

УДК 630*450:630*453.787

РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ ДРЕВЕСИНЫ У ДУБА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ПОВРЕЖДЕНИЯ ЛИСТЬЕВ НАСЕКОМЫМИ-ФИТОФАГАМИ

Е. В. АВТУХОВИЧ, А. Н. БЕЛОВ

(Кафедра лесоводства, Лаборатория экономики и планирования с.-х. производства
и других отраслей АПК)

Прослежена динамика радиального прироста древесины в порослевых средне-возрастных дубравах Саратовской области за 20 лет. На основе регрессионной зависимости данного показателя от степени поврежденности листьев насекомыми-фитофагами и гидротермического режима в мае—июне проведен расчет потерь прироста, связанных с действием этих факторов. Общие потери прироста составляют 63,4 %, более половины потерь определяется деятельностью насекомых - фитофагов.

Повреждение листьев (хвои) насекомыми-фитофагами нарушает в них нормальное течение процессов водообмена и ассимиляции, ведет к потерям прироста древесины и ослаблению деревьев. Многочисленные исследования показывают, что потери прироста древесины в очагах массового размножения листогрызущих насекомых тем больше, чем сильнее поврежден ассимиляционный аппарат. Однако однозначной связи между этими показателями нет: оценки снижения прироста при одной и той же степени объедания листьев могут существенно различаться. Обзор отечественных и зарубежных публикаций по этому вопросу [11] показал, что при сплошном объедании листья потери текущего прироста древесины дуба колеблются от 16 до 83 %. По данным [5], потери прироста при одной и той же степени повреждения листьев в годы с неодинаковыми метеорологическими условиями существенно различаются даже в том случае, если измерения проводятся на одних и тех же участках леса при размножении одних и тех же видов насекомых.

При определении потерь прироста от насекомых, как правило, не учитывается зависимость интенсивности роста деревьев от количества осадков, температуры воздуха и других метеорологических показателей. Обычно степень снижения прироста рассчитывают путем сравнения древостоев с объеданием и без объедания листья [6, 8, 9, 10 и др.] либо в одном и том же древостое в годы с повреждением и без повреждения листья [4, 7, 12, 13 и др.]. Использование второго метода правомерно только при достаточном сходстве погодных условий в сравниваемые годы, что бывает крайне редко. И в том, и в другом случае результаты расчетов показывают не «чистое» влияние насекомых, а трансформированное влиянием других (чаще всего метеорологических) факторов; соответственно потери прироста в последнем случае следует рассматривать как условные.

Данная работа посвящена анализу совместного влияния метеорологических условий и насекомых-фитофагов на рост деревьев, количественной оценке значения каждого из этих факторов и выявлению соотношения условных и безусловных потерь прироста в условиях лесостепной зоны юго-востока европейской части нашей страны. Полевые исследования проведены в типичных очагах массового размножения листогрызущих насекомых — порослевых средневозрастных нагорных дубравах Саратовской области. Характеристика района исследований, динамика плотности популяций насекомых-фитофагов и методика работ подробно описаны ранее [1—3 и др.]. В данной работе анализируется ход роста дуба по толщине ствола в 12 участках лесного массива на склонах Приволжской возвышенности в период с 1960 по 1979 г.

Результаты

Практически повсеместное распространение листогрызущих насекомых и ежегодные повреждения ими листья в районе исследований обуславливают необходимость использования нетрадиционных приемов количественной оценки потерь прироста древесины. Как было показано ранее [1, 5], зависимость прироста древесины в разных участках одного массива леса в один и тот же год от степени повреждения листьев выражается уравнением общего вида

$$\lg GL = (a+1) + bD, \quad (1)$$

где GL — поздний (летний) прирост, мм; D — степень объедания листьев, %; a и b — коэффициенты. Степень повреждения листьев может быть определена косвенно по уравнению регрессии

$$D = 264,3 GE / (GE + GL) - 49,4, \quad (2)$$

где GE — ранний (весенний) прирост древесины, мм.

