

УДК 634.11:631.559

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ И СТРУКТУРЫ ПРИРОСТА ФИТОМАССЫ ДЕРЕВЬЕВ ЯБЛОНИ В ИНТЕНСИВНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ

А.Р. РАСУЛОВ, П.Г. ЛУЧКОВ

(Кабардино-Балкарская ГСХИ)

Предложен метод определения биологической продуктивности и структуры прироста фитомассы дерева яблони, разработанный авторами. Метод основан на тесной зависимости массы ветви от ее толщины (площади поперечного сечения), а также массы надземной части дерева от площади поперечного сечения штамба. На основании исследований составлены уравнения регрессии для определения массы дерева у ряда сортов.

По указанному методу рассчитаны биологическая продуктивность и структура прироста фитомассы 14-летних деревьев яблони иммунных к парше сортов на подвое ММ106 в зависимости от нагрузки их урожаем. Приведены полученные результаты.

Изучение биологической продуктивности необходимо при определении доли урожая в природе фитомассы дерева за год для разных сортов, сортоподвойных комбинаций, площадей питания, применяемых удобрений и других условий, а также при оценке потенциальной продуктивности и расчетов коэффициента использования насаждением солнечной энергии.

Известно, что годичный прирост надземной массы дерева определяется по разности между массой дерева в текущем и предшествующем годах. Однако до настоящего времени отсутствует достаточно точный и вместе с тем простой метод измерения массы целого дерева в естественном его состоянии. Для данной цели предложено несколько эмпирических формул, основанных на обнаруженных взаимосвязях между массой дерева и другими показателями, поддающимися простому измерению [8, 14]. П.Е. Шумило [14] нашел тесную криволинейную корреляцию между диаметром ствола и массой надземной части для деревьев в возрасте 4—7 лет и составил уравнение регрессии, с помощью которого можно вычислить массу дерева по диаметру его штамба. Однако функция криволинейной связи не позволяет экстраполировать данные этого уравнения за пределы указанного возраста (4—7 лет). Если одна из величин имеет линейные параметры (диаметр штамба), а другая (масса) связана с объемом, то всегда имеет место криволинейная функция [10]. Тем не менее на определенном отрезке графика связь может быть и прямолиней-

ной, особенно если вместо диаметра штамба взять площадь поперечного сечения. Это существенно расширяет возможности применения данного метода.

Указанные уравнения позволяют определить истинный прирост фитомассы в целом. Между тем желательно знать не только общую массу дерева, но и долю непродуктивных и продуктивных элементов древесины в кроне, поскольку увеличение отношения последних свидетельствует о нерациональном использовании продуктов фотосинтеза [1, 8]. К непродуктивным элементам относятся ствол, многолетняя древесина скелетных ветвей, к продуктивным — обрастающие ветви диаметром менее 2 см [8]. В высокопродуктивных насаждениях масса полускелетных ветвей 5—6-летнего возраста должна составлять 22—24 т/га в пересчете на сухое вещество [7]. Она продуцирует за вегетацию примерно такую же массу сухого вещества, половина которой приходится на долю плодов, а другая — на долю побегов. В интенсивных насаждениях яблони почти все генеративные образования и плоды расположены на ветвях не старше 4 лет [2, 10].

Эти сведения говорят о необходимости изучения и учета не только общего прироста древесины кроны, но и структуры составляющих ее элементов: общей массы древесины кроны, ее прироста за год, массы 5—6-летних полускелетных ветвей и продуктивных элементов древесины диаметром менее 20 мм и др.

Ранее нами была выявлена тесная связь между поперечным сечением ветви и листовой повер-

хностью на ней ($r = 0,95 \pm 0,98$) и составлены для ряда сортов яблони уравнения регрессии, с помощью которых можно определять общую листовую поверхность 5—6-летних деревьев, измерив лишь поперечное сечение ветвей 1-го порядка [5, 6]. Этот принцип положен и в основу предлагаемого ниже метода.

Целью данной работы является установление взаимосвязи между толщиной и массой ветви и на этой основе разработка способа определения массы надземной части дерева и составляющих ее структурных элементов в естественных условиях. При этом мы исходили из очевидного факта, что дерево состоит из ствола (штамба), центрального проводника и отходящих от него ветвей 1-го порядка, а также побега продолжения. Следовательно, чтобы знать массу дерева, необходимо определить в отдельности массу ствола, включая центральный проводник, и массу ветвей 1-го порядка, а затем полученные числа сложить.

