

Последствие возделывания бобово-злаковых культур на агрофизические и агрохимические свойства почвы при орошении

*А.А. Мушинский, д.с.-х.н., ФГБНУ Оренбургский НИИСХ;
Н.И. Мушинская, к.б.н., ФГБОУ ВО Оренбургский ГПУ;
О.А. Дорохина, к.б.н., ФГБОУ ВО ОрГМУ*

Агропромышленный комплекс Оренбургской области располагает более 10 млн га сельскохозяйственных угодий, из них пашня занимает более 6 млн га. Однако более 3000 тыс. га пашни характеризуются низким содержанием гумуса, а пашня, выбывшая из оборота за последние 10 лет, составляет 1020 тыс. га. Среднегодовой баланс гумуса в пахотном слое отрицательный и составляет 0,22 т на 1 га. Баланс питательных веществ также отрицательный. В среднем за 2009–2015 гг. дефицит основных элементов питания составил 162,9 тыс. т, или 35,68 кг действующего вещества на 1 га пашни. Вносимые в настоящее

время дозы минеральных и органических удобрений не компенсируют потерю питательных веществ почв.

В Оренбургской области расширяются и интенсивно используются орошаемые площади. В то же время с агрофизической точки зрения почвы Оренбургской области характеризуются слабой структурностью, поэтому при дождевании повышенной интенсивности они быстро разрушаются, а верхний слой цементируется [1].

Для предотвращения дальнейшей деградации и повышения плодородия чернозёмов, а также улучшения их агрофизических и агрохимических показателей необходимо обеспечить бездефицитный баланс содержания органического вещества. Это экономично можно сделать только на основе биологизации земледелия.

Материал и методы исследования. Первый полевой опыт предусматривал изучение последствий однолетнего донника и суданской травы на агрофизические и агрохимические свойства орошаемой почвы и был проведён в 2001–2005 гг. в ООО «Агрофирма «Промышленная», г. Оренбург.

Почва орошаемого опытного участка и прилегающего массива представлена чернозёмом южным, террасовым, среднегумусным, среднемогучным, глубоко солонцеватым, средне- и тяжелоуглинистым на древнечетвертичном палео-буром карбонатном аллювии. Содержание гумуса в пахотном горизонте составляет 4,8%, мощность 0,47–0,56 м, характеризуется средней обеспеченностью подвижными формами азота (6,95 мг/100 г почвы), низкой – фосфором (2,63–3,96 мг/100 г почвы) и высокой – обменным калием (30–40 мг/100 г почвы). Плотность метрового слоя равна 1,29 т/м³.

Рельеф опытного участка равнинный с небольшим уклоном, до 0,001, в северо-западном направлении. Грунтовые воды залегают на глубине 8–10 м. Водно-физические свойства почвы (плотность, пористость, гранулометрический состав) определяли по общеизвестным методикам [2, 3]. Накопление корневых и пожнивных остатков в почве определяли по монолитам размером 0,30×0,30×0,40 м в 4-кратной повторности с последующей отмывкой их на ситах с размером отверстия 0,5 мм [4]. Химический анализ корневой массы проводили в лабораториях массовых анализов Оренбургского НИИ сельского хозяйства и агрохимцентра «Оренбургский».

Норма высева однолетнего донника и суданской травы составляла по 3 млн всхожих семян на 1 га, при ширине междурядья 0,15 м.

Второй опыт, цель которого заключалась в определении степени влияния однолетних бобовых и злаковых культур на плодородие почвы и последствия их на клоновые подвои яблони, был проведён в 2010–2013 гг. на орошаемом участке Оренбургской опытной станции садоводства и виноградарства (ОССиВ).

Почва опытного участка – чернозём южный малогумусный маломощный легкоуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое 2,1%.

Схема опыта включала исполнение следующих вариантов: посевы сидеральных культур – суданской травы, вики, однолетнего донника, гороха. Контрольным вариантом в опыте служил пар чистый.

Сорта изучаемых культур: вика – Льговская, горох – Флагман, однолетний донник – Поволжский, суданская трава – Бродская 2.

С целью определения последствия сидеральных культур на опытных делянках были высажены клоновые подвои яблони сорта Урал-5 (785).

Результаты исследования. Корневой системе принадлежит исключительно важная и многогранная роль в жизни растений. Она снабжает их водой и минеральным питанием, синтезирует из почвы соединения, необходимые для оптимального роста и развития, способствует повышению растворимости труднодоступных питательных веществ, обеспечивает за счёт накопления большого количества органического вещества улучшение водно-физических свойств и повышение плодородия почвы.