Таблица 1

Расчетные оценки степени повреждения листьев по уравнению (2)

Год	Опытный участок												
	82а	71 в	93 а	67а	69а	82б	82в	71а	56б	56в	71б	56а	в среднем
1960	38	48	39	41	64	62	32	36	62	38	45	49	46
1961	64	77	66	38	65	86	63	62	89	63	92	76	70
1962	40	62	65	44	55	80	79	78	74	68	96	80	68
1963	21	14	5	34	42	28	4	12	29	6	15	16	19
1964	62	45	67	58	68	70	66	74	77	34	49	61	61
1965	81	90	70	69	80	89	67	83	79	76	68	81	78
1966	55	88	75	76	92	98	60	59	67	62	77	84	74
1967	80	86	89	72	83	96	58	87	82	78	94	81	82
1968	34	37	29	39	64	60	47	41	44	29	45	66	45
1969	0	38	33	25	51	43	31	39	56	43	41	47	37
1970	0	19	5	28	19	19	11	18	15	3	19	23	15
1971	15	29	15	35	33	31	25	29	25	13	24	31	25
1972	42	47	40	42	60	55	37	56	68	39	53	76	51
1973	41	81	38	38	38	68	36	41	62	34	42	59	48
1974	5	7	7	15	13	6	21	18	13	5	18	19	12
1975	42	61	43	63	63	59	47	44	50	30	52	55	51
1976	20	55	21	23	15	24	35	47	55	50	68	67	40
1977	89	66	83	73	79	90	56	40	38	13	28	34	57
1978	5	17	9	14	13	22	25	21	18	10	17	19	16
1979	14	36	19	50	44	23	39	33	21	17	24	30	29

Вероятностный характер зависимостей между параметрами уравнений (1) и (2) допускает определенные отклонения расчетных значений результативных признаков от фактических. Однако судя по обычно достаточно высоким значениям коэффициента детерминации (для второго уравнения этот показатель равен 90 %), эти отклонения незначительны.

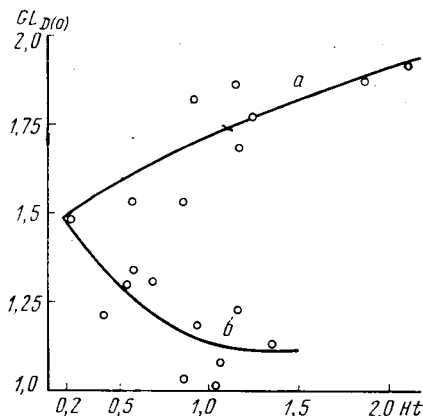
Как видно из табл. 1, лишь в 63 случаях из 240 (26,2 %) объединение было слабым — в среднем повреждалось менее $1/4$ площади листовых пластинок, в 76 слу-

чаях (31,7%) — умеренным (от $1/4$ до $1/2$), в 60 случаях (25,0 %) — сильным (от $1/2$ до $3/4$) и в 41 случае (17,1 %) — очень сильным (более $3/4$ площади листовых пластинок). В работе [3] указывалось, что в течение анализируемого периода численность насекомых была сравнительно низкой лишь в 1963, 1970, 1971, 1974, 1978 и 1979 гг., причем в 1963 г. в результате проведения истребительных мер борьбы, а в остальные годы в связи с естественной гибелью насекомых. Данные табл. 1 подтверждают это достаточно наглядно.

Таблица 2

Зависимость размера позднего прироста от степени повреждения листьев

Год	GL_f	$r \pm m_r$	t_r	Коэффициенты уравнения (1)		$GL_D(0)$
				a	b	
1960	0,746	-0,853+0,165	5,17	1,266	-0,0111	1,845
1961	0,460	-0,7724-0,201	3,84	1,088	-0,0063	1,225
1962	0,459	-0,750±0,209	3,59	0,997	-0,0051	0,993
1963	1,158	-0,892±0,143	6,24	1,249	-0,0111	1,774
1964	0,571	-0,769+0,202	3,81	1,175	-0,0071	1,496
1965	0,355	-0,717+0,221	3,24	1,187	-0,0083	1,539
1966	0,315	-0,659+0,238	2,77	0,905	-0,0057	0,804
1967	0,262	-0,826+0,178	4,64	1,032	-0,0076	1,076
1968	0,552	-0,759+0,205	3,70	1,016	-0,0064	1,038
1969	0,625	-0,911+0,130	7,01	1,078	-0,0081	1,197
1970	1,037	-0,752+0,209	3,60	1,130	-0,0083	1,349
1971	0,987	-0,775+0,200	3,88	1,227	-0,0095	1,687
1972	0,556	-0,834+0,174	4,79	1,049	-0,0061	1,119
1973	0,501	-0,839+0,172	4,88	1,114	-0,0047	1,300
1974	1,496	-0,165+0,312	0,53	1,190	-0,0014	1,549
1975	0,710	-0,774+0,200	3,87	1,271	-0,0085	1,866
1976	0,942	-0,942+0,106	8,89	1,271	-0,0082	1,866
1977	0,662	-0,888+0,145	6,12	1,116	-0,0056	1,306
1978	1,171	-0,112+0,314	0,36	1,086	-0,0012	1,219
1979	1,077	-0,656+0,238	2,76	1,280	-0,0090	1,905



