

УДК 631.445.6(612):634.63

**ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ ПОД ПЛАНТАЦИЯМИ МАСЛИНЫ  
В ТРИПОЛИТАНСКОЙ СРЕДИЗЕМНОМОРСКОЙ ЗОНЕ ЛИВИИ**

Л. Л. ШИШОВ, М. П. КАПШУК, А. Д. КАШАНСКИЙ, И. М. ЯШИН

(Кафедра почвоведения)

Изучены основные агрогенетические особенности красновато-бурых аридных и коричневых сиаалитных почв Триполитании (Ливия), занятых плантациями плодоносящей маслины. На основании полученных данных выделены почвенные факторы, лимитирующие рост и плодоношение маслины. Определены особенности строения корневой системы деревьев в зависимости от эдафических условий произрастания.

Актуальной проблемой сельского хозяйства Ливии является обеспечение населения страны собственным продовольствием и сырьем. За последние 10 лет на развитие сельскохозяйственного производства ассигновано свыше 2 млрд. динаров (4,64 млрд. руб.), но темпы его роста все еще остаются низкими и существенно отличаются от намеченных. Это прежде всего обусловлено слабой изученностью почвенного покрова и размещением сельскохозяйственных культур на участках, почвенные условия которых не соответствуют экологическим требованиям растений.

Плانتации маслины в Ливии в 1980 г. занимали 139 тыс. га, или 14 % земель, вовлеченных в сельскохозяйственное производство, из них 5 тыс. га — орошаемые участки. Валовой сбор плодов составил 155,4 тыс. т. За период с 1965 г. площади, занятые маслиной, удвоились, однако валовой сбор плодов возрос только на 30 % [8]. По-видимому, при расширении площадей под посадки маслины ее плантации были размещены на почвах, пригодность которых для возделывания многолетних плодовых культур мало изучена и даже сомнительна.

Товарные плантации маслины (до 97 % всех ее посадок) сосредоточены в западных районах страны — Триполитанской средиземноморской зоне (Триполи, Завия, Мисурата, Тархуна, Гарьян). На орошаемых плантациях в междурядьях выращивают овощи, арахис, цитрусовые культуры, виноград. Междурядья неорошаемых плантаций отводятся под зерновые культуры и миндаль [8].

Для получения оливкового масла в условиях богарного земледелия возделывается маслина следующих сортов: Gargashi, Hammudi, Shemlali of Jebel Nefusa, Shemlali of Sfax, Enduri и другие. Эти сорта в основном высаживают по схеме 1×15, 20×20 и 24×24 м. Плоды маслины сортов Santagostino, Grossa di Spagna предназначены для потребления в консервированном виде, схема посадки 15×15 и 20×20 м [9, 10, 12].

В зоне наибольшего распространения маслины (Триполитания) преобладают красновато-бурые аридные и коричневые сиаалитные почвы, которые и были объектом наших крупномасштабных картографических и химико-аналитических исследований, проводившихся в 1978—1980 гг. в составе Ливийской почвенно-экологической экспедиции ВО «Союзсельхозпромэкспорт» ГКЭС СССР. Для возделываемых субтропических культур, в частности для маслины, определены лимитирующие и оптимальные эдафические свойства почв. Результаты почвенно-экологических исследований зон Триполитании и Киренаики (3 млн. га) обобщены в работах [1, 3—7 и др.].

В предыдущих сообщениях рассматривались физико-географические условия средиземноморской зоны Ливии, процессы почвообразования, дана детальная генетическая характеристика основных типов почв, их классификация и диагностика [3—7]. Настоящая работа посвящена агрогенетической оценке современного состояния целинных и освоенных под культуру маслины красновато-бурых аридных и коричневых сиаалитных почв Триполитанской зоны Ливии.

При проведении полевых наблюдений применяли сравнительно-географический метод. Реакцию деревьев на неблагоприятные условия определяли методом П. Г. Шитта. Всего обследовано более 150 плантаций маслины, для почвенно-экологических исследований было отобрано 48 контрольных участков. Опытные деревья на этих участках находились в возрастном периоде «рост — плодоношение». Свойства почв на тех плантациях, где деревья плодоносили и имели хорошо развитую надземную часть без видимых признаков угнетения, были приняты за оптимальные.

Основные агрогенетические показатели в корнеобитаемом слое определяли принятыми для аридных зон методами [3, 4]. Измеряли основные биометрические параметры надземной системы маслины, учитывали ее продуктивность, облиственность, суховершинность, опадение плодов и т. д. Параллельно изучали строение корневой системы деревьев методом «срезов».

Исследуемые почвы Триполитании формируются в условиях семиаридного и аридного средиземноморского климата. При резко недостаточном годовом количестве атмосферных осадков и высоких летних температурах происходят интенсивная минерализация органического вещества, внутрипочвенная аккумуляция карбонатов и гипса с последующей их цементацией, а местами педогенное корообразование [5].

Для красновато-бурых аридных почв, приуроченных к равнине Джеффара (8—80 м над уровнем моря), характерны красновато-желтая окраска генетических горизонтов, слабая гумусированность, бесструктурность или непрочно комковатая структура верхних горизонтов, преимущественно легкий гранулометрический состав, наличие в профиле карбонатных новообразований в форме псевдомицелия, прожилок, конкреций, постепенный переход генетических горизонтов, остаточная слоистость [3].