Методика

Исследования проводили в 1996—1997 гг. в экспериментальном хозяйстве по садоводству «Аушигер» Кабардино-Балкарской республики. Определение массы ветвей 1-го порядка предлагаем проводить корреляционно-регрессионным методом [3]. Для этого на учетном дереве перед началом вегетации измеряем толщину (обхват) ветвей 1-го порядка вблизи места отхождения их от ствола и вычисляем площадь их поперечного сечения (место изме-

рения отмечаем краской, чтобы промеры провести и осенью). Сложив площади сечений всех ветвей данного дерева и поделив на число ветвей, получаем среднюю толщину ветви. Подставив полученные значения в уравнение регрессии, находим массу средней ветви, а умножив ее на число ветвей, узнаем массу древесины всех ветвей дерева.

Чтобы рассчитать коэффициент корреляции и составить уравнение регрессии, мы использовали ветви, которые вырезают в период обрезки сада, при прореживании и снижении кроны. Отбираем не менее 8—10 ветвей каждого сорта, в числе которых должно быть не только типично средние, но и отличающиеся от средних, в том числе и центральные проводники. Взвесив каждую из них тут же в саду и измерив толщину, получаем необходимые для уравнения регрессии данные.

Одновременно на тех же ветвях можно определить массу скелетной (непродуктивной) части и массу обрастающих ветвей диаметром менее 20 мм, для чего с искомой ветви после взвешивания срезаем секатором и удаляем ее части диаметром меньше 2 см. Затем ветвь снова взвешиваем и находим массу непродуктивной древесины. А по разности между общей массой ветви и массой непродуктивной части рассчитываем массу продуктивной древесины.

Результаты

Из рис. 1 следует, что имеется тесная зависимость массы разновозрастных ветвей яблони сорта

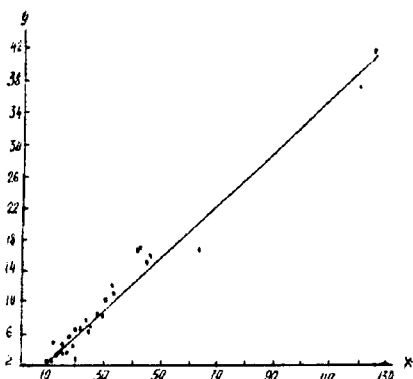


Рис. 1. Зависимость массы сырой древесины ветвей яблони сорта Деллишес (Y , кг) от площади поперечного сечения (x , см²) в нижней части ветви
 $Y = 0,33x - 0,80$; $b_{yx} = 0,33 \pm 0,01$;
 $r = 0,989 \pm 0,06$.

Деллишес от толщины (поперечного сечения) ветви ($r \pm S_r = 0,989 \pm 0,06$ при высокой степени достоверности — $t_{\text{факт}} = 33,0$ при $t_{01} = 2,79$). По этим данным составлено уравнение регрессии $Y = 0,33x - 0,80$. Оно имеет прямолинейную функцию и показывает, что увеличение поперечного сечения ветви на определенную величину сопровождается соответствующим возрастанием массы ветви на известную величину. В данном случае у яблони сорта Деллишес увеличение поперечного сечения любой ветви на 1 см² вызывает возрастание ее массы на 0,33 кг.

Расчитанная по указанному уравнению масса отдельно взятых ветвей, за исключением некоторых, существенно не отличается от фактической, а среднее значение для всех 24 ветвей, полученное расчетным путем, практически совпадает с фактическим (соответственно 11,01 и 11,00 кг).

Это говорит о том, что при измерении массы дерева, состоящего обычно из 6—7 скелетных (полускелетных) ветвей, погрешности в определении массы отдельных ветвей в значительной мере будут взаимно погашаться и точность повышаться.

Подобные измерения и расчеты проведены и для сортов Голден делишес, Акане и Прима. Как видно из табл. 1, получена высокая степень взаимосвязи между анализируемыми параметрами у этих сортов.