Влияние гидротермических условий на прирост древесины. Точками показаны фактические значения прироста, сплошными линиями — по уравнениям регрессии.

a — уравнение (4); *b* — уравнение (5).

Связь фактических значений позднего прироста GL_i с оценками степени поврежденности листьев в большинстве случаев статистически достоверна (табл. 2). Слабая связь для 1974 и 1978 гг., по-видимому, обусловлена малым размахом значений D и возможными неточностями определения этого параметра.

Используя значения коэффициента a в уравнении (1), приведенные в табл. 2, рассчитываем теоретически ожидаемый размер прироста без повреждения листьев (т. е. при $D = 0$) из соотношения $\log a = -\text{anti log } a$.

В ходе дальнейшего анализа выявлена тенденция к отрицательной зависимости показателя (О) от количества осадков в мае и к положительной зависимости от количества осадков в июне. Сочетание этих противоположных тенденций существенно осложняет количественную оценку влияния погодных условий на прирост древесины. Поэтому был разработан комбинированный гидротермический коэффициент для обобщенной характеристики условий вегетации в мае и июне. Он включает 4 переменные величины.

$$Ht = [\lg(P_{V1}/P_V) + 1] t_V/t_{V1}, \quad (3)$$

где Ht — комбинированный гидротермический коэффициент; P_V и P_{V1} — количество осадков соответственно в мае и июне, мм; t_V и t_{V1} — средняя температура воздуха в эти же месяцы, °C. Как видно из рисунка, зависимость $GL_{D(0)}$ от Ht достаточно сложна: при значениях первого параметра более 1,5 мм она положительная ($r=0,794+0,230$), при меньших значениях — отрицательная ($r=-0,752\pm 0,220$). Соответствующие уравнения регрессии имеют вид

$$GL_{D(0)} = 1,448 + 0,297 Ht - 0,0322 (Ht)^2 \quad (4)$$

при $GL_{D(0)} \geq 1,5$; $0,2 < Ht < 2,2$.

$$GL_{D(0)} = 1,628 - 0,816 Ht +$$

$$+ 0,320 (Ht)^2 \quad (5)$$

при $GL_{D(0)} \leq 1,5$; $0,2 < Ht < 1,5$.

На рисунке уравнения (4) и (5) даны сплошными линиями.

Выявленные зависимости содержат в себе определенное противоречие, поскольку в соответствии с уравнениями (4) и (5) при одних и тех же сочетаниях температуры и количества осадков в мае—июне могут быть получены существенно различающиеся значения позднего прироста. Так, при $Ht=1,5$ поздний прирост может колебаться в пределах от 1,124 до 1,819 мм. Отмеченное противоречие указывает на существование не учтенного нами ранее фактора роста деревьев. Таким фактором, по-видимому, является исходный запас влаги в почве перед началом вегетации.

Как показал анализ, в годы, в которые связь между Ht и GL положительная, зимы были менее снежные, чем в годы с отрицательной связью между этими параметрами: среднегодовое количество осадков в январе—марте соответственно равнялось 96 и 111 мм, т. е. во втором случае было на 16 % больше. Сходным оказалось соотношение осадков в апреле: 30 и 37 мм. Для сравнения отметим, что средние многолетние оценки (за последние 50 лет) количества осадков для периода январь—март равны 94,5 мм, для апреля—30,3 мм, т. е. практически совпадают с данными для лет с положительной зависимостью между $GL_{D(0)}$ от Ht . Это, по-видимому, обусловлено адаптацией деревьев к местному гидротермическому режиму.