Коричневые сиаалитные почвы диагностированы на плато Джебель аль-Нефуса (350—723 м над уровнем моря). Им свойственны четко выраженная дифференциация профиля на генетические горизонты, коричневая окраска гумусового слоя, переходящая вниз по профилю в красновато-бурую, супесчаный гранулометрический состав (реже легкосуглинистый), непрочная комковато-порошистая структура и рыхлое сложение верхних и уплотненное (или плотное) средних горизонтов, активная деятельность почвенных организмов, наличие в средних и нижних горизонтах педогенных карбонатов (псевдомицелия, прожилок и конкреций) и некоторые другие особенности [7]. Таким образом, для данных почв, сформировавшихся на элювии известняковых пород, характерны глубокое внутрипрофильное проникновение почвообразовательных процессов и весьма мощная почвенная толща (1,5—2,5 м и более).

Вследствие сложного и сильнорасчлененного рельефа, особенно нагорья Джебель аль-Нефуса, а также не всегда рациональной хозяйственной деятельности человека значительная часть площадей подвержена как водной, так и ветровой эрозии. На обследуемой территории, как показали изыскания, преобладают слабо- и среднеэродированные почвы.

Согласно разработанной нами классификации почв Ливии [3] в зависимости от степени дифференциации профиля на генетические горизонты и наличия карбонатных коровых образований выделено 6 подтипов красновато-бурых аридных почв: дифференцированный, дифференцированный коровый, слабодифференцированный коровый, недифференцированный, недифференцированный коровый. Тип коричневых сиаалитных почв представлен двумя подтипами: типичным и коровым.

Степень выраженности почвообразовательных процессов, а также дифференциация профиля на горизонты у красновато-бурых аридных почв становятся менее четкими при переходе от дифференцированных к недифференцированным почвам. Подтипы коровых почв отличаются меньшей мощностью профиля (30—120 см), наличием горизонта коры ( $CR_{Ca}$ ), отсутствием горизонта почвообразующей породы ( $C_{Ca}$ ). а иногда и переходных (иллювиальных) горизонтов  $B_2 Ca$  и  $B_3 Ca$ . По

мощности мелкоземистого слоя над коровым горизонтом выделены ряды почв со слабо развитым профилем (мощность мелкоземистого слоя 30—50 см), среднеразвитым (50—80 см), глубоко развитым (80—120 см) и мощным профилем (более 120 см).

Как показали результаты рентгеноструктурного анализа, илстая фракция изученных почв представлена сложной ассоциацией глинистых минералов. Главными компонентами фракции красновато-бурых аридных почв являются палыгорскит и каолинит, в небольшом количестве обнаружены иллит, смешаннослойный иллит-сметит и сметит. При переходе от песчаной (наиболее распространенной) разновидности к супесчаной и легкосуглинистой в илстой фракции увеличивается содержание каолинита и иллита, заметно снижается количество других глинистых минералов.

Илстая фракция коричневых сиаалитных почв представлена каолинитом и иллитом. В этой фракции содержатся также смешаннослойный неупорядоченный иллит-сметит и сметит. В очень небольшом количестве можно обнаружить хлорит и набухающий хлорит. В глинистой фракции встречается палыгорскит, а также сложные смешаннослойные образования. Дифференциация глинистых минералов по профилю выражена слабо.

На основании полученных данных можно предположить, что направленность и интенсивность процессов почвообразования в красновато-бурых аридных и коричневых сиаалитных почвах различные.

Данные о валовом составе почв обследованной территории (табл. 1) свидетельствуют о сиаалитном характере их минеральной части. Преоб-

Т а б л и ц а 1

Валовой состав почв плантаций маслины

Горизонт и глубина взятия образца, см	Потери при прокаливании, %	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Молярные отношения		
		% на прокаленную навеску					SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
<b>Красновато-бурая аридная почва</b>									
<b>дифференцированная карбонатная супесчаная</b>									
A <sub>p</sub> , 0—14	7,80	80,79	4,65	2,65	7,69	1,43	29,54	2,75	
B <sub>1Ca</sub> , 25—35	12,64	73,74	6,61	2,86	12,14	2,01	18,96	3,63	
B <sub>2Ca</sub> , 70—80	12,24	75,88	5,85	2,58	10,77	2,15	22,05	3,56	
B <sub>3Ca</sub> , 100—110	9,20	78,70	5,41	2,45	8,98	1,57	24,73	3,47	
BC <sub>Ca</sub> , 120—130	12,26	75,05	5,76	2,79	11,81	1,88	22,15	3,24	
C <sub>1Ca</sub> , 170—180	8,18	76,66	5,52	2,86	10,03	1,80	23,61	3,03	
<b>дифференцированная коровая карбонатная песчаная</b>									
A <sub>p</sub> , 0—17	4,90	86,17	4,96	2,53	3,07	0,70	29,53	3,08	
A <sub>1</sub> , 17—27	4,16	87,72	5,01	2,40	2,06	0,55	29,76	3,28	
B <sub>1Ca</sub> , 30—40	6,69	84,40	4,73	2,33	4,90	0,93	30,33	3,19	
B <sub>2Ca</sub> , 42—52	9,88	82,13	4,33	2,10	8,95	1,12	32,24	3,24	
CR <sub>Ca</sub> , 52—62	26,40	50,61	4,06	1,66	38,92	1,60	21,19	3,84	
C <sub>Ca</sub> , 70—80	8,65	84,31	4,69	2,30	5,12	0,85	30,56	3,20	
<b>слабодифференцированная коровая карбонатная песчаная</b>									
A <sub>1</sub> , 0—10	1,36	93,17	2,20	1,76	0,84	0,19	71,99	1,96	
B <sub>1Ca</sub> , 15—25	1,50	94,46	2,13	1,45	0,81	0,09	75,39	2,31	
B <sub>2Ca</sub> , 40—50	2,08	93,92	2,39	1,36	1,87	0,10	66,80	2,76	
CR <sub>Ca</sub> , 60—70	13,40	74,76	2,86	0,90	18,21	0,16	44,44	4,99	
<b>Коричневая сиаалитная типичная карбонатная супесчаная почва</b>									
A <sub>p</sub> , 0—14	6,21	83,54	5,87	2,60	3,85	1,04	24,12	3,53	
B <sub>1Ca</sub> , 20—30	6,64	82,66	6,57	2,20	4,08	1,04	21,32	4,67	
B <sub>2Ca</sub> , 50—60	12,09	70,60	7,04	2,20	16,01	1,17	17,00	5,00	
B <sub>3Ca</sub> , 90—100	10,27	73,40	7,40	2,00	12,06	1,57	16,81	5,78	
BC <sub>Ca</sub> , 130—140	11,59	72,84	7,08	2,20	13,15	1,30	17,44	5,03	
C <sub>Ca</sub> , 190—200	15,31	61,60	7,78	2,00	23,07	1,43	13,41	6,08	

