

6.1 Реакция плодовых растений на почвенные условия

Реакция растений на глубину залегания и характер грунтовых вод. Плодовые растения по-разному реагируют на глубину залегания и качество грунтовых вод. Их влияние может быть положительным, когда речь идет о «грунтовом питании» растений пресными водами, особенно проточными, при оптимальной глубине их залегания. И наоборот, растения могут угнетаться в результате заболачивания при близком расположении грунтовых вод или страдать от избытка солей при повышенной минерализации (Кирюшин, 1996).

Если уровень подвижных пресных вод не подвержен резким и продолжительным изменениям на легких эллювиальных почвах в речных долинах, они обычно не оказывают вредного влияния на семечковые сады на сильнорослых подвоях при глубине 0,9–1 м и на карликовых подвоях – при глубине 0,6–0,8 м.

Добавим к этому, что при проточных грунтовых водах на склонах террас со свободным грунтовым стоком и в предгорьях плодовые деревья также не испытывают угнетения при расположении корневых систем в зоне капиллярной каймы

благодаря достаточной обеспеченности кислородом (Куреной, Колтунов, Черепяхин, 1985; Кирюшин, 1996).

Уровень грунтовых вод, при котором растения начинают угнетаться и погибать, называется критическим. В полуаридных и аридных условиях это происходит в основном из-за высокой их минерализации.

При повышенной минерализации грунтовых вод или при слабой, но со щелочным засолением капиллярная кайма не должна находиться в зоне основного обитания корней. Данные о предельно допустимой глубине залегания грунтовых вод для многолетних насаждений в зависимости от их проточности, минерализации и химического состава представлены в таблице 5.

В таблице 6 на основе материалов В. Ф. Валькова (1986) и обобщенных им же данных других исследователей показаны относительные уровни продуктивности многолетних насаждений в зависимости от глубины залегания грунтовых вод, засоленных нейтральными солями с минерализацией более 2 г/л и щелочными солями.

В гумидных условиях, где повышенная минерализация грунтовых вод встречается редко, негативное влияние их связано только с заболачиванием (Кирюшин, 1996).

Застойные грунтовые воды, обедненные кислородом, должны быть расположены не ближе 2,5 м от поверхности почвы. Для вегетирующих деревьев очень опасен даже непродолжительный подъем уровня паводковых и застойных подпочвенных вод. В насаждениях яблони и груши на слабо- и среднерослых клоновых подвоях допускают стояние грунтовых вод на уровне 1,5–2,0 м.

Таблица 5 – Предельно допустимая глубина залегания грунтовых вод для плодовых насаждений в зависимости от проточности и химического состава по Валькову и Неговелову

Минерализация	Характер Засоления	Минимально допустимая глубина залегания грунтовых вод, м			
		застойных		проточных	
		для яблони, груши, абрикоса, персика, черешни	для сливы, вишни, айвы, яблони на парадизке (М9)	для яблони, груши, абрикоса, персика, черешни	для сливы, вишни, айвы, яблони на парадизке (М9)
Очень слабая (< 0,5 г/л)	Преобладают нейтральные и нетоксичные соли	2,0–2,5	1,5–2,0	1,2–1,5	1,0
	Преобладают щелочные соли (более 2 мг-экв. на 1 л)	3,0–3,5	2,0–2,5	3,0	2,5
Слабая (0,5–2,0 г/л)	Преобладают нетоксичные соли (сумма щелочных солей не более 2 мг-экв. на 1 л)	2,0–2,5	1,5–2,0	1,2–1,5	1,0
	Преобладают токсичные соли (сумма щелочных солей более 2 мг-экв. на 1 л)	3,0–3,5	2,0–2,5	3,0	2,5
Средняя (2,0–6,0 г/л)	Количество нетоксичных солей равно или больше суммы нейтральных токсичных солей (щелочных солей не более 2 мг-экв. – на 1 л)	2,5–3,0	2,0	–	–
	Преобладают нейтральные токсичные соли или сумма щелочных солей более 2 мг-экв. на 1 л	3,0–3,5	2,0–2,5	–	–
Сильная (более 6,0 г/л)	Любой	3,5–4,0	2,5–3,0	–	–

Таблица 6 – Уровень продуктивности многолетних насаждений в зависимости от глубины залегания минерализованных грунтовых вод (по Валькову)

Уровень грунтовых вод, м	Продуктивность (в условных единицах – от 0 до 1)	
	семечковых, абрикоса, черешни	сливы, вишни, яблони на парадизке (М9)
3,75	1,00	–
3,50	1,00	–
3,25	0,98	–
3,00	0,97	1,00
2,75	0,90	1,00
2,50	0,80	0,95
2,25	0,68	0,88
2,00	0,53	0,80
1,75	0,38	0,68
1,50	0,18	0,55
1,25	0,10	0,35
1,00	0,10	0,10
0,75	–	0,10
0,50	–	–

Требования растений к физическим условиям почв, их сложенню и структурному состоянию. Проявление этих условий в значительной мере зависит от гумусового состояния почв, гранулометрического и минералогического составов, мощности пахотного слоя, степени окультуренности. Количественно измерить отношение различных культур к этим условиям не всегда возможно. Однако для качественной оценки их влияния на продуктивность растений имеющегося практического опыта в большинстве случаев достаточно.

Традиционно при оценке требований культур к физическим условиям почв основное внимание уделялось отношению их к гранулометрическому составу. Долгое время он использовался в качестве интегральной характеристики физических свойств почв.

Большинство растений отличается экологической приуроченностью к определенным категориям почв, а для некоторых

она весьма специфична. Например, наряду с псаммофитами, приуроченными к песчаным местообитаниям (саксаул, овес песчаный, сосна и др.), существует группа растений, в том числе плодовых, которые не выносят песчаных почв (слива, вишня и др.). В целом об отношении плодовых растений к гранулометрическому составу почв можно судить по таблице 7. Следует, однако, иметь в виду, что в различных природных зонах отношение растений к гранулометрическому составу сильно изменяется в зависимости от условий увлажнения и теплообеспеченности (Кирюшин, 1996).

Таблица 7 – Отношение плодовых растений к гранулометрическому составу почв (по Валькову)

Растения, предпочитающие почвы			
Песчаные и супесчаные	Средне- и легко- суглинистые	Структурные тяжелосугли- нистые и гли- нистые	Малоструктур- ные и слитые тяжелосугли- нистые и гли- нистые
Черешня	Черешня Яблоня Груша Айва Орех грецкий Мандарин Лимон Инжир	Слива Вишня Абрикос Орех грецкий Гранат Хурма Фейхоа	Слива Вишня Фундук Гранат Хурма Фейхоа Дикая яблоня Дикая груша

Особенно важно учитывать гранулометрический состав почв при выборе участков под многолетние насаждения, так как ошибки, допущенные при закладке садов, обнаруживаются слишком поздно и чреваты значительными затратами труда и средств. **Оптимальное содержание физической глины для плодовых насаждений изменяется в пределах 30–65 %** (Неговелов, Вальков, 1961).