Таким образом, в годы с большим исходным запасом влаги в почве сочетание тепло с малым количеством осадков мая и прохладного дождливого июня негативно сказывалось на интенсивности ростовых процессов, при сравнительно малоснежных зимах это же сочетание содействовало усиленному нарастанию поздней древесины.

Из уравнения (4) следует, что при наиболее благоприятных сочетаниях гидротермических условий и отсутствия насекомых-фитофагов наибольший прирост древесины в исследуемых участках составил 2,0—2,1 мм. Приняв 2 мм в качестве базового значения, мы можем определить безусловные полные потери прироста, обусловленные совместным действием насекомых-фитофагов и неблагоприятных погодных условий, по формуле

$$WL_p = 1,0 - GL_f/2,0. \quad (6)$$

Как видно из табл. 3, этот показатель колебался от 0,869 до 0,252 и в среднем за 20 лет был равен 0,634. Другими словами, фактический прирост составил немногим более трети (36,6 %) потенциального (в оптимальных условиях).

Сопоставление фактических и вычисленных на основе уравнения (1) оценок позднего прироста позволяет рассчитать его условные потери из-за повреждения листьев насекомыми (т. е. потери, оценки которых трансформированы воздействием неблагоприятных погодных условий) по формуле

$$WD_c = 1,0 - GL_f/GL_{D(0)}.$$

Оценки потерь прироста древесины
в зависимости от деятельности
насекомых-фитофагов
и неблагоприятных погодных условий

Год	WL_V	WD_n	WD_c	WP_n	WP_c
1960	0,627	0,518	0,596	0,077	0,226
1961	0,770	0,719	0,624	0,387	0,181
1962	0,770	0,705	0,538	0,503	0,220
1963	0,421	0,259	0,347	0,113	0,219
1964	0,714	0,644	0,618	0,252	0,197
1965	0,822	0,780	0,769	0,231	0,191
1966	0,842	0,753	0,608	0,598	0,360
1967	0,869	0,815	0,757	0,462	0,292
1968	0,724	0,502	0,468	0,481	0,370
1969	0,687	0,437	0,478	0,401	0,444
1970	0,481	0,211	0,231	0,325	0,416
1971	0,506	0,322	0,415	0,156	0,271
1972	0,722	0,561	0,503	0,440	0,367
1973	0,749	0,535	0,615	0,350	0,460
1974	0,252	0,182	0,034	0,225	0,086
1975	0,645	0,557	0,620	0,067	0,199
1976	0,529	0,461	0,495	0,067	0,126
1977	0,669	0,614	0,493	0,347	0,141
1978	0,414	0,391	0,039	0,609	0,038
1979	0,462	0,360	0,435	0,047	0,159
В среднем	0,634	0,516	0,484	0,307	0,248

Результаты исследований [5] дают возможность вычислить безусловные потери прироста (при оптимальных погодных условиях) в связи с деятельностью насекомых-фитофагов по уравнению

$$WD_n = 0,3984 + 0,790 \lg D. \quad (7)$$

И, наконец, сравнивая теоретически ожидаемые оценки прироста при отсутствии насекомых-фитофагов с базовым размером радиального прироста 2 мм, определяем его безусловные потери, связанные с неблагоприятными условиями погоды:

$$WP_n = 1,0 - GL_{D(0)} f_2, 0. \quad (8)$$

На основе данных табл. 3 легко убедиться, что во всех случаях соблюдается равенство $(1 - WD_c)(1 - WP_n) = 1,0 - WL_p$. Согласно теории вероятностей это означает, что одновременно действующие факторы (в нашем случае насекомые-фитофаги и метеорологические условия в период роста древесины) влияют на ростовые процессы независимо друг от друга, чем, в частности, и объясняется, почему потери прироста в результате комплексного воздействия обоих факторов оказались меньше суммы величин WD_n и WP_n , так как $0,634 < (0,307 + 0,516)$.

Сравнивая средние оценки WD_c и WP_c (последняя величина рассчитана из соотношения $1 - WP_c = \frac{1 - WL_p}{1 - WD_n}$) за все годы, а также WD_n и WP_n , можно отметить, что в исследуемый период насекомые оказали существенно более сильное влияние на ход роста деревьев, чем погодные условия.