ладающим химическим элементом является кремнезем, его количество в гумусово-аккумулятивном горизонте красновато-бурых аридных почв составляет 80,79—93,17 %, коричневых сиаллитных типичных — 83,54 %. В глубь по профилю содержание кремнезема снижается, меньше всего этого элемента в горизонте коры ( $CR_{Ca}$ ) красновато-бурых аридных коровых почв.

Валовое содержание алюминия с глубиной в основном увеличивается, а железа снижается. В коровых горизонтах красновато-бурых аридных аналогов содержание оксидов железа уменьшается. В целом исследуемые почвы характеризуются низким валовым содержанием алюминия и железа. Молярные отношения  $Al_2O_3:Fe_2O_3$  указывают на преобладание алюминия над железом, особенно в коричневых сиаллитных почвах. В горизонте  $CR_{Ca}$  красновато-бурых аридных коровых почв резко увеличивается валовое содержание кальция, магния несколько больше в иллювиальных горизонтах. Широкие молярные отношения  $SiO_2:Al_2O_3$  и  $SiO_2:Fe_2O_3$  также подтверждают сиаллитный характер внутрипочвенного выветривания.

Емкость катионного обмена почв, занятых плантациями маслины, низкая. В верхнем горизонте красновато-бурых аридных почв она составляет 4,78—6,49 мг·экв, коричневых сиаллитных типичных — 7,77—7,89 мг·экв на 100 г. Почвенный поглощающий комплекс насыщен в основном катионами кальция, на долю которых в горизонте  $A_p$  красновато-бурых аридных почв приходится более 82 %, коричневых сиаллитных типичных — более 72 %. Исследуемые почвы относятся к категории обеспеченных обменными формами кальция и магния и средне- и высокообеспеченных доступным бором, но содержание бора в них не достигает токсичного для растений уровня. С глубиной его количество, как правило, увеличивается. Среднее содержание доступного бора в верхней части профиля красновато-бурых аридных почв составляет 1,42—1,46 мг, коричневых сиаллитных типичных — 1,00—1,20 мг на 1 кг. Обеспеченность почв доступными формами меди, цинка, кобальта, молибдена, железа и марганца низкая. В верхней части профиля красновато-бурых аридных почв меди содержится в среднем 0,20—0,32 мг, цинка — 0,72—0,77, кобальта — 0,15—0,16, молибдена — 0,03—0,04, железа — 5,24—7,91 и марганца — 15,11—20,40 мг на 1 кг, в пахотном горизонте коричневых сиаллитных типичных — соответственно 0,16—0,19; 0,39; 0,01—0,02; 0,01—0,05; 3,64—6,21 и 16,0—30,0 мг на 1 кг.

В подтипах коровых почв содержание подвижных форм микроэлементов в пределах надкоровой части профиля изменяется незначительно, в коровом горизонте концентрация цинка и кобальта возрастает, содержание железа существенно уменьшается.

Как показали результаты определения гранулометрического состава почвенных образцов, отобранных на плодоносящих плантациях маслины с хорошо развитой надземной частью, почвы относятся к песчаным и супесчаным разновидностям. Преобладающей фракцией в составе мелкозема является мелкий песок, на долю которого в корнеобитаемом слое приходится в среднем от 47,6 до 70,0 %. На некоторых участках почвенного покрова количество фракции мелкого песка в горизонте  $A_p$  достигает 82—87 %. С глубиной содержание данной фракции в целом уменьшается, а фракции крупной пыли увеличивается. В почвах отсутствует фракция частиц размером более 1 мм.

Высокое содержание фракции мелкого песка препятствует проникновению корней вглубь [10]; количество этой фракции в почве оказывает большое влияние на порозность и аэрацию корнеобитаемого слоя, поэтому при содержании в зоне развития корней более 65 % фракции мелкого песка деревья маслины были угнетены [11].