При оценке требования культур к гранулометрическому составу почв особо учитывают их отношение к скелетности, т. е. наличию механических элементов размером более 1 мм.

В небольшом количестве скелетные включения индифферентны или положительно влияют на урожайность некоторых культур. Например, известны факты более высокой урожайности виноградников (на 10–20 %) на слабо скелетных разновидностях перегнойно-карбонатных почв по сравнению с мелкоземистыми без скелетных включений (Вальков, 1986). Повышение скелетности почв приводит к снижению урожайности всех культур.

В последние годы появилась довольно обширная информация, характеризующая требования растений к сложению почвы (плотности и пористости). От плотности зависит водопроницаемость, доступ воздуха в почву, что, в свою очередь, влияет на жизнедеятельность микроорганизмов и корней, рост и плодоношение растений.

Проникновение корней большинства растений в уплотненные горизонты с объемной массой 1,4–1,6 г/см³ затруднено, их развитие угнетается, при более высоких значениях плотности рост корневой системы невозможен.

Для плодовых насаждений имеет важное значение плотность всего корнеобитаемого слоя до 1,5–2,0 м. (таблица 8).

По устойчивости к уплотнению почвы плодовые деревья располагаются по возрастающей в следующем порядке: черешня, абрикос, груша, яблоня, слива, вишня (Кирюшин, 1996).

Максимальная продуктивность всех плодовых пород на тяжелых почвах наблюдается при плотности менее 1,35 г/см³, на легких – 1,40 г/см³. В результате многолетнего изучения урожайности плодовых деревьев на почвах Северного Кавказа с различным уплотнением В. Ф. Вальковым (1986) установлена взаимосвязь этих показателей (таблица 9). Поэтому перед посадкой садов проводят мелиоративные обработки почвы, в особенности плантаж.

Таблица 8 – Реакция плодовых культур на степень уплотнения (г/см³) суглинистых и глинистых почв для горизонтов различной мощности (по Валькову)

Реакция деревьев	Мощность горизонта почвы, см	Культура			Примечание
		Черешня, абрикос	Яблоня	Слива, вишня	
Долговечны, обильно плодоносят	20–80	<1,45	<1,50	<1,50	Глубокое уплотнение не имеет значения для сливы на дренированных почвах
	80–150	<1,45	<1,50	<1,50	
	150–200	<1,50	<1,50	<1,50	
Растут и плодоносят удовлетворительно	20–80	<1,45	<1,50	<1,55	–
	80–150	<1,48	<1,55	1,60 – 1,70	
	150–200	<1,50	1,55–1,75	1,60–1,75	
Растут и плодоносят удовлетворительно, но только на дренированных плоских склонах крутизной не менее 3–10°	20–80	<1,45	<1,50	<1,55	Только для районов достаточного увлажнения
	80–150	<1,48	1,55–1,60	Не имеет значения	
	150–200	1,50–1,55	Не имеет значения		
Резко угнетены и не плодоносят	20–80	<1,50	<1,60	<1,70	В степных районах уплотненные почвы недопустимо использовать под сады
	80–150	<1,55	<1,65	<1,70	
	150–200	<1,60	<1,70	–	

Таблица 9 – Уровень плодородия почв для плодовых насаждений при различной степени уплотнения корнеобитаемого слоя (25–150 см)

Сложение профиля	Плотность, г/м ³	Уровень плодородия (в условных единицах – от 0 до 1)	
		Семечковые	Косточковые
Очень рыхлое	1,15	1,00	1,00
	1,20	1,00	1,00
Рыхлое	1,25	1,00	1,00
Слабо-уплотненное	1,30	1,00	1,00
	1,35	0,95	0,92
	1,40	0,78	0,73
Уплотненное	1,45	0,65	0,56
	1,50	0,48	0,43
Сильно-уплотненное	1,55	0,39	0,35
	1,60	0,28	0,21
	1,65	0,20	0,17
Очень плотное	>1,70	0,00	0,00

Реакция растений на ограничение мощности корнеобитаемого слоя в связи с близким залеганием плотных пород. Распространение корней в почвогрунтах зависит от биологических особенностей растений и свойств грунтов. Для каждого вида растений характерна определенная оптимальная мощность почвогрунта, обеспечивающая повышение продуктивности насаждений. С уменьшением мощности слоя продуктивность снижается.

Особо важное значение приобретает оценка мощности рыхлого слоя при закладке многолетних насаждений с учетом климатических условий. Плодовые насаждения в степных условиях на черноземах используют мощность почвогрунта от 2 до 3 м. Во влажных условиях на серых лесных почвах для

садов достаточна мощность корнеобитаемого слоя около 60–100 см при оптимальном режиме питания растений (Кирюшин, 1996).

На рост и плодоношение плодовых культур отрицательно влияет ограничение корнеобитаемого слоя каменистыми или плотными глинистыми подстилающими породами.

Показано также, что при неглубоком рыхлом слое (менее 80 см) в условиях Северного Кавказа закладка сада нецелесообразна. С увеличением мощности почвы до 100–120 см участок может быть отведен под косточковые породы, до 120–150 – под семечковые насаждения летних сортов, а до 150 и более – под все породы и сорта (Семенов, 1987; Черепакхин, Бабук, Карпенчук, 1991).

Потребность растений в элементах питания и характер их потребления. Накоплен большой фактический материал о потреблении минеральных веществ сельскохозяйственными растениями. Разные их виды, произрастая на одной и той же почве, поглощают из нее минеральные вещества в различных соотношениях. Требования растений к минеральному питанию предопределены их генотипическими особенностями (Климашевский, 1991; Кирюшин, 1996).

В фитомассе растений обнаруживаются практически все известные химические элементы. Показано участие 27 из них в метаболических процессах, 15 признаны необходимыми для нормального роста и развития растений (С, О, Н, N, P, K, Ca, Mg, Fe, S, Cu, B, Mn, Zn, Mo) (Кирюшин, 1996).

Элементы, потребляемые растениями в значительных количествах, относят к макро-, в меньших – к микроэлементам. Из макроэлементов наибольшее значение в жизни плодовых и ягодных растений имеют азот, фосфор, калий, сера, кальций, магний, железо.

Азот входит в состав белков, нуклеиновых кислот, фосфатидов и других соединений, составляющих вещество растительной клетки. Много азота растения потребляют в период усиленного роста побегов и формирования плодов. При недостатке свободных форм азота в почве замедляется рост побе-

гов и корней, листья бледнеют, иногда даже летом желтеют и осыпаются, плоды созревают плохо и не имеют нормальной окраски. Избыток этого элемента в конце вегетации может оказаться вредным – затягивает рост побегов, замедляет вызревание древесины, ослабляет морозоустойчивость растений.