Представляет интерес совместный анализ ветвей всех сортов, чтобы использовать полученное общее уравнение регрессии для любого сорта; в данном случае оно опирается на 74 пары наблюдений и имеет вид $Y = 0,36x - 0,89$ (табл. 1). Так, проведем расчет массы произвольно взятых 7 ветвей сорта Деллишес. Среднее поперечное сечение — 35,53 см², их фактическая средняя масса 12,17 кг, расчетная масса по уравнению $Y = 0,36x - 0,9$ равна 11,90 кг, а общая масса — соответственно 85,2 и 83,3 кг (разница 2,2%).

Таким образом, выявлена тесная связь между площадью поперечного сечения ветви яблони и ее общей массой, что дает возможность определять по уравнению регрессии массу ветвей, следовательно, и всего дерева, измерив лишь поперечное сечение ветвей.

Массу ствола определяем по его объему (V), а последний — как объем цилиндра из соотношения

$$V = H \frac{S_1 + S_2}{2},$$

Корреляция между поперечным сечением ветви (x , см²) и массой ее сырой древесины (Y , кг) у разных сортов яблони

Сорт, возраст, подвой	Порядок ветвления	Количество ветвей в учете	Диаметр ветви, мм	Поперечное сечение ветви, см ²	Масса сырой древесины ветви, кг	$r \pm S_r$	Уравнение регрессии
Голден делишес, 16 лет, М9	1-й	18	59,6	28,12	10,54	$0,87 \pm 0,12$	$y = 0,41x - 0,12$
Акане, 16 лет, М9	1-й	22	60,0	28,47	10,35	$0,97 \pm 0,05$	$y = 0,50x - 3,7$
Прима, 16 лет, М9	1-й	10	61,2	29,76	8,85	$0,97 \pm 0,09$	$y = 0,41x - 3,35$
Делишес, 27 лет, М2	1-й и 2-й	9	97,5	74,74	27,91	$0,92 \pm 0,15$	$y = 0,38x - 0,5$
Тоже	3-й	11	59,4	27,84	7,80	$0,85 \pm 0,11$	$y = 0,38x - 2,8$
» »	3-й	11	42,1	13,90	3,35	$0,89 \pm 0,15$	$y = 0,35x - 1,5$
» »	Все ветви	24	67,1	35,77	11,00	$0,99 \pm 0,06$	$y = 0,33x - 0,80$
По 4 сортам		74	62,3	30,65	10,17	$0,94 \pm 0,04$	$y = 0,36x - 0,89$

где H — высота данного участка ствола, см; S_1 и S_2 — площади поперечного сечения (см²) соответственно у поверхности почвы и верхней части ствола. Измеряем в указанных местах длину окружности (l) или диаметр (D), вычисляем поперечное сечение по формулам $S = l^2/4\pi$, или $S = \pi D^2/4$.

Массу ствола (M) рассчитываем по формуле $M = V \cdot 1,06$, где коэффициент 1,06 — объемная масса сырой древесины яблони (г/см³) (по нашим данным). Его определяют следующим образом. В период обрезки сада выпиливают отрезок ветви длиной 10—15 см в форме цилиндрика, взвешивают, измеряют длину и диаметр у обоих концов, а затем вычисляют объем. Разделив массу (в г) на объем (в см³), получают искомый коэффициент. Так, перед началом вегетации у сорта Акане отрезок ветви длиной 10,4 см при среднем

диаметре 58,9 мм имел массу 290,5 г. Объем равен

$$V = \frac{3,14 \cdot 58,9^2}{4} \cdot 10,4 = 283,23 \text{ см}^3.$$

Коэффициент объемной массы составит $290,5 \text{ г} : 283,23 = 1,026 \text{ г/см}^3$.

Другой пример. После окончания вегетации определили объемную массу 8-летней ветви яблони сорта Голден делишес. В нижней части ветви диаметром 64,2 мм коэффициент составил 1,02, а по длине всей ветви при измерении в 6 точках — в среднем $1,08 \pm 0,02$, коэффициент вариации 4,0%.