Плотность рассматриваемых почв изменяется по профилю почв незначительно и составляет 1,40—1,62 г/см<sup>3</sup>. Общая порозность варьирует в пределах 39—50 % • Наименьшая влагоемкость красновато-бурых аридных почв колеблется от 8 до 21 %, коричневых сиаллитных типичных — от 9,4 до 27,8 % к объему почвы. Для почв плантаций маслины

**Некоторые химические свойства красновато-бурых аридных  
и коричневых сиаалитных почв**

Глубина взятия об- разца, см	pH <sub>вод</sub>	CO <sub>2</sub> кар- бонатов. %	Удельная электро- провод- ность, ммос/см*	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> гипса, %	Гумус, %	N (легко- гидроли- зуемый)	Подвижные формы	
							P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
мг на 100 г								
<b>Красновато-бурая аридная почва</b>								
дифференцированная карбонатная супесчаная (профиль 1304—4)								
0—24	8,3	2,62	0,10	0,20	0,71	8,06	0,99	22,4
30—40	8,1	3,72	0,17	0,11	0,45	7,00	0,67	24,5
70—80	8,4	2,70	0,10	0,16	0,15	7,50	0,22	28,4
110—120	8,5	1,86	0,11	0,15	0,11	6,69	0,14	12,1
дифференцированная слаборазвитая карбонатная песчаная (профиль 21949—1)								
0—21	8,0	1,29	0,11	0,14	0,50	2,44	0,26	36,3
слабодифференцированная карбонатная песчаная (профиль 2437—1)								
0—20	8,5	5,06	0,08	0,18	0,16	Сл.	Нет	8,5
30—40	8,4	4,14	0,14	0,25	0,18	То же	То же	12,1
70—80	8,4	18,22	0,08	0,20	0,07	» »	» »	7,3
110—120	8,5	4,93	0,10	0,14	0,07	» »	» »	4,8
слабодифференцированная карбонатная супесчаная (профиль 1005—1)								
0—25	8,1	1,86	0,16	0,14	0,47	9,50	0,30	26,7
30—40	8,4	1,46	0,09	0,84	0,31	9,19	0,14	22,5
70—80	8,5	3,72	0,12	0,10	0,17	8,37	0,30	26,4
110—120	8,3	0,93	0,14	0,21	0,14	4,12	0,14	26,1
слабодифференцированная глубокоразвитая карбонатная песчаная (профиль 712—1)								
0—12	8,1	1,86	0,11	1,03	0,43	7,31	1,09	22,1
30—40	8,3	3,66	0,08	0,73	0,36	8,69	0,54	10,4
70—80	8,8	1,50	0,09	0,81	0,22	1,62	0,07	4,9
слабодифференцированная среднеразвитая карбонатная супесчаная (профиль 710—1)								
0—19	8,4	2,06	0,09	0,06	0,44	0,94	1,09	20,3
30—40	8,4	1,83	0,16	0,07	0,27	1,50	0,26	14,6
50—60	8,7	4,51	0,21	0,16	0,18	1,19	Нет	10,5
слабодифференцированная слаборазвитая карбонатная песчаная (профиль 721—1)								
0—14	8,5	1,49	0,10	0,33	0,24	3,31	0,04	20,6
20—30	8,5	8,46	0,19	0,35	0,20	1,19	Нет	8,8
слабодифференцированная карбонатная, гипсоносная засоленная супесчаная (профиль 1014—3)								
0—19	8,3	1,58	0,31	0,18	0,47	3,75	0,11	24,3
25—35	8,0	4,41	0,89	0,72	0,45	Нет	0,04	36,4
70—80	8,2	7,61	2,28	19,69	0,32	2,62	Нет	38,9
110—120	8,2	4,31	1,00	0,73	0,28	1,87	То же	24,6
150—160	8,2	24,06	1,50	0,83	0,18	1,37	» »	24,1
слабодифференцированная карбонатная засоленная супесчаная (профиль 1015—3)								
0—20	7,8	1,22	1,20	1,92	0,40	4,12	0,73	26,5
30—40	8,0	1,65	0,38	0,74	0,34	4,50	0,30	28,8
70—80	8,2	1,94	0,29	1,15	0,12	3,00	0,14	30,7
110—120	8,2	2,29	0,19	0,58	0,18	2,50	Нет	36,4
160—170	8,2	3,56	0,27	0,56	0,13	Нет	То же	32,1
<b>Коричневая сиаалитная почва</b>								
типичная карбонатная песчаная (профиль 20923—14)								
0—14	8,0	0,54	0,07	0,43	2,81	Нет	Нет	14,4
20—30	8,1	0,48	0,07	0,38	3,37	То же	То же	12,1
70—80	8,1	0,46	0,08	0,37	3,37	» »	» »	13,3
110—120	8,1	7,48	0,08	0,26	1,87	» »	» »	9,7
170—180	8,3	0,55	0,07	0,14	2,44	» »	» »	12,1
типичная карбонатная легкосуглинистая (профиль 7178—1)								
0—16	8,1	6,44	0,10	0,51	2,37	0,07	Нет	26,6
30—40	8,3	7,27	0,09	0,34	1,19	Нет	Нет	21,8
70—80	8,3	5,52	0,10	0,45	0,47	0,18	Нет	16,9
110—110	8,5	8,92	0,10	0,21	0,65	Нет	Нет	9,7

Глубина взятия образца, см	pHвод	СО <sub>2</sub> кар- бонатов, %	Удельная электро- провод- ность, ммос/см*	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> - гипса, %	Гумус, %	Подвижные формы	
						P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
мг на 100 г							
среднеразвитая песчаная (профиль 20942—3)							
0—20	7,8	0,09	0,15	0,39	3,19	0,18	12,1
30—40	8,0	0,18	0,06	0,35	2,44	0,15	9,7
60—70	8,2	0,92	0,07	0,27	2,63	0,18	7,3
слаборазвитая песчаная (профиль 20932—8)							
0—16	7,8	0,09	0,07	0,64	3,37	0,07	16,9
20—30	8,5	1,01	0,07	0,32	1,87	Нет	7,3

\* Значение показателя — Ом<sup>-1</sup>•см<sup>-1</sup>.