Фосфор входит в состав нуклеопротеидов – белковых соединений, составляющих клеточное ядро, и других органических соединений. Он оказывает положительное влияние на созревание семян, ускоряет вызревание плодов, способствует переходу растения от фазы роста к фазе образования генеративных почек, положительно влияет на образование в растениях сахаров, крахмала, жиров, белков. Без фосфора не идет процесс превращения крахмала в сахар.

Калий играет важную роль в накоплении и передвижении углеводов. При его недостатке тормозится накопление углеводов, усиливается их расход на дыхание и ослабляется отток пластических материалов из листьев в другие органы. Калий усиливает поступление азота в растение и образование белков, повышает холодостойкость и засухоустойчивость растений, а также их сопротивляемость грибным заболеваниям, снижает величину транспирационного коэффициента, способствует активному делению клеток меристемы в точках роста, усиливает формирование генеративных почек.

Кальций накапливается в старых органах растения в основном в форме солей щавелевой кислоты и меньше – в форме фосфатов, карбонатов, пектатов. Физиологическая роль кальция состоит в том, что он нейтрализует щавелевую кислоту, которая вредна для растений и образуется при разложении белков; принимает участие в процессах, связанных с азотным обменом в тканях растений и образованием хлорофилла; способствует развитию корневых волосков. При недостатке кальция деревья косточковых пород болеют камедетечением, плоды яблони поражаются горькой ямчатостью.

Железо способствует образованию хлорофилла, хотя и не входит в его состав. При недостатке железа хлорофилл не

образуется и наблюдается хлороз. В почве достаточно железа для растений. Однако на карбонатных почвах вследствие щелочной реакции оно переходит в неусвояемые для растений формы. В таком случае они болеют хлорозом (пожелтение листьев).

Сера входит в состав белков, многих витаминов, ферментов и других важных соединений.

Из *микроэлементов марганец* играет большую роль в образовании хлорофилла, оказывает влияние на увеличение содержания крахмала и сахаров, участвует в окислительно-восстановительных процессах, протекающих в растении. При его недостатке тормозится накопление белков. Важна роль марганца в процессах фотосинтеза и дыхания, накопления и передвижения сахаров, в усвоении растениями молекулярного и нитратного азота.

Бор имеет важное значение в процессах опыления и оплодотворения растений, в развитии плодов, накоплении в них сахаров и витаминов. Из всех органов наиболее богаты бором цветки, особенно завязи и рыльца. Недостаток бора вызывает на плодах яблони и груши опробковение, в результате чего они преждевременно осыпаются, у сливы и абрикоса – суховершинность. Бор увеличивает в растениях содержание витаминов группы В, особенно тиамина, рибофлавина, биотина, а также витамина С.

Медь входит в состав окислительных ферментов – лактазы, аскорбиноксидазы, являющихся в растениях катализаторами внутриклеточных окислительных процессов. Медь также активизирует деятельность витаминов группы В, повышает энергию дыхания, влияет на углеводно-белковый обмен. Недостаток меди вызывает хлороз растений.

Значительна роль в биохимических процессах также *цинка и молибдена*.

Недостаток каждого из микроэлементов сопровождается специфическими внешними признаками у растений и снижает их продуктивность (Куренной, Колтунов, Черепяхин, 1985).

Интенсивность усвоения минеральных элементов имеет периодичность и может различаться по фазам роста и развития в несколько раз. Например, у плодовых деревьев наблюдается два периода интенсивного усвоения элементов питания: рано весной (распускание цветковых почек, цветение, образование листового аппарата) и осенью, после затухания роста и съема плодов, что связано с осенним ростом корней и закладкой цветковых почек.

Отношение растений к реакции почвы. Реакция почвы влияет на рост растений непосредственно и через снабжение питательными веществами. При рН меньше 3 и больше 9 протоплазма клеток в корнях большинства листостебельных растений повреждается.

Различные растения имеют неодинаковый интервал рН, благоприятный для их роста и развития. Приведем несколько примеров оптимальных для плодовых растений значений рН почвы (по В. Ф. Валькову):

Яблоня	6,0–7,5
Груша	5,0–8,5
Абрикос	7,0–8,5
Слива	6,5–8,0
Вишня	6,5–8,5
Брусника	5,0–6,0
Клюква	4,5–5,5
Орех грецкий	5,6–8,6

При одних и тех же значениях рН на разных почвах создаются неодинаковые условия для прохождения физико-химических и микробиологических процессов. **Ягодные культуры** лучше растут и плодоносят на кислых и слабокислых почвах, семечковые и цитрусовые – на слабокислых и нейтральных, косточковые – на слабощелочных почвах (Черепашин, Бабук, Карпенчук, 1991).

Характеризуя отношение плодовых культур к реакции среды, следует отметить, что на кислых почвах при рН ниже 5 для семечковых и ниже 6 для косточковых пород необходимо известкование. Абрикос не выносит кислой реакции, но мало чувствителен к щелочной реакции глубоких горизонтов. Груша и яблоня, хорошо развиваясь на слабокислых почвах, совершенно не выносят повышенной щелочности даже в глубоких горизонтах. Оценка соответствия реакции среды для плодовых насаждений может быть следующей: при рН 3,5–4,5 почвы пригодны под плодовые насаждения только после известкования; 4,5–6,0 – пригодны под плодовые насаждения, желательно известкование для косточковых пород; 6,0–8,0 – пригодны под сады без почвенной мелиорации; 8,0–8,5 – пригодны для косточковых и удовлетворительны для семечковых пород; более 8,5 – под сады непригодны (Неговелов, Вальков, 1985; Кирюшин, 1996).

По чувствительности к критическим значениям рН почвенной среды различаются не только плодовые культуры, но и разные их сорта и подвой. По нашим данным, различная реакция привойно-подвойных комбинаций яблони на подщелачивание почвы обнаруживается уже на первом году жизни. В специальных экспериментах, проведенных в южном регионе России, установлена значительная устойчивость к повышению рН почвы сортов яблони Ренет Симиренко и Флорина, особенно в случае прививки их на среднерослом клоновом подвое ММ106.

Следует, однако, отметить, что зоны оптимальных значений рН в определенной мере изменяются в зависимости от гранулометрического состава почв и содержания гумуса (Кирюшин, 1996).

Солеустойчивость растений. В учебнике «Экологические основы земледелия» (Кирюшин, 1996) *солеустойчивость* рассматривают как устойчивость растений к избыточной концентрации солей в почвенном растворе, которые повышают

его осмотическое давление, затрудняя тем самым поступление воды в растение, и оказывают в той или иной мере токсическое действие на протоплазму. В результате нарушаются процессы ассимиляции, дыхания, минерального питания.

Примечательно, что при агроэкологической оценке растений выделяют солеустойчивость биологическую и агрономическую.

Биологическая солеустойчивость – способность растений осуществлять полный цикл индивидуального развития в условиях засоления почвы, нередко с пониженной интенсивностью накопления органического вещества при сохранении воспроизводительной способности. Агрономическая же солеустойчивость – способность растений осуществлять полный цикл развития на засоленной почве и давать удовлетворительную продукцию.

