприятные последствия могут отражаться на некоторых процессах более продолжительный период.

ДИНАМИКА ПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА, ФОСФОРА, КАЛИЯ В ПОЧВЕ ПОД ПОСЕВАМИ СОИ

Изменение водно-воздушных свойств пахотного горизонта существенно влияет на процессы накопления и превращения минерального азота в почве, на соотношение аммонийной и нитратной форм, их перераспределения по горизонтам почвенного профиля. При увеличении плотности почвы происходит накопление нитратного азота (табл.3).

Таблица 3

Влияние плотности почвы на динамику содержания минерального азота под посевами сои (мг/кг почвы, среднее за 1971-1974 гг., горизонт 0-30 см)

Плотность почвы, г/см ³	Нитратный азот			Аммонийный азот		
	I4.УI	I4.УII	I4.УIII	I4.УI	I4.УII	I4.УIII
I,10	40,0	12,0	6,0	17,0	3,0	13,0
I,15	59,0	12,0	4,0	10,0	3,0	12,0
I,19	63,0	22,0	5,0	9,0	10,0	16,0

Основное количество нитратного азота в начале вегетации сосредоточено в слое 10-20 см, а затем его содержание в этом горизонте уменьшается. Через месяц, когда происходит выравнивание плотности по вариантам, максимальное количество нитратного азота сохраняется в варианте с плотностью I,19 г/см³. В это время увеличивается поглощение азотных соединений растениями. Во второй период вегетации (август) в почве увеличивается содержание аммонийного азота, что совпадает по времени с наиболее высокой активностью процессов симбиотической азотфиксации. В пахотном слое, по-видимому, усиливаются восстановительные процессы, что в дальнейшем приводит к увеличению содержания аммонийного азота.

Таким образом, если в начале вегетации в пахотном горизонте преобладала нитратная форма азота, то в конце августа аммонийного азота оказалось в 2-3 раза больше, чем нитратного. В варианте с максимальным уплотнением (I,19 г/см³) в первый срок наблюдения количество нитратного азота было в 7 раз больше по сравнению с аммонийным, а в середине августа его оказалось в 3 раза меньше. Аналогичные результаты по увеличению содержания нитратного азота при уплотнении в первый период вегетации получены и на других типах почв [9,10].

Вместе с азотом в определенном соотношении растения поглощают из почвы фосфорно-калийные соединения, которые в растительных тканях содержатся в окисленной форме. Сбалансированный фосфорный метаболизм обеспечивает высокую продуктивность растений [11,12]. Фосфорно-калийный режим питания так же, как и азотный, во многом зависит от сложения пахотного горизонта (табл.4).

Таблица 4

Влияние плотности почвы на содержание подвижных соединений фосфора и калия в почве под посевами сои (мг/кг почвы, среднее за 1971-1974 гг.)

Плотность почвы, г/см ³	P ₂ O ₅			K ₂ O		
	I4.VI	I4.VII	I4.VIII	I4.VI	I4.VII	I4.VIII
I,10	44,0	38,0	36,0	331,0	276,0	314,0
I,15	35,0	29,0	31,0	237,0	231,0	293,0
I,19	33,0	32,0	30,0	244,0	257,0	294,0

Во время всходов сои (14 июня), когда условия уплотнения по вариантам были наиболее контрастными, в рыхлой почве легкоусвояемых соединений фосфора оказалось на 9-11 мг/кг почвы больше, чем на уплотненной. Существенные различия сохранились и в более позднюю фазу (конец бобообразования на I4.VIII), различия в этих вариантах составили 5-6 мг/кг почвы. Это явление, очевидно, объясняется повышенной активностью иммобилизационных процессов в хорошо аэрируемой почве. Более значительно здесь и потребление фосфора растениями, так как в варианте с минимальной плотностью разница между начальным и конечным сроками наблюдений по содержанию фосфора самая высокая. Следует отметить, что в большинстве случаев количество доступного для растений фосфора по глубине почвенного профиля уменьшается.