характерна преимущественно благоприятная аэрация, но низкая влагоёмкость корнеобитаемого слоя.

Корневая система обследуемых деревьев хорошо развита и глубоко проникает в почву. В метровом срезе красновато-бурых аридных дифференцированных и слабодифференцированных почв зафиксировано от 397 до 602 корней. Деревья плодоносят, имеют хорошо облиственную крону без признаков угнетения. Площадь поперечного сечения штамба варьирует в пределах 344,9—516,9 см<sup>2</sup>, площадь проекции кроны — 21,2—25,5 м<sup>2</sup>, высота деревьев — 3,4—6,3 м. В метровом срезе коричневых сиаллитных типичных почв отмечено от 310 до 522 корней. Площадь поперечного сечения штамба деревьев колеблется от 189,6 до 578,2 см<sup>2</sup>, площадь проекции кроны — от 9,1 до 18,1 м<sup>2</sup>, высота деревьев — от 3,5 до 5,6 м.

При раскопках корневой системы маслины обрастающие корни в горизонтах, имеющих плотность 1,60—1,65 г/см<sup>3</sup>, не обнаружены. Сильное иссушение верхней части профиля способствовало его большему уплотнению. Особенно сильно была уплотнена верхняя часть профиля коричневых сиаллитных типичных почв муниципалитета Тархуна. Отметим, что чередование плотных и рыхлых прослоек мелкозема в корнеобитаемом слое нередко обуславливает ярусное строение корневой системы маслины.

Большинство изученных плантаций маслины расположено на почвах, имеющих среднещелочную реакцию корнеобитаемого слоя (табл. 2). В пределах профиля значения pH изменялись незначительно, в коровых подтипах щелочность с глубиной несколько возрастала. Многие исследователи считают, что нейтральная и слабощелочная реакция корнеобитаемого слоя является наиболее оптимальной для произрастания маслины. Наши исследования также показали, что на среднещелочных почвах деревья не угнетаются и хорошо плодоносят. Однако, на наш взгляд, повышение щелочности коровых почв может привести к нарушению баланса элементов питания и снижению их усвояемости, поэтому целесообразно проводить систематический (по сезонам года) контроль качества почв, т. е. регулярно обследовать плантации.

Высокое содержание карбонатов в корнеобитаемом слое приводит к снижению уровня пригодности почв под плантации многолетних плодовых культур в Триполитании. Аналогичные данные приводятся в работе [2]. В изучаемых почвах содержание СО<sub>2</sub> карбонатов значительно варьирует как в пределах профиля, так и на отдельных участках. В гумусово-аккумулятивном горизонте красновато-бурых аридных почв их количество изменялось в пределах 1,22—5,06 %, У коричневых сиаллитных типичных — 0,09—6,44 %. Красновато-бурые аридные почвы можно подразделить на очень слабокарбонатные, слабокарбонатные и карбонатные, а коричневые сиаллитные — на некарбонатные, очень слабокарбонатные и карбонатные. В почвенном профиле отдельных плантаций

выявлены горизонты с повышенным содержанием карбонатов.

На обследуемых участках у маслин хорошо развита надземная часть. Их корневая система охватывает всю мелкоземистую толщу почвенного профиля. Однако увеличение в почве содержания  $\text{CO}_2$  карбонатов до 18,22 % (в отдельных горизонтах) обусловило их высокую плотность. Корневая система маслин в этих слоях практически не развивалась, причем на метровом срезе обнаружено только 103 корня, и лишь отдельные из них проникали в глубь почвы по трещинам через уплотненные карбонатные слои. Надземная часть деревьев этих плантаций была слабо облиственна и имела усохшие ростовые побеги. Площадь поперечного сечения штамба составляла 516,9  $\text{cm}^2$ , площадь проекции кроны — 17,3  $\text{m}^2$ , высота деревьев — 5,9 м.

Особенностью почвенного покрова Триполитании, в частности низменности Джеффара, простирающейся к югу от г. Триполи до эскарпа плато Джебель аль-Нефуса, является его сложный (комплексный), динамичный и полигенетический характер, в значительной мере обусловленный спецификой рельефа и рельефообразующих факторов, орографической неоднородностью территории, пестротой залегания почвообразующих пород, а также эрозией (эоловыми процессами и периодическим делювиальным смывом). При этом в пространственной организации почв важная роль принадлежит соподчиненной взаимосвязи и перераспределению рыхлых четвертичных отложений на водоразделах — склонах — понижениях. Например, красновато-бурые аридные почвы, залегающие по понижениям и развитые на эоловых песчано-супесчаных наносах (со слабо- или недифференцированным профилем), отличаются значительной мощностью, рыхлым сложением, высокой фильтрацией, повышенной порозностью аэрации, низкой влагоемкостью, невысокими запасами продуктивной влаги, отсутствием аккумуляции солей, небольшой интенсивностью биологического круговорота веществ. На водоразделах, как правило, формируются менее мощные дифференцированные красновато-бурые аридные почвы, в той или иной мере эродированные.

Указанные генетические особенности красновато-бурых аридных почв четко прослеживаются как в пределах основных геоморфологических структур Джеффара (приморской, останцовой равнин и пролювиально-делювиального подгорного шлейфа Джебель аль-Нефуса), так и на южном макросклоне нагорья Джебель аль-Нефуса.

Современные особенности развития красновато-бурых аридных почв Триполитании сопряжены с сиаллитным типом почвообразования, ослаблением процесса остепнения и, как следствие, затухания гумусообразования: активизацией опустынивания (усиление накопления солей в почвах и грунтах, понижение уровня грунтовых вод, педогенное коробразование, интенсификация эрозии), красноцветностью почвенного мелкозема, отсутствием солонцеватости.