1. Химический анализ корневой массы однолетнего донника и суданской травы

Культура	Масса корней в объёме почвы		Содержание питательных веществ в корневой массе в слое 0–40 м на 1 га, кг			
	0,30×0,30×0,40 м, г	на 1 га, кг	N	P	K	Ca
Однолетний донник	41,74	4637,6	70,00	3,71	19,94	39,42
Суданская трава	28,26	3140,0	36,00	2,51	13,49	10,67

2. Изменение плотности сложения пахотного слоя почвы (в среднем за четыре года), т/м³

Вариант	Слой почвы, м	Плотность		Изменение плотности
		перед посевом	перед посевом следующей культуры	
Суданская трава	0–0,10	1,05	1,04	0,01
	0,10–0,20	1,13	1,12	0,01
	0,20–0,30	1,15	1,15	–
	0–0,30	1,11	1,10	0,01
Донник	0–0,10	1,06	1,03	0,03
	0,10–0,20	1,14	1,09	0,05
	0,20–0,30	1,15	1,11	0,04
	0–0,30	1,12	1,08	0,04
Донник (запашка сидерата)	0–0,10	1,06	0,99	0,07
	0,10–0,20	1,14	1,02	0,12
	0,20–0,30	1,15	1,05	0,10
	0–0,30	1,12	1,02	0,10

По результатам первого опыта было установлено, что масса корней суданской травы на 1 га составляла 3140 кг, однолетнего донника – 4637 кг. В корневой массе суданской травы содержалось азота 36,6 кг, фосфора – 2,5, калия – 13,5 и кальция – 10,67 кг/га, в корневой массе однолетнего донника – 70,0 кг азота, 3,71 фосфора, 19,94 и 39,42 кг/га калия и кальция соответственно (табл. 1).

Высокое поступление в почву кальция с корневой массой однолетнего донника (39,42 кг/га) обусловлено его биологической способностью растворять и усваивать кальций в глуболежащих слоях почвы, расходуя его на построение своих органов. При разложении корневых остатков кальций закрепляется почвенно-поглощающим комплексом, что способствует улучшению агрофизических свойств почв. Дополнительное накопление азота в корнях однолетнего донника идёт за счёт азотфиксирующей деятельности клубеньковых бактерий.

Плотность сложения почвы зависит от многих факторов, в том числе гранулометрического и минералогического состава, содержания органического вещества, структурного состояния почвы.

Исследование показало, что плотность пахотного горизонта 0–0,30 м, перед посевом донника и суданской травы находилась в пределах 1,11–1,12 т/м³ (табл. 2).

При отборе почвенных образцов учитывалось изменение плотности сложения в течение вегетации и пестрота почвенного плодородия. В связи с этим отбор проб проводили ежегодно в один и тот же период времени на жёстко закреплённых площадках.

Положительное влияние на снижение плотности почвы оказывали варианты опыта с посевом однолетнего донника и его использованием в качестве сидерата. На вышеперечисленных вариантах разуплотнение почвы к началу посева последующей культуры в слое 0–0,30 м составило 0,04–0,10 т/м³.

На посевах суданской травы наблюдалось незначительное снижение плотности почвы в слоях

0–0,10 и 0–0,20 м и отсутствие изменений плотности в слое 0,20–0,30 м.

Исходная общая пористость перед посевом изучаемых культур в слое 0–0,30 м составила 52,2–52,3%, в слое 0–0,10–52,0–52,1%, в слоях 0,10–0,20 и 0,20–0,30–52,2–52,3 и 52,4% соответственно (табл. 3).

В первом опыте наибольшее увеличение общей пористости почвы перед посевом последующих культур отмечалось на горизонтах 0–0,10 и 0,10–0,20 м и составляла на варианте с заделкой зелёной массы однолетнего донника 5,2 и 6,0%, на посевах однолетнего донника – 2,4 и 3,1% и суданской травы – 0,5 и 0,4% в сравнении с исходной общей пористостью перед посевом изучаемых культур. В слое почвы 0,20–0,30 м изменение общей пористости наблюдалось в значительно меньших пределах: 1,2% – на варианте с посевом донника и 4,1% – на варианте с заделкой сидеральной культуры.

На опытных делянках с посевом суданской травы изменение общей пористости почвы на данном горизонте не отмечалось.

Использование однолетнего донника в качестве сидерата позволило повысить содержание агрономически ценных ветро- и водоустойчивых агрегатов от 0,25 до 10 мм до 83,2% и от 0,25 до 3 мм – до 66,3 (табл. 4).

В вариантах по предшественнику однолетнего донника показатели структурно-агрегатного состава почвы имели значительно более благоприятные показатели в сравнении с суданской травой.

При проведении второго опыта был изучен агрохимический состав почвы опытного участка ОССиВ. Доля доступных запасов элементов питания (N, P, K) в почве опытного участка Оренбургской опытной станции садоводства и виноградарства составляла 4,3; 1,1 и 1,7% от валовых (табл. 5).