Приводим расчет массы дерева, например, сорта Прима в возрасте 16 лет на подвое М9. Всего на дереве 6 ветвей 1-го порядка включая и центральный проводник. Суммарная площадь поперечного сечения ветвей равна $212,3 \text{ см}^2$, а средняя из 6 ветвей —

35,4 см². Подставив это значение в уравнение $Y = 0,36x - 0,9$, находим массу средней ветви: $Y = 0,36 \cdot 35,4 - 0,9 = 11,8$ кг. Умножив полученное число на 6 (число ветвей), определим общую их массу: $11,8 \cdot 6 = 70,8$ кг. Фактическая масса при непосредственном взвешивании ветвей составила 71,3 кг. Как видим, разница между расчетной и фактической массой незначительная.

Далее определяем массу ствола через его объем, измерив его высоту (H) и длину окружности (l) в 2—3 местах. У данного дерева ствол состоял из двух частей:

1) $H_1 = 116$ см, $l_1 =$ в среднем 43,25 см, S_1 (поперечное сечение) = 148,93 см²;

2) $H_2 = 65,5$ см, $l_2 = 26,2$ см, $S_2 = 54,65$ см².

Объем частей ствола равен $V_1 = 116$ см · 148,93 см² = 17275,9 см³; $V_2 = 65,5 \cdot 54,65 = 3579,6$ см³. Массу ствола получаем, перемножив объем на коэффициент 1,06. $M_1 = 17275,9 \cdot 1,06 = 18312,4$ г = 18,31 кг. $M_2 = 3279,6 \cdot 1,06 = 3794,4$ г = 3,79 кг.

Общая масса ствола: 18,31 кг + 3,79 кг = 22,10 кг. Фактическая масса ствола, полученная после распиливания и взвешивания, составила 24,2 кг, т.е. разница всего 2,1 кг.

Расчетная масса целого дерева складывается из массы ствола и массы ветвей: $M = 22,1$ кг + 70,9 кг + 92,9 кг, а фактическая — 95,5 кг, т.е. разница равна 2,6 кг, или 2,7%.

Аналогичные расчеты по сорту Акане дали следующие результаты. Расчетная масса дерева — 80,9 кг, а фактическая — 83,6 кг,

разница — 2,7 кг, или 3,2%. Сырую массу дерева (ветвей и ствола) необходимо перевести в абсолютно сухую, для чего полученные данные умножают на коэффициент 0,53 исходя из того, что коэффициент объемной массы сырой древесины равен 1,06, а содержание сухого вещества в ней в осенне-зимний период [9] — 50%; $(1,06 \cdot 0,5 = 0,53)$. Значение этого коэффициента необходимо уточнять в конкретных условиях, определяя объемную массу сырой древесины (как описано выше) и влажность древесины разного возраста методом высушивания в сушильном шкафу при температуре 105°С.

Прирост фитомассы надземной части дерева за год находят по разности между массой дерева в конце вегетации и перед ее началом.

В интенсивных насаждениях, как было отмечено выше, почти вся листовая поверхность расположена на 5—6-летних полускелетных ветвях, а плоды — в основном на участках ветвей до 4-летнего возраста. Поэтому следует учитывать массу этих ветвей. Измеряем диаметры (поперечное сечение) всех полускелетных ветвей на дереве в зоне, где начинается основная облиственность ветви, и по уравнению $Y = 0,36x - 0,9$ рассчитываем массу этих ветвей. А по разности между общей массой дерева и массой облиственных участков ветвей определяем массу непродуктивных частей скелетных ветвей и ствола.

Что касается массы наиболее фотосинтетически активных элементов древесины диаметром

меньше 2 см, то процедура их определения уже описана выше, но можно воспользоваться и уравнениями регрессии. Эту массу мы рассчитывали у 3 сортов — Делишес, Голден делишес и Акане, в том числе общую по 52 парам наблюдений. Установлена следующая зависимость между поперечным сечением ветви и массой ее фотосинтезирующих частей: $r = 0,88$; $Y = 0,14x + 0,23$ (уравнения для отдельных сортов здесь не приводим).

Для определения истинного прироста дерева в целом без дифференцировки на указанные структурные элементы предлагаемым упрощенным методом вычисления массы дерева по площади поперечного сечения штамба. При этом требуется измерить лишь один показатель — поперечное сечение штамба перед началом и в конце вегетации.

По описанному выше методу мы рассчитали массу 40 деревьев в возрасте от 6 до 18 лет; в учете были сорта Голдет делишес, Айдаред, Джонатан, Прима и др.