В пространственно-временном аспекте при картографировании выделяются автономные ареалы красновато-бурых аридных почв, но чаще на объекте изысканий распространено ассоциативное взаимодействие групп почв, образующих на отдельных элементах рельефа своеобразные структурные организации. Так, в пределах приморской равнины, в нижних частях склонов выположенных холмов и увалов можно наблюдать комплексы и пятнистости красновато-бурых аридных эродированных, коровых, засоленных, загипсованных почв, а также кор и непочвенных образований. Подобные комбинации почв позволяют заключить, что соленакопление (как почвенно-геохимический процесс) в почвах и грунтах Джеффара обусловлено вековым по длительности и дискретным проявлению потоком водорастворимых солей от эскарпа к Средиземному морю. Своеобразие процессов транспортировки, аккумуляции и трансформации солевых масс во времени и пространственной организации почв в пределах Джеффара и определяет мозаику формирования засоленных почв и педогенных кор. Существенное количество солей может поступать в почву и грунтовые воды путем импульверизации вблизи морского бассейна, массивов солончаков и засоленных почв с поверх-

ностным характером соленакопления. В связи с изложенным заметно возрастает роль периодической солевой диагностики целинных и освоенных субтропических почв.

В наших исследованиях критерием выделения засоленных почв являлась удельная электрическая проводимость почвенной суспензии, равная 0,30 ммс/см, при соотношении массы почвы и воды 1 : 5. Большинство плантаций маслины расположено на незаселенных почвах. Электропроводимость почвенной суспензии в зоне развития корней маслины на красновато-бурых аридных почвах изменялась от 0,8 до 0,21 ммс/см, а на коричневых сиаллитных — от 0,06 до 0,15 ммс/см. Наряду с незаселенными были выявлены и засоленные участки почв. Так, у красновато-бурых аридных аналогов электропроводимость почвенной суспензии варьировала от 0,31 до 1,20 ммс/см, максимум — 2,28 ммс/см — свойствен гипсоносным горизонтам красновато-бурых аридных слабодифференцированных гипсоносных почв.

Путем солевой диагностики были установлены тип и степень засоления, качественный состав солей и характер их распределения по почвенному профилю (табл. 3).

Засоленные почвы плодоносящих плантаций маслины Триполитании можно подразделить на хлоридный, хлоридно-сульфатный и сульфатный кальциево-магниевый типы. Выделены почвы, имеющие поверхностную (профиль 1015—3), среднюю (профиль 1014—3) и глубокую аккумуляцию водорастворимых солей. В составе солей доминируют нетоксичные компоненты [6].

В составе солей грунтовых вод приморской равнины Триполитании содержатся компоненты, типичные для морской воды: на долю ионов натрия и хлора, например, приходится соответственно 35,9 и 44,6 % общей суммы ионов. Существенно повышена и доля токсичных ионов.

Среди плодовых растений, возделываемых в Ливийской Джамахирии, маслина является одной из культур, устойчивых к засолению. Максимальным содержанием водорастворимых солей в суглинках для маслины принято считать 0,2—0,5 %. Результаты изучения архитектуры корневой системы и надземной части маслины, произрастающей на засоленных почвах легкого гранулометрического состава, свидетельствуют об устойчивости ее к более высоким уровням водорастворимых солей в зоне развития корней. Деревья плодоносят и не имеют видимых признаков угнетения кроны при содержании в корнеобитаемом слое более 1,0 % солей (профиль 1014—3). Однако в составе водорастворимых солей преобладал гипс, а содержание токсичных солей оказалось невысоким. На метровом срезе зафиксировано до 500 корней, но они были сосредоточены преимущественно в слоях почвы с наименьшим содержанием солей. По биометрическим показателям кроны существенных различий между деревьями, произрастающими на незасоленных и слабозасоленных почвах, не выявлено.

Исследуемые почвы относятся, как правило, к незагипсованным. Содержание  $SO_4^{2-}$  гипса варьирует по профилю красновато-бурых аридных почв в пределах 0,06—1,92 %, а на некоторых плантациях — в пределах 4,21—5,35 %. Выделены также участки, где содержание  $SO_4^{2-}$  гипса в отдельных горизонтах составляет 19,89—20,05 %. В последующие этапы эволюции почв путем химической трансформации соединений здесь образуется плотный гипсоносный слой (коровый горизонт), который практически непроницаем для корней. В то же время подобный сорбционно-водонепроницаемый экран способствует периодической аккумуляции почвенной влаги.

При раскопках корневой системы маслины выявлено слабое развитие корней в слое мелкозема, расположенном над гипсоносным горизонтом, где на метровом срезе отмечено 158 корней. Деревья плодоносили, но крона была слабооблиственной. Площадь поперечного сечения штамба составляла 183,9 см<sup>2</sup>, площадь проекции кроны — 4,5 м<sup>2</sup>, высота деревьев — 2,3 м. На некоторых участках корни проникали через уплот-



ненный горизонт по ходам землероев или трещинам в нижние слои почвенного профиля. На метровом срезе развивалось до 433 корней. Деревья плодоносили, их надземная часть не имела видимых признаков угнетения, хотя листья были мелкие. Площадь поперечного сечения штамба составляла 344,9 см<sup>2</sup>, площадь проекции кроны — 7,1 м<sup>2</sup>, высота деревьев — 3,4 м.