Наибольшее поступление азота в почву наблюдалось в вариантах с посевами бобовых культур: донника – 142,4 кг/га, вики – 135,2 и гороха – 117,1 кг/га. В вариантах с посевом суданской

3. Мелиорирующее влияние однолетнего донника на общую пористость пахотного слоя почвы (в среднем за четыре года), %

Вариант	Слой почвы, м	Общая пористость		Изменение пористости
		перед посевом	перед посевом последующей культуры	
Суданская трава	0–0,10	52,0	52,5	0,5
	0,10–0,20	52,3	52,7	0,4
	0,20–0,30	52,4	52,4	-
	0–0,30	52,2	52,5	0,3
Донник	0–0,10	52,0	54,4	2,4
	0,10–0,20	52,2	55,3	3,1
	0,20–0,30	52,4	53,6	1,2
	0–0,30	52,2	54,4	2,2
Донник (запашка сидерата)	0–0,10	52,1	57,3	5,2
	0,10–0,20	52,3	58,3	6,0
	0,20–0,30	52,4	56,5	4,1
	0–0,30	52,3	57,4	5,1

4. Структурно-агрегатный состав пахотного слоя почвы (в среднем за четыре года)

Предшественник	Содержание структурных агрегатов, %		Коэффициент структурности
	от 0,25 до 10 мм	от 0,25 до 3 мм	
Суданская трава	77,1	52,3	3,4
Однолетний донник	79,5	62,4	3,9
Донник (заделка сидерата)	83,2	66,3	4,9

5. Агрохимическая характеристика почвы

Элемент питания	Валовые запасы элементов питания, кг/га	Запасы доступных соединений, кг/га	Доля доступных запасов элементов питания, % от валовых	Степень обеспеченности почвы элементами питания
Азот	6093,2	263,0	4,3	низкая
Фосфор	5963,0	65,1	1,1	низкая
Калий	66280,1	1132,0	1,7	средняя

6. Поступление питательных веществ в почву (с учётом выноса) (в среднем за четыре года)

Валовые запасы N, P, K в пахотном слое, кг/га	Культура	Дополнительное поступление N, P, K в почву, кг/га
N (азот)		
6093,2	вика	135,2
	горох	117,1
	донник	142,4
	суданская трава	64,1
	пар (контроль)	–
P (фосфор)		
5963,0	вика	29,3
	горох	22,2
	донник	25,4
	суданская трава	49,7
	пар (контроль)	–
K (калий)		
66280,1	вика	53,2
	горох	44,3
	донник	73,2
	суданская трава	83,4
	пар (контроль)	–

травы поступление азота в почву составляло 64,1 кг/га (табл. 6).

Высокое поступление азота с бобовыми растениями объясняется повышенным содержанием протеина как в надземной, так и в корневой массе, а также за счёт симбиотической деятельности клубеньковых бактерий бобовых культур, вследствие которых растение способно усваивать азот из атмосферного воздуха.

Наибольшее поступление фосфора в опыте (49,7 кг/га) наблюдалось в варианте с заделкой суданской травы. При заделке бобовых культур данный показатель был несколько ниже – 29,3 кг/га на варианте с посевом вики, 25,4 и 22,2 – кг/га в вариантах с посевами донника и гороха. Наибольшее поступление фосфора с суданской травой объясняется наивысшим его содержанием в корневой и надземной массе.

Доля поступления калия с растениями в почву колебалась в зависимости от вариантов опыта. В варианте с заделкой гороха она составляла 44,3 кг/га, в варианте с заделкой вики – 53,2 кг/га,

с заделкой зелёной массы однолетнего донника и суданской травы – 73,2 и 83,4 кг/га.

Было установлено влияние предшествующей культуры на качественные и количественные характеристики стандартных саженцев клоновых подвоев яблони сорта Урал 5. Так, по предшествующим сидеральным культурам вики, гороха и однолетнего донника были получены максимальные значения по выходу стандартных отводков клоновых подвоев яблони – 100%, в вариантах с предшествующей культурой – суданской травой выход стандартных отводков ограничивался до 90–86%, по предшествующей культуре пар (контроль) – 79%.

В варианте с заделкой зелёной массы суданской травы средний диаметр стандартных клоновых отводков составлял 0,72 мм, длина – 58 см, в вариантах с предшествующими культурами однолетнего донника, вики и гороха – соответственно 0,82 мм и 87 см, по пару – 0,50 мм и 49 см.

Вывод. По результатам исследования установлено мелиорирующее влияние однолетнего донника, связанное с позитивным влиянием этой культуры на водно-физические свойства почвы (снижением плотности почвы в слое 0–0,30 м на 0,10 т/м³, повышением содержания агрономически ценных ветро- и водоустойчивых агрегатов от 0,25 до 10 мм до 83,2% и от 0,25 до 3 мм – до 66,3% при коэффициенте структурности 4,9, увеличением общей пористости почвы в слое 0–0,30 м до 57,4%), а также на агрохимические характеристики почвы (способностью однолетнего донника накапливать на 1 га до 4638 кг корневых остатков, содержащих N – 70, P – 3,71, K – 19,94 и 39,42 кг/га кальция), что способствует отнесению его к одному из приоритетных предшественников для большинства полевых и плодовых культур.

Литература

- Мушинский А.А. Теоретическое и экспериментальное обоснование технологий возделывания клубне-корнеплодных культур и однолетнего донника при орошении в степной зоне Южного Урала: дисс. ... докт. с.-х. наук. Оренбург, 2009. 327 с.
- Качинский Н.А. Физика почвы. М.: Высшая школа, 1970. 358 с.
- Качинский Н.А. Почва, её свойства и жизнь. М.: Наука, 1975. 227 с.
- Станков Н.З. Корневая система полевых культур. М.: Колос, 1964. 280 с.