Выводы

Порослевые средневозрастные нагорные дубравы в Саратовской области в последние десятилетия испытывают сильное негативное воздействие, связанное с практически постоянно высокой плотностью популяций насекомых-фитофагов. Среднегодовая степень повреждения листьев в 12 участках составила 45 %, в отдельные годы ассимиляционный аппарат был уничтожен полностью.

Влияние насекомых на рост дубрав происходило на фоне не вполне благоприятной погоды. Регрессионные зависимости показывают, что оптимальные условия роста деревьев создаются при сочетании

среднеснежных зим, сравнительно теплого с малым количеством осадков мая и прохладного дождливого июня.

Неблагоприятные сочетания погодных условий предвегетационного и вегетационного периодов и повреждения насекомыми-фитофагами по своей природе являются независимыми факторами роста деревьев; их комплексное влияние на прирост древесины в целом меньше суммы потерь прироста от каждого фактора, взятого отдельно.

Потенциальные потери прироста, связанные с деятельностью насекомых-фитофагов, за период исследования составили 51,6 %, а связанные с неблагоприятным гидротермическим режимом — 30,7 %. Общие реальные потери радиального прироста древесины при совместном влиянии обоих факторов равны 63,4 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белов А. Н. Определение потерь прироста деревьев в очагах размножения листогрызущих насекомых. — Изв. ТСХА, 1984, вып. 4, с. 182—186. — 2. Белов А. Н. Распределение гусениц непарного шелкопряда по вертикали кроны в дубовых древостоях юго-востока европейской части СССР. — Изв. ТСХА, 1985, вып. 3, с. 143—148. — 3. Белов А. Н. Влияние листогрызущих насекомых на рост дубовых древостоев. — Лесное хоз-во, 1986, № 4, с. 67—69. — 4. Березина В. М. Влияние на рост сосны химического метода борьбы с жуками майского хруща. — Изв. высш. учеб. завед. Лесной журн., 1960, № 3, с. 41—43. — 5. Знаменский В. С., Белов А. Н. Прогноз целесообразности борьбы с вредны-

- ми лесными насекомыми. — Экспресс-информ. Охрана и защита леса. М.: ЦБНТИ-лесхоз, 1981, вып. 1, с. 1—20. — 6. Иерусалимов Е. Н. Влияние объедания верхнего полога листогрызущими насекомыми на некоторые элементы лесного биоценоза. — Автореф. канд. дис. М., 1967. — 7. Иерусалимов Е. Н. Изменение прироста в смешанном дубняке при объедании листогрызущими насекомыми. — Изв. высш. учеб. завед. Лесной журн., 1965, № 8, с. 52—55. — 8. Ляпченков Л. В. Исследование влияния повреждений златогрызкой и непарным шелкопрядом на прирост дуба. — Изв. высш. учеб. завед. Лесной журн. 1966, № 2, с. 45—48. — 9. Покозий И. Т. Потери прироста дуба в очагах листогрызущих вре-

дителей. — Тр. Харьк. с.-х. ин-та им. В. В. Докучаева, 1969, т. 80, с. 100—107. — **10.** Седашева Г. Я. Жизнестойкость молодых дубовых насаждений в зависимости от объедания листьев в них дубовым шелкопрядом. — В кн.: Культура дубового шелкопряда в СССР. М.: ОГИЗ-Сельхозгиз, 1948, с. 182—198. — **11.** Семевский Ф. Н. Прогноз в защите леса. — М.: Лесная

пром-сть, 1971. — **12.** Турчинская И. А. Влияние объедания листьев непарным шелкопрядом и другими листогрызущими вредителями на рост дуба. — Зоол. жури., 1963, т. 42, вып. 2, с. 248—255. — **13.** Duncan D. P., Hodson A. C. — Forest Science, 1958, vol. 4, N 1, p. 71—93.

Статья поступила 16 февраля 1987 г.

SUMMARY

The dynamics of radial wood increment in sprouting middle-aged oak-groves of Saratov region during 20 years was studied. On the base of regressive correlation between the increment and the extent of leaf injury due to insects-phytophags and hydrothermal regime of May-June, the increment losses caused by these factors were calculated. The total losses in increment make up 63.4 %, more than a half being the result of insect-phytophag's activity.