Рассмотрим агрохимические свойства почв плантаций маслины. Корнеобитаемый слой почв отличается очень низким содержанием гумуса. В пахотном горизонте красновато-бурых дифференцированных почв оно составляет 0,50—0,71 %, слабодифференцированных — 0,16—0,47 %, в поверхностных слоях коричневых сиаллитных — 0,39—0,64 %.

Содержание легкогидролизуемых соединений азота в гумусово-аккумулятивном горизонте и зоне развития корневой системы маслины очень низкое. В почвах отдельных плантаций легкогидролизуемые формы азота отсутствуют. Обеспеченность почв обследованных плантаций подвижными формами фосфора также очень низкая (их содержание находится в первом минимуме). На некоторых участках в корнеобитаемом слое его подвижные формы отсутствуют, что особенно характерно для коричневых сиаллитных почв. Очевидно, это связано с проявлением таких процессов, как оглинивание, рубефикация и т. д., в результате которых в отдельные сезоны года высвобождается значительное количество слабокристаллизованных форм железа, аккумулируемых в недоступные для растений формы.

Красновато-бурые аридные почвы обеспечены доступным калием лучше, чем коричневые сиаллитные. Для них свойственна преимущественно повышенная и высокая обеспеченность этим элементом всего корнеобитаемого слоя. Что касается коричневых сиаллитных почв, то высокая обеспеченность калием характерна только тяжелым суглинкам. В целом почвы Ливии по содержанию обменных форм калия можно отнести к среднеобеспеченным.

Для плодовых насаждений экстенсивного типа в условиях семиаридного и аридного климата Ливии важное значение имеет формирование у деревьев глубоководящей корневой системы, которая охватывает большие почвенные объемы. Это определяется как дефицитом влаги в сухой и жаркий период вегетации, так и низким содержанием основных элементов питания в корнеобитаемом слое.

При обследовании плантаций маслины выявлены участки, где Деревья были сильно угнетены, что обусловлено наличием коровых горизонтов или плотных коровых прослоек на различной глубине. На таких участках корневая система деревьев развивается лишь в надкоровой толще, так как коровый горизонт имеет чрезвычайно высокую плотность, очень низкую порозность и практически непроницаем для корней. Анализы показали, что его плотность составляла 2,35—2,38 г/см<sup>3</sup>, общая порозность — 11,3—11,5 %, наименьшая влагоемкость — 4,0—5,2 % к объему почвы, аэрация — 6,1—7,5 %. В то же время коровый горизонт в ландшафте выполняет экологическую и геохимическую функции: удерживает часть водорастворимых химических соединений (при их педогенной миграции), препятствуя выносу их из сферы выветривания и почвообразования в Средиземное море и вовлечению в эрозионные процессы залегающей под корой толщи мелкозема.

У маслины на красновато-бурых аридных почвах при залегании корового горизонта на глубине 120 см на метровом срезе зафиксировано до 316—326 корней. Деревья плодоносили, надземная часть не была угнетена. Площадь поперечного сечения штамба составляла 737—834 см<sup>2</sup>, площадь проекции кроны — 9,6—24,6 м<sup>2</sup>, высота деревьев — 3,8—6,0 м. Уменьшение мощности слоя мелкозема вызывало угнетение как корневой системы, так и кроны деревьев. У маслины на этих почвах при залегании корового горизонта на глубине 50—60 см на метровом срезе отмечено до 258 корней. В почвах со слоем мелкозема 30—40 см количество корней снижалось до 175. Наблюдались слабая облиственность кроны и сухoverшинность. Площадь поперечного сечения штамба изменялась

## Химический состав водной вытяжки красновато-бурых аридных почв и грунтовых вод

Глубина взятия образца, см	Концентрация ионов. ммоль/л						
	сумма с учетом K <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>
Дифференцированная карбонатная супесчаная (профиль 1304—4)							
0—24	11,0	4,4	1,1	1,0	2,0	0,8	0,9
30—40	11,5	3,8	1,1	1,6	2,0	0,8	0,9
70—80	10,5	4,1	1,7	0,8	1,5	1,2	0,9
110—120	9,3	3,8	0,8	0,6	1,2	0,4	2,2
Слабодифференцированная карбонатная гипсоносная засоленная супесчаная (профиль 1014—3)							
0—19	23,0	3,6	3,1	8,8	4,0	0,8	0,9
25—35	71,9	2,0	7,9	26,8	23,9	3,2	3,5
70—80	225,5	2,0	24,0	87,8	73,1	10,3	25,7
110—120	87,6	2,6	28,2	15,2	14,0	4,1	21,7
150—160	129,1	3,3	55,0	10,6	10,0	9,5	38,1
Слабодифференцированная карбонатная засоленная супесчаная (профиль 1015—3)							
0—20	119,1	2,5	4,2	54,4	50,0	3,7	1,7
30—40	27,4	2,0	2,0	10,1	8,5	2,1	0,9
70—80	23,2	3,3	2,0	6,9	4,5	3,2	1,3
110—120	21,3	2,6	2,3	4,3	2,7	2,4	0,9
160—170	22,7	3,4	3,1	3,8	3,0	2,4	0,9
Приморская равнина, Мисурата, к востоку от г. Хомса							
Грунтовые воды — глубина залегания 20 м	997,7	50,0	445,4	40,6	40,1	63,8	357,8
Плато Джебель аль-Нефуса, зона эскарпа и водоразделы							
Подземные воды — глубина залегания 150—200 м	367,8	52,5	104,4	36,5	34,9	41,1	87,0

Примечание. Щелочность от CO<sub>4</sub><sup>2-</sup> в анализируемых образцах не обнаружена (за исключением подземных вод на плато Джебель аль-Нефуса); концентрация водорастворимого кальция в почвах варьировала от 0,3 до 6,1 ммоль/л.