Для плодовых культур предложено определять предел солеустойчивости таким количеством солей, которое позволяет собирать 50 % урожая в сравнении с незасоленными почвами (Иванов, 1970). Уместно отметить, что молодые растения более устойчивы к засолению, чем полновозрастные деревья (Трусевич, 1978). В этой связи открываются широкие возможности для осуществления ранней (на первом году жизни) диагностики отмеченного свойства привитых растений и выявления на основе ее результатов заведомо неустойчивых сочетаний сортов и подвоев, непригодных для возделывания на соответствующих почвах (Дорошенко, 2000).

Все плодовые растения успешно растут и плодоносят только на незасоленных почвах.

Предельно допустимая концентрация вредных солей в активном корнеобитаемом слое почвы: сульфатов 2, хлоридов 0,3 мг-экв. на 100 г почвы (Неговелов, Вальков, 1985). Менее чувствительны к слабому засолению в корнеобитаемом слое алыча и айва. Низкая солеустойчивость у других пород по нисходящей выглядит так: абрикос, вишня, яблоня, миндаль, персик, черешня (Черепяхин, Бабук, Карпенчук, 1991).

Показано, что влияние засоления почв на растения проявляется по-разному в зависимости от увлажнения, температурных условий, физических свойств почвы, обеспеченности элементами питания. В холодном климате растения переносят более высокие концентрации солей, чем в жарком. На тяжелых почвах они меньше страдают от засоления, чем на легких. Повышает солеустойчивость высокое содержание гумуса (Кирюшин, 1996). Вредное действие солей зависит и от глубины залегания соленосного слоя. Это отчетливо видно из данных таблицы 10.

Таблица 10 – Предельно допустимые концентрации сульфатов и хлоридов в почвах, отводимых под плодовые насаждения, мг-экв./100 г почвы (по Неговелову, Теренько)

Вредные соли	Глубина слоев почвы, см				Пригодность почв под плодовые насаждения
	0–100	100–160	160–200	200–300	
Сульфаты	2,0	2,0	2,0	2,0	Хорошие для всех плодовых культур
Хлориды	0,3	0,3	0,3	0,3	
Сульфаты	2,0	2,0	2,0	2,0–3,0	Удовлетворительные для всех пород
Хлориды	0,3	0,3	0,3	0,3–0,5	
Сульфаты	2,0	2,0–2,5	2,0–3,0	3,0–3,5	Удовлетворительные для косточковых пород, кроме черешни, неудовлетворительные для семечковых
Сульфаты	2,0	3,0	5,0	5,0	Непригодные для плодовых насаждений

Солонцеустойчивость растений. Это свойство растений означает, прежде всего, способность преодолевать неблагоприятные агрофизические свойства почв, обусловленные их

солонцеватостью. Солонцеватость связана с токсичностью карбонатов, бикарбонатов, гуматов натрия и магния и нарушением баланса катионов в растительных тканях вследствие понижения доступности для растений обменного кальция при высоком содержании обменного натрия.

В отрицательном влиянии солонцеватости и засоленности почв на растения имеются общие особенности, в частности ухудшение водного режима в связи со снижением содержания доступной почвенной влаги: в первом случае – вследствие удерживания ее высокодисперсными почвенными коллоидами, во втором – солями. Поэтому явления устойчивости растений к солонцеватости и засоленности почв в какой-то степени сближаются на основе устойчивости их к физиологической засухе (Кирюшин, 1996).

Накапливающаяся в солонцах сода вызывает гибель плодовых растений при содержании 0,005 %, если pH превышает 9,1–9,2.

Из плодовых культур устойчивой к солонцеватости оказалась только айва. Показано, например, что в Крыму на солонцах айва в возрасте до 15 лет вполне удовлетворительно растет и плодоносит (Неговелов, Вальков, 1985).

Отношение растений к карбонатности почв. С проблемой щелочности связана карбонатность почв, т. е. присутствие в профиле извести (CaCO_3) в количестве, большем 0,3–0,5 % (обнаруживается вскипанием от HCl). Отмечается, что на карбонатных почвах может появляться хлороз растений. И этому есть свое объяснение. Дело в том, что повышенное содержание CaCO_3 создает в почве условия, способствующие переходу ряда важных элементов питания (например, фосфора, железа) в труднорастворимое состояние. Более того, присутствие в питательной среде большого количества кальция вследствие антагонизма катионов затрудняет усвоение некоторых элементов питания, создавая их недостаток для растений. На фоне высокого количества CaCO_3 в почве проявляе-

нию и усилению интенсивности хлороза способствует (по Молчанову):

а) пониженная температура и повышенная влажность почвы и воздуха;

б) уплотнение почвы и подпочвы, ведущее к нарушению газообмена и аэрации и, как правило, затрудняющее рост активной части корневой системы;

в) наличие солонцеватости, содержание в почве и почвообразующей породе кроме CaCO_3 легкорастворимых солей;

г) близкое залегание уровня минерализованных грунтовых вод и колебание их зеркала.

Изучение роста и развития плодовых пород на высококарбонатных почвах показало, что они по-разному относятся к высокому содержанию извести в почве. По уменьшающейся степени устойчивости к извести их можно расположить следующим образом: косточковые – абрикос, слива, вишня, черешня; семечковые – яблоня, груша. Безусловно, совершенно не переносят свободную известь растения-кислолюбые (ацидофилы), такие как чайный куст, тунг, клюква, брусника, черноплодная рябина и др.

Показано, что разные сорта плодовых культур также неодинаково реагируют на карбонатность. Например, более чувствительными к повышенному содержанию CaCO_3 оказались сорта яблони Ренет Симиренко и Джонатан (Неговелов, Вальков, 1985).

Следует, однако, отметить, что в отношении содержания карбонатов в почве существует определенный порог, ниже которого неблагоприятные свойства карбонатности проявляются очень слабо (или вовсе не проявляются), а выше – негативность их резко возрастает. Этот порог определяют в весьма широких пределах – от 5 до 15 % CaCO_3 и более. Вместе с тем, при содержании извести выше 50 % известковый хлороз проявляется у всех многолетних культур (Кочкин, 1968; Неговелов, Вальков, 1985).

В заключение отметим, что оценочные шкалы существуют по многим показателям почвы. Ими следует пользо-

ваться при разработке эффективной системы мероприятий по ее окультуриванию как при выборе участков под сады, так и при дифференцировании приемов агротехники в существующих многолетних насаждениях.

6.2 Требования плодовых пород к почвам

Требования плодовых пород к внешним условиям часто различны. Главное, что определяет общность их отношения к условиям произрастания, следующее:

- произрастание на одном месте в течение многих лет;
- глубокое залегание основной части корней (до 6–15 м). Поэтому для плодовых растений необходимо создавать благоприятный водно-воздушный и питательный режим глубоких горизонтов почвы, что повышает засухо- и морозоустойчивость растений, обеспечивает стабильную и высокую урожайность.