Сопоставив поперечное сечение штамбов указанных деревьев и их массу (в расчете на абсолютно сухое вещество), получили коэффициент корреляции $r = 0,946 \pm 0,05$ и уравнение прямолинейной регрессии $Y = 0,215x + 4,3$ (рис. 2). Правомерность применения данного уравнения проверяли, сравнив исходные данные массы каждого дерева с расчетными, полученными с использованием уравнения по методу сопряженных выборок: средняя масса учетных деревьев равна 66,4 кг, расчетная — 65,0 кг, разница $d = 1,4$, $S_d =$

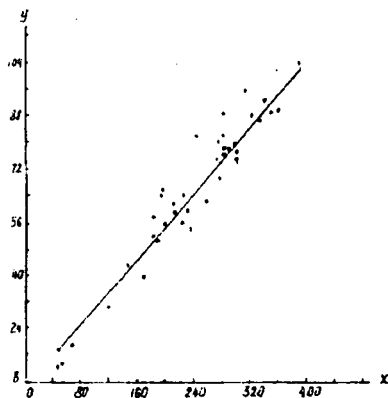


Рис. 2. Зависимость абсолютно сухой массы надземной части дерева (Y , кг) от площади поперечного сечения штамба (X , см^2)

$$Y = 0,251x + 4,3; b_{yx} = 0,251 \pm 0,013; r = 0,946 \pm 0,05.$$

$= 1,15$ кг, $t_{\text{факт}} = 1,22$, $t_{0,5} = 2,02$, $\text{НСР}_{05} = 2,5$ кг. Следовательно, различия результатов, полученных обоими методами, несущественные, т.е. использование расчетного метода определения массы дерева по поперечному сечению штамба (уравнение регрессии $Y = 0,251x + 4,3$) вполне правомерно.

Результаты изучения структуры прироста фитомассы яблони, рассчитанные предлагаемым нами основным методом, представлены в табл. 2.

Характерной чертой иммунных сортов яблони является отличное состояние их листового аппарата в течение всей вегетации, а также при наличии влаги и элементов питания (более активный рост и большее накопление) массы, чем у других сортов.

Таблица 2

Биологическая продуктивность и структура прироста фитомассы
(в расчете на абсолютно сухое вещество) иммунных к парше сортов яблони
Флорина и КООП-10 в зависимости от урожайности (посадка 1984 г.
по схеме 5 x 4, подвой ММ 106)

Показатель	Флорина*		КООП-10**	
	фитомасса в конце 1997 г.	в т.ч. прирост за год	фитомасса в конце 1997 г.	в т.ч. прирост за год
Окружность штамба, см	<u>56,8</u>	<u>2,2</u>	<u>62,3</u>	<u>4,0</u>
	60,0	4,6	62,4	5,2
Масса надземной части дерева, кг	<u>66,2</u>	<u>4,7</u>	<u>83,0</u>	<u>11,3</u>
	69,4	9,3	80,4	13,9
В т.ч.:				
масса ствола, кг	<u>14,1</u>	<u>1,0</u>	<u>14,7</u>	<u>1,8</u>
	16,5	2,6	12,4	2,5
масса всех ветвей, кг	<u>52,1</u>	<u>3,7</u>	<u>68,3</u>	<u>9,5</u>
	52,9	6,7	68,0	11,4
Масса непродуктивных частей ветвей и ствола, кг	<u>32,2</u>	==	<u>34,5</u>	==
	31,0	—	29,8	—
Масса облиственных частей ветвей, кг	<u>34,0</u>	==	<u>48,5</u>	==
	38,4	—	50,6	—
Масса продуктивных элементов древе- сины, диаметром меньше 2 см, кг	<u>20,4</u>	==	<u>25,0</u>	==
	23,8	—	26,0	—
Масса листьев, кг	<u>6,2</u>	==	<u>8,8</u>	==
	7,8	—	9,2	—
Площадь листовой поверхности дере- ва, м ²	<u>59,0</u>	==	<u>74,9</u>	==
	73,0	—	77,8	—
Урожай плодов, кг:				
сырая масса	==	<u>80</u>	==	<u>100</u>
	—	40	—	50
сухая масса	==	<u>11,9</u>	==	<u>15,0</u>
	—	6,0	—	7,5
Прирост продукции на дерево, кг	==	<u>22,8</u>	==	<u>35,1</u>
	—	23,2	—	30,6
Чистая продуктивность фотосинте- за, г/м ² · дней	<u>3,58</u>	==	<u>4,34</u>	==
	2,94	—	3,64	—
Коэффициент хозяйственной эффек- тивности сорта ($K_{\text{хоз}}$)	<u>0,52</u>	==	<u>0,43</u>	==
	0,26	—	0,25	—
КПД ФАР:				
на биологическую продукцию	<u>1,76</u>	==	<u>2,70</u>	==
	1,79	—	2,36	—
на хозяйственный урожай	<u>0,92</u>	==	<u>1,16</u>	==
	0,46	—	0,58	—