в пределах 103—126 см<sup>2</sup>, площадь проекции кроны — в пределах 2,5—5,3 м<sup>2</sup>.

В коричневых сиаллитных почвах при мощности слоя мелкозема 80 см на метровом срезе обнаружено до 135 корней маслины, при мощности слоя мелкозема 50 см — до 107 корней. Площадь поперечного сечения штамба составляла соответственно 103 и 72 см<sup>2</sup>. Деревья не плодоносили, крона слабооблиственна, с усохшими побегами. Между основными показателями развития надземной и корневой систем маслины и мощностью слоя мелкозема установлена устойчивая прямая связь.

Рассчитанные коэффициенты корреляции у маслины на коричневых сиаллитных почвах были более высокие, чем на красновато-бурых аридных. Так, в первом случае коэффициент корреляции между суммарным количеством обрастающих корней на метровом срезе, площадью поперечного сечения штамба и площадью проекции кроны, с одной стороны, и мощностью слоя мелкозема — с другой, был равен соответственно 0,91, 0,78 и 0,75, а на красновато-бурых аридных — 0,68, 0,37 и 0,63.

Таким образом, при агрогенетической оценке современного состояния почв Триполитании, занятых насаждениями маслины, наряду с картографированием почвенного покрова нами проводилось комплексное изучение морфологии, водно-физических, физико-химических и химических свойств почв. Это позволило на фактическом материале опреде-

лить лимитирующие и оптимальные параметры почв плодоносящих плантаций маслины.

Типичными лимитирующими показателями пригодности почв средиземноморской зоны Ливии для выращивания маслины являются: мощность почвенного профиля менее 0,8 м; наличие в почве горизонта коры или коровой прослойки на глубине менее 0,8 м; концентрация водорастворимых солей в слое 0—150 см, определяемая по электропроводности, более 1,9—2,2 ммол/см; содержание в составе мелкозема фракции мелкого песка более 70—75 %; плотность почвы более 1,55 г/см<sup>3</sup>; содержание CO<sub>2</sub> карбонатов в слое 1,5 м более 14—18 %; реакция среды рН<sub>вод</sub> в слое 0—0,8 м более 8,5; содержание гумуса менее 0,5—0,8 %; содержание легкогидролизуемого азота менее 4—8 мг на 100 г, доступных форм калия менее 15—25, фосфора менее 1,5—2,5 мг на 100 г.

### Заключение

Проведена комплексная агрогенетическая оценка современного состояния средиземноморских почв Триполитании при их использовании или отведении под культуру маслины. Выявлены лимитирующие и оптимальные параметры красновато-бурых аридных и коричневых сиааллитных почв, занятых плодоносящими плантациями маслины. Показано, что целинные коричневые сиааллитные и красновато-бурые аридные почвы Триполитании — это реальный резерв для дальнейшего расширения площадей под ценные субтропические плодовые культуры.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Карта: Перспективное оптимальное использование земель; карта: Производительная способность земель. Триполи, 1980.—
  2. Пенков М. Д., Парашкевов П. П. Содержание общего и активного СаСО<sub>3</sub> в главных почвенных типах Северной Болгарии и значение его для виноградарства. — Докл. ВАСХНИЛ, 1959, вып. 12, с. 25—28. — 3. Шишов Л. Л. Классификация и диагностика главных типов почв Ливии. — Проблемы освоения пустынь, 1981, № 2, с. 15—23. — 4. Шишов Л. Л., Пантелеев Л. С. Особенности условий почвообразования в Средиземноморской зоне Ливии. — Проблемы освоения пустынь, 1981, У 2, с. 3—15. — 5. Шишов Л. Л., Яшин И. М., Кашаиский А. Д., Наумов В. Д. Кору — своеобразные почвы аридных субтропиков Ливии. — Проблемы освоения пустынь. 1986, № 4, с. 41—47. — 6. Шишов Л. Л., Капшук М. П. Засоленные почвы равнины Джеффара Ливийского Средиземноморья. — Проблемы освоения пустынь, 1987, № 2, с. 56—59. — 7. Яшин И. М., Шишов Л. Л., Накаидзе Э. К., Кашаиский А. Д., Наумов В. Д. Агрогенетические особенности коричневых почв средиземноморского побережья Ливии. — Изв. ТСХА, 1986, вып. 3, с. 101—109. — 8. F a r h M. Y. — The Libyan J. of Agriculture, vol. 6, part. 2, Tripoli, 1977. — 9. M a z z o c c h i G. B. — Report to the Government of Libya on the production of fruit and vegetables, FAO, Rome, 1962. — 10. M a z z o c c h i G. B. — Report to the Government of Libya on the production of fruit and vegetables. Rome, 1966. — 11. Troncoso de Acre A., Chaves Sanchez M., Romero Diaz R. — Caracteres fisicos y quimicos de los suelos ocupados por las variedades de olivar de mesa de la provincia de Sevilla. En: Control de la fertilizacion de las plantas cultivadas. Coloquio europeo y mediterraneo, Sevilla (España), 1970. — 12. Willimott S. G., Clarke J. Y. — Field studies in Libya. Durham colleges in the University of Durham, 4, Tripoli, Libya, 1960.
- Статья поступила 3 декабря 1987 г.

### SUMMARY

The main agro-genetic characteristics of reddish-brown arid and brown siallitic soils of Tripolitania (Libya) under olive plantations have been studied. According to data obtained, the soil factors limiting olive growth and fruiting are pointed out. The specificities of root system in olive trees depending on edaphic conditions of growing are found.