Отмечают, что о пригодности почв под сад можно судить по спутникам плодовых культур, произрастающих на данном земельном массиве. Плодовые деревья, как правило, будут хорошо расти там, где растут дуб, ясень, клен, липа, береза, рябина, орешник, черемуха, дикие плодовые растения, бобовые и злаковые травы. О высоком плодородии почв свидетельствует наличие крапивы, таволги, мари, бузины корневищной (Куренной, Колтунов, Черепяхин, 1985).

Между тем в практическом плодоводстве получают распространение методы качественной агрономической оценки (бонитировка^{*}) почвогрунтов в количественных единицах. Одна из задач бонитировки – определение степени пригодности почв для основных групп плодовых пород. При этом урожай рассматривают как интегральный показатель воздействия факторов среды, включая почвенные условия. Коррелирующие с урожайностью внешние признаки деревьев (окружность штамба) и свойства почв становятся кри-

териями бонитировки, которые принимают за основу при составлении шкал.

С помощью бонитировочных исследований оценивают плодородие почв в сопоставимых баллах.

При хорошем уходе за насаждениями для их размещения пригодны многие типы почв (от подзолов до сероземов), если на состоянии растений не сказывается влияние высокой плотности, избыточного увлажнения, повышенного содержания нейтральных и щелочных солей, близкого залегания плотных почвообразующих пород и других отрицательных факторов.

Непригодны для плодовых культур – болотные, заболоченные, сильно слитые, каменистые почвы, солонцы, солончаки; малопригодны – дерново-сильнопodzolistые, влажно-луговые, обесструктуренные тяжелые суглинки и легкие глины, а также рыхлопесчаные и развеваемые пески (Черепанин, Бабук, Карпенчук, 1991).

При выборе почвогрунтов, для отдельных плодовых пород С. Ф. Неговелов, В. Ф. Вальков (1985) и другие ученые приводят их особенности.

Яблоня хорошо растет и плодоносит на высокоплодородных, глубоких, влагоемких почвах. Она плохо переносит переувлажнение почвы, близкое расположение к поверхности грунтовых вод. Лучшие по гранулометрическому составу почвы в условиях с коэффициентом увлажнения менее 1,0 – средне- и тяжелосуглинистые, а черноземы даже легкоглинистые, с содержанием физической глины от 30 до 65 %. В лесных почвах влажного климата оптимум сдвигается в сторону более легкого гранулометрического состава. Это легкие и средние суглинки с содержанием физической глины 25–45 %.

Важное требование предъявляет яблоня к плотности корнеобитаемого слоя. Лучшие условия создаются при плотности менее 1,35–1,40 г/см³.

Яблоня растет в широких пределах реакции среды: pH от 5,5 до 8,5, но экологический оптимум составляет 6,0–7,5. Крайне негативна высокая щелочность при pH более 8,6–8,7.

Негативно сказывается на росте и плодоношении яблони повышенная карбонатность, и сады не следует закладывать, если в корнеобитаемой толще наблюдаются горизонты с содержанием CaCO_3 более 12–15 % (элювий известковых пород, мергелистые глины и др.).

Яблоня неустойчива к солонцеватости и чувствительна к засолению почвы.

Примечательно, что яблоня на подвое М9 выносит более высокий уровень грунтовых вод. Подвой МЗ устойчив к несколько засоленным и уплотненным почвам и является лучшим для орошаемых участков.

Груша. Ее требования к почвам почти такие же, как и яблони. На экологические особенности влияют подвой. Груша, привитая на груше, чувствительна к засолению и не переносит близкого уровня грунтовых вод. Но если груша привита на айве, то она может успешно расти и на слабозасоленных почвах с близким уровнем грунтовых вод. Груша на айве удастся также и на уплотненных почвах, чего нельзя сказать о груше, привитой на груше.

Груша хорошо растет в пределах pH от 5,0 до 8,5. В кислых условиях она менее устойчива к неблагоприятным факторам, хуже приживается, уменьшает рост надземной части и корневой системы. При pH менее 5,0 почвы нуждаются в известковании.

Айва – при достаточном увлажнении пригодны многие типы почв. Лимитирующие факторы – высокая карбонатность (более 6–8 %), недостаток гумуса (менее 1,5 %), легкие супеси и тяжелые почвы. Устойчива к некоторому засолению и солонцеватости.

Слива и вишня. Для этих культур необходима меньшая мощность корнеобитаемой толщи, чем для яблони и груши. Она составляет для умеренно сухих условий черноземов и коричневых почв около 200 см, а для влажных серых и бурых лесных почв, желтоземов и красноземов на равнинных участках 80–100 см, на дренированных склонах достаточно 40–

60 см. Слива и вишня более чувствительны к кислым условиям, оптимум pH начинается от 6,5. Эти культуры переносят высокое содержание карбонатов, если почвы имеют достаточную мощность и хорошее гумусовое содержание.

Особенностью сливы является меньшая чувствительность к уплотнению почвы, чем у всех плодовых культур. Хорошее развитие деревьев наблюдается при уплотнении корнеобитаемой толщи 1,40–1,50 г/см³.

Черешня отличается высокой требовательностью к почвам, приближающейся к требованиям семечковых пород. Здесь характерно общее правило: почвы, пригодные под яблоню и грушу, вполне пригодны и для черешни, или же почвы, непригодные под семечковые породы, вряд ли могут быть использованы для черешни. Но есть и некоторые особенности. Прежде всего, черешня требует очень рыхлых почв: лучшая плотность для нее 1,25–1,35 г/см³. Другими словами из всех плодовых самые рыхлые почвы следует выделять для черешни. Более того, черешня не реагирует отрицательно на легкий гранулометрический состав и хорошо плодоносит даже на супесчаных почвах. Однако для нее неблагоприятны тяжело-суглинистые и глинистые почвы, отличающиеся бесструктурностью, и склонные к заплыванию. Резко снижается урожайность на слитых почвах, особенно при расположении их на выровненных участках без достаточного естественного дренажа.

Почвы тяжелого гранулометрического состава, но обладающие рыхлостью и структурностью, весьма благоприятны для черешни: черноземы типичные и выщелоченные. Особенно хорошие условия черешня находит на суглинистых почвах речных долин (лугово-черноземные, аллювиально-луговые) при оптимальном залегании уровня грунтовых вод.

На экологическую приспособляемость черешни оказывает влияние подвой. Черешня в засушливых районах на незасолённых почвах хорошо удаётся на антипке, а на почвах влажных и несколько уплотнённых – на местных диких фор-

мах черешни. Черешня может переносить некоторое уплотнение, если она привита на вишне.

Персик произрастает на почвах от супесчаных до тяжелосуглинистых. Противопоказаны высокое содержание в пахотном слое карбонатов (более 6 %) и недостаток гумуса (менее 2 %). Чувствителен к засолению и солонцеватости.

Показана положительная роль подвоя в повышении устойчивости растений к неблагоприятным почвенным условиям.