* При урожайности 400 ц/га (числитель) и 200 ц/га (знаменатель).

** При урожайности 500 ц/га (числитель) и 250 ц/га (знаменатель).

Нагрузка дерева урожаем заметно влияет на перераспределение продуктов фотосинтеза (табл. 2). При высокой урожайности (400 ц/га) у сорта Флорина на долю плодов приходится 52,2% синтезированных веществ, на увеличение массы древесины и почек израсходовано всего 20,6, на листья — 27,2%. В случае, когда урожайность в 2 раза ниже (200 ц/га), большая часть прироста приходится на древесину с запасными питательными веществами — 40%, а на долю плодов — всего 25,9, листьев — 33,6%. Отношение истинного прироста древесины к массе листьев в первом случае составило 0,76, во втором — 1,19 (сорт с высокой побегообразовательной способностью).

У сорта КООП-10, отличающегося повышенной биологической продуктивностью (17,5 т сухого вещества на 1 га в год), даже урожай 500 ц/га не очень существенно снижает интенсивность ростовых процессов по сравнению с ее уровнем при урожае 250 ц/га. Это видно и по приросту окружности штамба и по отношению прироста древесины к массе листьев, которое составило соответственно 1,28 и 1,52. Как видно из табл. 2, КООП-10 обладает более интенсивной фотосинтетической деятельностью и большей массой облиственных участков ветвей по отношению к непродуктивной древесине (сорт с преобладанием кольчатого типа плодоношения).

О характере распределения продуктов фотосинтеза между различными частями растений можно судить и по такой величине, как отношение прироста попереч-

ного сечения штамба за вегетацию (см^2) к площади листовой поверхности (м^2). У сорта Флорина при высокой нагрузке урожаем указанное отношение составило 0,34, при средней — 0,63, у сорта КООП-10 — соответственно 0,55 и 0,69. Эти данные свидетельствуют также о том, что 1 м^2 листовой поверхности обеспечивает неодинаковый прирост древесины при разной нагрузке дерева урожаем. Наиболее рациональное значение этого показателя у яблоки, по данным табл. 2, находится, видимо, в пределах 0,4—0,5, а отношения прироста массы древесины к массе листьев — 1,0—1,3.

У обоих сортов повышалась чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) за период формирования урожая на 19,2—21,8% при увеличении урожая плодов на дереве. Это согласуется с выводами ряда авторов [8, 12, 13], отмечавших важную роль плодов как основных акцепторов продуктов фотосинтеза, стимулирующих активизацию фотосинтеза. Об этом свидетельствуют и такие показатели, как приросты продукции, приходящиеся на 1 м^2 либо на 1 кг листьев. У деревьев с большой нагрузкой урожаем они выше, нежели со средней: в расчете на 1 м^2 листьев у сорта Флорина — 0,386 кг, у КООП-10 — 0,468 кг против 0,318 и 0,393 кг, а на 1 кг листьев — соответственно 3,68 и 3,99 кг против 2,97 и 3,33 кг.

ЧПФ, рассчитанная по методу изолированных веточек [11], оказалась более высокой, чем показано в табл. 2. Так, у сорта Флорина и КООП-10 она составила соответственно 5,57 и 6,79 $\text{г}/\text{м}^2$.