Подвижный калий в течение всего вегетационного периода находится на высоком уровне, но с повышением уплотнения наблюдается некоторое его уменьшение.

Таким образом, максимальное количество подвижных соединений фосфора и калия накапливается в рыхлой почве. Здесь создается благоприятный фосфорный, калийный режим питания растений. При уплотнении почвы в динамике наблюдается рост содержания легкодоступного калия в пахотном слое.

ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ И УРОЖАЙ СОИ

По данным В.В.Голубева [3], В.С.Мигунова [4], в условиях Приамурья оптимальной для сои плотностью является 0,9-1,29 г/см³, при более высокой степени уплотнения растения сои испытывают заметное угнетение. Результаты наших исследований показывают, что даже при плотности почвы 1,15 г/см³ происходит снижение урожая и изменение его качества (табл.5).

Увеличение плотности почвы на 0,07 г/см³ приводит к снижению урожая зерна в среднем на 2,5 ц/га, содержание масла в семенах снижается на 4,3%. Повышение плотности почвы на 0,12 г/см³ уменьшило урожай семян на 5,3 ц/га, масла на 3,3%, сырого протеина на 4%.

Таблица 5

Влияние плотности почвы на урожай и качество зерна сои, 1971-1975 гг.

Плотность почвы, г/см ³	Урожай семян, ц/га	Содержание в семенах, %				
		масла	протеина	азота	P ₂ O ₅	K ₂ O*
1,08	25,2	20,7	39,5	6,3	1,31	2,3
1,15	22,7	19,8	39,9	6,7	1,29	2,4
1,20	19,9	20,0	37,9	6,0	1,36	2,2
НСР	2,6	S \bar{x} % 3,4				

* Данные по калию за 2 года.

Выводы

Уплотнение почвы отрицательно сказывается не только на водно-воздушные свойства пахотного горизонта, но и на накопление и использование элементов минерального питания.

Превышение плотности почвы на 0,1 г/см³ выше оптимального приводит к увеличению содержания в слое 0-30 см нитратного азота на 57%, к снижению содержания аммиачного азота-на 47, а подвижного фосфора-на 25% в период всходов сои.

Изменения в азотно-фосфорном питании, вызванные уплотнением почвы, приводят к снижению урожая сои на 9,9-21%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б о н д а р е н к о П. И. Влияние плотности почвы в межкорневой зоне на развитие пшеницы. "Доклады ТСХ", 1959, вып.42.
2. Р о к т а н я н Л. С. Общие принципы системы обработки почвы. - "Земледелие", 1965, № 2.
3. Г о л у б е в В. В. Углубление пахотного слоя лугово-черноземовидных почв Амурской области. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук, Благовещенск, 1961.
4. М и г у н о в В. С. Влияние плотности почвы на рост корней. - "Проблемы сельского хозяйства Приамурья", 1969, т. 2.
5. Ф е д о р о в Н. В. Биологическая фиксация азота атмосферы. М., Сельхозиздат, 1952.
6. М и ш у с т и н Е. Н., Ш и л ь н и к о в а В. К. Биологическая фиксация атмосферного азота. М., "Наука", 1968.
7. Ш к о н д а Э. И. Агрохимическая характеристика почв Зейско-Бурейнской низменности. - В кн.: Почвенная и агроэкологическая характеристика южной части Зейско-Бурейского междуречья. Благовещенск, 1959.
8. К у р к а е в В. Т. Применение удобрений в Приамурье. Благовещенск, 1965.
9. Ш е в л я г и н Л. И. Интенсивность нитрификационного процесса в черноземах в зависимости от степени их уплотнения. - "Почвоведение", 1961, № 5.
10. И в а н о в П. К., К о р о б о в а Л. И. Плотность почвы и урожай. - "Вестник с.-х. науки", 1968, № 7.
11. А в д о н и н Н. С. Подкормка растений. М., 1939.
12. Ч и ж о в В. А. Периодичность в минеральном питании пшеницы. - "Социалистическое зерновое хозяйство", 1946, № 2,3.