Определено, что на почвах тяжелосуглинистых в качестве подвоя для персика лучше использовать алычу, а на сухих скелетных почвах – горький миндаль.

Абрикос хорошо растет на рыхлых, дренированных почвах. Допустимая плотность почвы не выше $1,3 \text{ г/см}^3$. Оптимальная мощность почвы и почвообразующей породы в умеренно сухих условиях для абрикоса около 200 см, в умеренно влажных – около 80 см. Эта толща должна обладать теми же экологическими особенностями, которые отмечены для яблони. Однако абрикос не чувствителен к высокой карбонатности. На почвах Крыма с содержанием извести до 50 % сады абрикоса развиваются нормально. Вместе с тем, в соответствии с рекомендациями, подбор условий обитания для абрикоса должен проводиться в первую очередь по климату и микроклимату.

Грецкий орех лучшие условия находит на глубоких и плодородных почвах, на которых развивает мощную корневую систему. Например, на выщелоченных черноземах Кубани в корневой системе грецкого ореха количественно преобладают вертикальные корни, расположенные в радиусе 150–200 см от ствола и проникают на глубину 380–400 см.

Основная масса горизонтальных корней в слое до 80 см проникает на глубину 160–180 см (Тхагушев, Хлопенкова, 1975). Обычно необходимая корнеобитаемая толща без негативных показателей на черноземах и коричневых почвах составляет 150–200 см.

Указано также, что грецкий орех может произрастать и на бедных почвах.

Во всех случаях лучшим гранулометрическим составом является суглинистый, а у черноземов и коричневых почв также и тяжелосуглинистый и легкоголинистый. Рыхлость профиля – обязательное условие. Оптимум уплотнения составляет 1,35–1,45 г/см³. Слитость – явление негативное для грецкого ореха. Оглеение, временное переувлажнение почв, близкие грунтовые воды угнетают деревья и приводят к преждевременной гибели. Критический уровень грунтовых минерализованных вод – 2,0 м.

Растет грецкий орех в широком диапазоне pH: от 5,6 до 8,6. Однако большей частью его посадки встречаются на нейтральных и слабощелочных почвах. Орех мирится с умеренной карбонатностью (с содержанием CaCO₃ менее 8–10 %). Неустойчив грецкий орех к засолению и солонцеватости.

Фундук – растение неприхотливое и может расти на самых разнообразных почвах, даже на маломощных и сильноосмытых. Конечно же, лучшие полноразвитые почвы более благоприятны, но тот факт, что фундук успешно растет на почвах малоценных для других культур, должен учитываться при качественной оценке земельного фонда. Поэтому для фундука рациональнее использовать смытые малоценные почвы разной степени скелетности и гранулометрического состава, расположенные большей частью на склонах. Почвы могут быть и кислыми и щелочными, но не избыточно увлажненными, так как заболачивание фундук переносит очень плохо.

Смородина черная относится к влаголюбивым растениям. Требовательна к плодородию почв.

Крыжовник имеет корневую систему глубиной до 1,5 м. Относительно засухоустойчив. Предпочитает почвы богатые элементами питания.

Малина хорошо растет и плодоносит на почвах, обеспеченных влагой и элементами питания.

Земляника при неглубокой корневой системе требовательна к влаге, нуждается в достаточном запасе перегноя и элементов питания в почве.

6.3 Охрана почв в многолетних насаждениях

Многолетняя культура плодовых растений на одном месте оказывает на почву длительное комплексное воздействие, которое вызывает эрозию; загрязнение почвенной среды пестицидами; ухудшение физических и агрохимических свойств почвы в результате ее интенсивной обработки; уплотнение от многократного движения по междурядьям тяжелых обрабатывающих агрегатов.

Предупреждение и устранение последствий отрицательного воздействия на почву требует планирования и выполнения комплекса почвоохранных мероприятий.

В частности, для сохранения почвы от водной эрозии в промышленных садах на склонах, имеющих уклон от 15–17 до 23–25°, проводят террасирование. Преимущество террасирования заключается в том, что оно позволяет использовать под насаждения непригодные для возделывания склоны. На террасах уменьшается или полностью устраняется смыв почвы, улучшается водный, температурный и пищевой режимы.

Предпосадочную вспашку целесообразно проводить поперек склона, а на сильно эродированных участках – через каждые 25–30 м оставлять не вспаханными узкие полосы шириной 30 см. При размещении садов на склонах регулируют густоту размещения деревьев. На пологих участках и в нижней части покатых склонов деревья размещают в ряду реже, чем в средней и верхней частях.

В почвозащитной агротехнике важное место отводят системе содержания почвы. В садах промышленного типа почвозащитную функцию выполняет дерново-перегнойная система.

Предотвращая загрязнение почвы минеральными солями, используют воду с содержанием солей 1–3 г/л, из которых

на долю натрия приходится не более 65 %. Для предупреждения вторичного засоления уровень минерализованных грунтовых вод поддерживают на допустимой глубине с помощью водопонижающей дренажной системы; при избытке натрия применяют гипсование, а затем – промывные поливы. На почвах, подверженных засолению и водной эрозии, дождевальными аппаратами с высокой интенсивностью дождя не используют.

Бессменное возделывание одних и тех же культур на одном месте может привести к накоплению в почве токсичных веществ, выделяемых растениями, микроорганизмами, грибами, бактериями. Это явление получило название **почвоутомления**. Правильное чередование культур – надежное средство в борьбе с почвоутомлением (Филатов, Баздырев, Объедков и др., 1999).

Основой рациональной системы удобрений плодовых насаждений должно быть применение органических, в том числе зеленых, удобрений в сочетании с минеральными удобрениями.

Защита почвы от загрязнения пестицидами и гербицидами достигается применением более устойчивых к болезням и вредителям сортов; интегрированной системы защиты растений, предусматривающей широкое использование агротехнических и биологических методов в сочетании с минимально допустимым количеством химических обработок.

7.1 Значение рельефа в перераспределении агроклиматических ресурсов

В горах на больших высотах для растений создается весьма своеобразный комплекс экологических условий.

Показано, например, что повышение уровня местности на каждые 100 м сопровождается уменьшением температуры воздуха примерно на 0,5 °С.

С увеличением высоты местности теплообеспеченность территории уменьшается. На высотах 860–1620 м над уровнем моря сумма эффективных температур сокращается на 170–200 °С на 100 м подъема, а на высотах 1620–2100 м на 50–70 °С. Разным высотам свойственно различное (уменьшающееся с высотой) количество дней с уровнем среднесуточных температур 15 °С и больше. Период времени с такими температурами считается периодом интенсивной вегетации плодовых растений (Семенов, 1987).

Другие характерные черты высокогорных условий – ночные заморозки, действующие на растения в некоторых горных районах в течение большей части вегетации, значительно укороченный безморозный период, сильные ветры. Изменяется также и инсоляция.