сут. Объясняется это тем, что здесь не учитывается расход продуктов фотосинтеза на рост корневых системы и на дыхание нефотосинтезирующих органов растения. Сопоставление двух значений интенсивности фотосинтеза дает представление о размере указанных затрат, которые в данных условиях составляют 39,3—40,5%. $K_{\text{хоз}}$ лишь при урожайности 400 ц и более на 1 га достигает оптимального уровня — 0,4—0,5 [4, 8], а при урожае 200—250 ц/га равен 0,25—0,26. Это свидетельствует о том, что данные сорта имеют повышенный потенциал биологической и хозяйственной продуктивности. Можно полагать, что последняя будет более высокой при выращивании на карликовом подвое.

Выводы

1. Между площадью поперечного сечения (толщиной) скелетных или полускелетных ветвей яблони и их массой, а также площадью поперечного сечения штамба и массой дерева выявлена тесная прямолинейная корреляция и составлены соответствующие уравнения регрессии.

2. Указанную взаимосвязь можно использовать для определения по уравнению регрессии массы дерева, его биологической продуктивности и структуры прироста фитомассы за вегетацию.

3. При определении предлагаемым методом биологической продуктивности и структуры прироста фитомассы деревьев яблони на подвое ММ 106 установлено, в частности, что в случае высокого урожая плодов (400—500 ц/га)

доля их в общем приросте фитомассы составляет 43—52%, а при урожае 200—250 ц/га $K_{\text{хоз}}$ равен 0,25—0,26. При увеличении урожая на дереве от средней нагрузки до высокой в 2 раза ЧПФ листьев повышается на 19,2—21,8%.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Агафонов Н.В.* Научные основы размещения и формирования плодовых деревьев. М.: Колос, 1983. — 2. *Балан В.В.* Плодоносные деревья яблони в зависимости от физиолого-биологических особенностей сортов. — В сб.: Современные проблемы интенсификации плодоводства. Кишиневский с.-х. ин-т. Кишинев, 1987, с. 47—54. — 3. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. — 4. *Иванов П.П.* Структура кроны и ряда в яблоневых садах высокой урожайности. — В сб.: Обрезка плодовых деревьев. М.: Колос, 1972, с. 54—80. — 5. *Инденко И.Ф., Расулов А.Р.* Об определении общей площади листьев деревьев яблони. — Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии, 1976, № 4. — 6. *Инденко И.Ф., Расулов А.Р.* Усовершенствование метода ускоренного определения общей площади листьев на дереве. — В сб.: Совершенств. сортим. и агротехн. приемов в садоводстве. Мичуринск: ВНИИ садоводства им. И.В. Мичурина, 1978, вып. 27. — 7. *Карпов Р.В.* Параметры высокоурожайных насаждений яблони. — С.-х. биол., 1976, т. 11, с. 38—43. — 8. *Кудрявец Р.П.* Продуктивность яблони. М.: Агропромиздат, 1987. — 9. *Кушниренко*

М.Д. Водный режим и засухоустойчивость плодовых растений. Кишинев, 1967. — 10. Литтл Т., Хиллз Ф. Сельскохозяйственное опытное дело. Планирование и анализ / Пер. с англ. М.: Колос, 1981. — 11. Обсянников А.С. Методика оценки фотосинтетической активности листового аппарата яблони в связи с урожаем. — Физiol. раст., 1965, т. 12, № 5. — 12. Фридрих Г., Нойман, Фогель М.

Физиология плодовых растений / Пер. с нем. М.: Колос, 1983. — 13. Шишкану Г.В., Титова Н.В. Фотосинтез плодовых растений. Кишинев, 1985. — 14. Шумило П.Е. Аллометрическое определение истинного прироста фитомассы деревьев яблони. — В сб.: Совершенств. технолог. интенсивной культуры плодовых растений. Кишинев, 1981, с. 29—32.

Статья поступила 20 мая 1998 г.

SUMMARY

A technique for determining biological productivity and structure of phytomass gain in apple tree developed by the author is presented. The technique is based on close dependence of branch weight on its thickness (area of cross section), as well as that of weight of above ground part of the tree on the area of trunk cross section. On the basis of investigations regression equations for determining tree weight in a number of varieties have been formed.

Biological productivity and structure of phytomass gain in varieties of 14 years old apple trees immune to apple scab on seedling stock MM 106 were calculated by this technique depending on the yield weight. the results obtained are presented.