Приход солнечной радиации в горах увеличен отчасти в связи с некоторой разреженностью атмосферы, но главным образом из-за ее большой прозрачности. Ультрафиолетовая радиация здесь значительно сильнее, чем на равнинах. На больших высотах снижено содержание углекислоты в воздухе. Например, на Памире на высоте 3800 м концентрация CO_2 всего 0,012–0,020 %.

Что же касается режима увлажнения в высокогорьях, то он складывается по-разному в зависимости от общеклиматического фона местности: есть горные районы гумидного характера (Альпы, Западный Кавказ, Карпаты) и высокогорья, где растения живут в условиях большой сухости (области «холодных пустынь» на Памире, Тянь-Шане и в других азиатских горных массивах). Вместе с тем, как правило, верхняя часть склона наиболее сухая, а нижняя – самая влажная.

Наряду с высотой над уровнем моря на перераспределение элементов климата сильное воздействие оказывают **экспозиция и крутизна склонов**. Известно, что на склонах юж-

ной экспозиции угол падения солнечных лучей ближе к прямому, чем на горизонтальной поверхности. Склоны же северной экспозиции получают прямые лучи под очень острыми углами («скользящие лучи»), а при большой крутизне в дневные часы довольствуются лишь рассеянной радиацией. Отмечено, что различие между солнечной радиацией, поступающей на южные и северные пологие склоны, весной составляет 20–30 %, а осенью – 35–40 %. Отсюда существенная разница в прогревании воздуха и почвы, режиме увлажнения (в частности, скорости снеготаяния и иссушения почвы) и других элементах микроклимата. В частности, по имеющимся данным, северные склоны всегда более влажны, чем южные. Нередко при переходе с северного склона на южный условия так резко отличаются, как будто расстояние составляет несколько сот километров к югу в широтном направлении.

Сумма температур на пологих южных склонах за период вегетации на 120° , а на крутых на $300\text{--}350^{\circ}$ больше, чем на ровных местах.

Примечательно, что для южного склона при большем притоке тепла характерна и повышенная амплитуда суточных температур (Горышина, 1979; Черепакхин, Бабук, Карпенчук, 1991).

Северные склоны получают меньше тепла, на них медленнее тает снег и образуются слабые потоки вешних вод. На склонах южной экспозиции эти явления выражены более контрастно. Выпадающие на водораздельных выровненных участках осадки в основном впитываются в почву. Со склонов же значительная их часть стекает в понижения, вызывая эрозионные процессы, переувлажнение и заболачивание пониженных участков.

В нижней части склонов и в долинах более плодородна и увлажнена наносная почва. Однако она нередко засолена.

В степных и засушливых районах на почвообразование существенное влияние оказывает и микрорельеф. В западинках и степных блюдцах накапливается излишняя влага, что

может сопровождаться, например, развитием в почвах оглеения или засоления. Это приводит к тому, что на весьма ограниченной территории при одинаковых климатических условиях формируются в совокупности различные почвы. Последнее обуславливает так называемую комплексность почвенного покрова (Филатов, Баздырев, Объедков и др., 1999).

7.2 Влияние рельефа на растения

Особенности рельефа отражаются на всех сторонах жизнедеятельности растений – строении, физиологии, сезонном развитии.

В частности, для высокогорных растений характерен приземистый рост. Отмечено, например, что деревья яблони на семенных подвоях на высоте 520 м над уровнем моря превосходят по размерам деревья, произрастающие на более высоких отметках, и имеют большее количество основных ветвей (Семенов, 1987).

Низкорослость высокогорных растений, по-видимому, связана как с адаптацией к низким температурам, так и с формообразующим действием радиации, богатой коротковолновой частью спектра, которая тормозит ростовые процессы.

В анатомическом строении высокогорных растений есть ряд черт, которые отчасти способствуют защите от избыточной радиации, отчасти связаны с особенностями водного режима и некоторых сторон обмена веществ в высокогорьях: утолщение покровных тканей, опушение, усиленное развитие механических тканей, придающих устойчивость к сильным ветрам, и т. д. Однако в горах довольно обычны растения с листьями, лишенными опушения и воскового налета. С увеличением высоты местности, как правило, уменьшаются размеры клеток и возрастает плотность тканей, увеличивается число устьиц на единицу поверхности листа и уменьшаются их размеры; иными словами, наблюдаются изменения в сторону ксероморфоза. Особенно четко они выражены у растений,

растущих на склонах. Напротив, у растений обитающих вблизи источников увлажнения, листья крупнее, а ксероморфные черты выражены гораздо слабее.

Низкие температуры и сильная освещенность способствуют образованию больших количеств антоциана. Отсюда — глубокие, насыщенные тона окраски цветков и плодов.

Основные физиологические процессы у растений в высокогорных условиях характеризуются повышенной интенсивностью.

Так, по мере поднятия в горы прослеживается тенденция к увеличению фотосинтеза.

Влияние низких температур сказывается на характере накопления продуктов фотосинтеза: увеличивается содержание сахаров, играющих большую роль в холодостойкости растений. Особенно возрастает оно к осени, перед наступлением морозов.

На больших высотах в растениях увеличивается концентрация важных для метаболизма веществ (например, аскорбиновой и других органических кислот), а также ароматических соединений и т. д. Недаром ценятся питательные и вкусовые свойства плодов, полученных в горных условиях. Во многих исследованиях на больших высотах отмечено усиление дыхания растений.

В целом сопоставление основных физиологических показателей у горных и равнинных популяций показывает, что на больших высотах жизнедеятельность растений значительно интенсивнее. Очевидно, эволюция высокогорных растений шла в направлении наиболее полного использования всех возможностей короткого и холодного вегетационного периода (Горышина, 1979).

Существенно изменяется при поднятии в горы сезонное развитие плодовых растений. Это хорошо иллюстрируют результаты фенологических наблюдений, проведенных в один день по вертикальному профилю: Невинномыск (330 м) — Черкесск (540 м) — Карачаевск (860 м) — Теберда (1330 м) —

Домбай (1620 м). Местоположения точек наблюдений приурочены к долинам Кубани и Теберды (таблица 11).

Чем выше, тем позже у растений одного и того же вида начинается весеннее развитие. Отмечено также, что различия во времени созревания плодов по указанному высотному профилю достигают 32 дней: с поднятием в горы на 100 м созревание плодов яблони запаздывает примерно на 3 дня. На отметках 1300–1350 м съемная зрелость осеннего сорта Пармен зимний золотой наступает около 10 октября, т. е. в те же сроки, когда в предгорьях созревают зимние сорта яблони.

Таблица 11 – Фенологические фазы плодовых деревьев на разных высотах (по Семенову)

Высота местности, м	Порода, сорт	Фенологическая фаза
1	2	3
330	Абрикос Краснощекий	Конец цветения
	Алыча	Конец цветения
	Вишня	Конец массового цветения
	Слива Венгерка домашняя	Конец массового цветения
	Груша Любимица Клаппа	Начало цветения
	Яблоня	Розовый конус
540	Абрикос Краснощекий	Конец массового цветения
	Алыча	Конец массового цветения
	Вишня	Середина массового цветения
	Слива Венгерка домашняя	Массовое цветение
	Груша Любимица Клаппа	Начало цветения
	Яблоня Пармен зимний золотой	Обособление бутонов
	Орех грецкий	Распускание почек
860	Абрикос Краснощекий	Массовое цветение
	Алыча	Массовое цветение
	Слива Венгерка домашняя	Начало массового цветения
	Груша Любимица Клаппа	Начало цветения

Продолжение таблицы 11

1	2	3
	Яблоня Пармен зимний золотой	Обособление бутонов
	Орех грецкий	Зеленый конус
1330	Абрикос Краснощекий	Начало цветения
	Алыча	Начало цветения
	Вишня	Начало цветения
	Слива Венгерка домашняя	Обособление бутонов
	Груша Любимица Клаппа	Зеленый конус
	Яблоня Пармен зимний золотой	Набухание почек
	Орех грецкий	Набухание почек
1620	Яблоня (сорта разного срока созревания)	Вегетация не началась

Созревание летних сортов в этих же высотных обитаниях отмечено в конце августа – начале сентября, когда на отметках 300–450 м снимают урожай плодов яблони осенних сроков созревания. На всех высотных уровнях листопад завершается в конце октября – начале ноября, при этом несколько раньше на высоте 1620 м.

Таким образом, с увеличением высоты местности сокращается период вегетации.

На Северном Кавказе самый продолжительный вегетационный период зафиксирован в предгорной части, где он равен 204–210 дням. В горах на высоте 1330 м вегетационный период составляет 186 дней, а на высоте 1620 м – 178 дней. По данным наблюдений на отметках 1300–1350 м, плоды зимних сортов яблони типа Ренет Симиренко в некоторые годы не вызревают. Поэтому сокращение вегетационного периода по мере увеличения высоты местности определяет возможность вызревания плодов, а следовательно, перспективность возделывания того или иного сорта определенной плодовой культуры.

По мере продвижения в горы уменьшаются размеры плодовых деревьев, замедляется их рост, снижается продуктивность. Разным высотным уровням свойственны опреде-

ленный облик и своеобразная структура крон деревьев яблони. В нижней части вертикального профиля основная масса генеративных образований расположена ближе к периферии кроны. Здесь же имеет место более раннее старение деревьев, проявляющееся в оголении и отмирании основных ветвей и более раннем, чем в горах, отмирании генеративных органов.

Высота места произрастания оказывает влияние и на качество урожая. В условиях Северного Кавказа высокое качество имели плоды яблони позднего срока созревания на высотах 540–860 м. В интервале высот 1000–1600 м над уровнем моря в плодах яблони снижается содержание сухих веществ и сахара, но повышается кислотность и содержание витамина Р (Семенов, 1987).

Разные виды растений неодинаково относятся к высотной зональности. Одни имеют широкий высотный диапазон и растут в разных поясах, но при этом у них сильно изменяются внешний облик и основные стороны жизнедеятельности.

Другие виды распространены в ограниченных пределах нескольких или одного (иногда довольно узкого) высотного пояса и исчезают при переходе в соседние, сменяясь замещающими видами (Горышина, 1979).

Верхняя граница распространения плодовых культур достигает наивысших значений в горах Тибета, где на высоте 3930 м над уровнем моря выращивают яблоню и сливу, а на высоте 3600 м растут абрикосы, персики, орех грецкий.

Вертикальные границы для плодовых растений в Горно-Бадахшанской области (Таджикистан) находятся на следующих уровнях: тутовое дерево и абрикос – 3000 м, яблоня и черешня – 2800 м, груша и орех грецкий – 2700 м, виноград – 2300 м.

Высотная граница плодовых растений на Кавказе лежит несколько ниже. До 2000 м в Закавказье поднимаются алыча выше 2100 м – мичуринские и местные сорта яблони. На уровне 1672 м в Верхней Сванетии отмечен орех грецкий. Персик в Грузии распространен до высоты 1100 м, а инжир и

гранат – до 450–900 м. Участки произрастания винограда в Грузии находятся выше 1500 м над уровнем моря.

В районах Западного Кавказа яблоня, слива, вишня, произрастают на высотах до 1620 м над уровнем моря; груша – 1330 м (в потребительских садах в Теберде). Орех грецкий встречается от берега Черного моря до высоты 1300–1350 м (урочище Грушевая поляна – Адлерский район и в Теберде). Земляника, малина, смородина (черная и красная) встречаются в потребительских садах на высоте до 1500–1600 м. Вертикальный предел распространения диких плодовых проходит более высоко. Лещина в виде подлеска растет на высотах, превышающих 2000 м. Ареал яблони восточной простирается до высоты 1900–2000 м (бассейн р. Теберды), т. е. на 480 м выше плодового сада в Домбае. Высотная граница груши кавказской более ограничена – 1750 м. Другие дикие плодовые отмечены на высотах: алыча – 1650 м, черешня – 1500 м, кизил – 1250 м. Более высок вертикальный предел распространения ягодных растений (черника). В бассейне р. Теберды этот вид встречается на высоте 2500 м над уровнем моря. Малина и ежевика в этом же районе растут на высоте 1950–2000 м.

В верховьях Лабы на высоте 1100 м встречается смородина, а выше – малина (1800 м). В западной части высокогорий Кавказа (севернее плато Лагонаки) ягодные растения на таких высотах не обнаружены. Малина, смородина черная и красная здесь не поднимаются выше 1200–1250 м над уровнем моря. Несколько ниже Камышановой Поляны произрастают дикая черешня, рябина, алыча, а также плодоносящие сеянцы яблони (Семенов, 1987).

Условия для жизни растений в горах в большей мере определяются не только высотой, но и экспозицией склонов. Поэтому на склонах разной экспозиции заметно различается состав растительности, облик и состояние растений. Известно, что на южных склонах граница древесной растительности поднимается гораздо выше, чем на северных. В целом грани-

цы всех зон сдвигаются кверху, а в составе растительных группировок преобладают более южные и теплолюбивые элементы. Различны в зависимости от экспозиции и морфобиологические особенности, а также скорость развития растений одного и того же вида: на южных склонах она, как правило, выше, чем на северных (Горышина, 1979; Кирюшин, 1998).

Влияние различной экспозиции отражается на составе растительности не только в случае крупных элементов рельефа; оно хорошо заметно и на небольших холмах, повышениях, валунах.

Влияние крутизны склона на условия жизни растений сказывается главным образом через особенности почвенной среды, водного и температурного режимов. Сильный сток воды и смыв почвы с крутых склонов создают трудные условия для возделывания плодовых культур. Таким образом, в горных странах с весьма сложным рельефом складывается очень сложное переплетение влияний – широтных факторов, вертикальной зональности, различий экспозиции склонов, их крутизны, степени изрезанности, а также особенностей почвенно-грунтовых условий, водного режима и т. д. Их необходимо учитывать в горном плодоводстве для оптимального размещения садов на склонах.