

УДК 630*281 : 581.165.712

К ПРОБЛЕМЕ ВЕГЕТАТИВНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ

О. М. ШАПКИН, И. И. ПОПИВЩИЙ

Московский лесотехнический институт
ЦНОСС. НПО «Фундук»

Известно, что начиная с 7—8-летнего возраста маточного дерева укореняемость черенков ели резко снижается [5]. Она может быть повышена при помощи физического и химического воздействия [1—3].

Нами предпринята попытка укоренить зимой в теплице черенки 12-летних деревьев ели, представляющих семенное потомство плюсовых деревьев. Комплекс факторов физического воздействия включал освещение двух одинаковых групп черенков лампами накаливания и люминесцентными ЛБ-80, химического — обработку базальных окончаний черенков дистиллированной водой (контроль) или 0,25 %-ми растворами яблочнокислого калия и лимонной кислоты (фактор 1), а также опрыскивание надземной части укореняющихся черенков растворами янтарной кислоты, ССС и 3,4-м-диоксибензойной кислоты (фактор 2).

Результаты укоренения черенков ели различных клонов в зависимости от способов освещения и химической обработки перед помещением в субстрат приведены в табл. 1.

Из 3000 высаженных черенков укоренились 670, или 22,3 %. Из 30 клонов № 2, 9, 11, 12, 14 и 20 имели незначительную укореняемость только под лампами ЛБ-80. Превосходство клона № 25 было достоверно в остальных 24 случаях, № 29 — в 14, № 27 — в 13, № 4 — в 11, № 19 — в 10, № 24 — в 8, № 5 — в 1 из 23 случаев. При освещении лампами накаливания результаты были намного хуже.

Предварительное замачивание черенков в растворах химикатов привело к заметному снижению укореняемости по сравнению с контролем. Варьирование, вызванное химической обработкой, составило 4 % общего (освещением — 29,7 %). Критерий Фишера по фактору 2 $F = 1,599$ при $F_{0,95} = 234$, т. е. опрыскивание надземной части черенков не играет существенной роли в их укоренении.

Варьирование результатов укоренения в зависимости от типа клона составило 29,02 % общего; от освещенности — 12,08 %, вызванное взаимодействием этих факторов — 10,26 %, предварительной химической обработкой — 14,81 %, остаточное — 33,83 %. Заметно положительное влияние обработки яблочнокислым калием на укореняемость черенков клонов № 19, 24, 25 и 29, у клонов № 4 и 27 такая закономерность не отмечена. Для большинства клонов с низкой укореняемостью воздействие химической обработки было отрицательным.

Зависимость между длиной черенков и их укореняемостью устанавливали используя коэффициенты корреляции Бравэ — Пирсона и их достоверность. Для группы черенков, укоренявшихся под лампами накаливания, $r = -0,203 \pm 0,132$ при $n = 60$, $t = 1,538$ при $t_{0,05} = 2,00$, т. е. коэффициент корреляции недостоверен ввиду отсутствия исследуемой связи в данной выборке. Для группы черенков под лампами ЛБ-80 $r = -0,352$, $t = 3,940$ при $t_{0,001} = 3,390$, т. е. коэффициент корреляции

Таблица 1

Но- мер кло- на	Процент укоренившихся черенков по вариантам воздействия						M _i	Результаты дисперсион- ного анализа	
	I			II					
	a	b	c	a	b	c			
1	60	15	15	0	20	10	120,0	$m_{M_{общ}} = \pm 1,409;$ $m_{M_1} = \pm 6,900;$ $P = 6,29 \%$ $m_{M_2} = \pm 1,990;$ $V = 105 \%;$ $m_{M_3} = \pm 3,450;$ $m_{\delta_1} = 9,757;$ $m_{\delta_2} = 2,814;$ $m_{\delta_3} = 4,878;$ $t_{0,05} = 1,984;$ $t_{0,01} = 2,628;$ $t_{0,001} = 3,395;$ $t_{1-11} = 5,828;$ $t_{1-4} = 1,824;$ $t_{1-25} = 4,017;$ $t_{1-27} = 1,876;$ $t_{1-29} = 2,019;$ $HCP_{0,05(1-30)} \approx 19 \%;$ $t_I(a-b) = 2,604;$ $t_I(a-c) = 5,289;$ $t_I(b-c) = 2,686;$ $t_{II}(a-b) = 0,410;$ $t_{II}(a-c) = 3,628;$ $t_{II}(b-c) = 3,218;$ $t_{Ia} - I_{IIa} = 4,633;$ $t_{Ib} - I_{IIb} = 2,440;$ $t_{Ic} - I_{IIc} = 2,972$	
3	55	0	0	20	30	0	17,5		
4	65	55	47	40	20	0	37,8		
5	70	55	0	30	0	0	25,8		
6	15	35	45	0	20	0	19,2		
7	25	0	0	25	30	0	13,3		
8	45	0	40	30	0	0	19,2		
10	45	0	0	10	0	0	19,2		
13	30	35	25	0	30	20	23,3		
15	30	15	10	10	10	0	9,2		
16	30	25	0	10	0	0	10,8		
17	20	0	0	20	0	0	6,7		
18	35	0	0	0	35	0	11,7		
19	42	63	45	40	30	0	36,7		
21	45	55	0	45	0	0	24,2		
22	25	40	0	10	30	0	17,5		
23	10	0	0	40	0	0	8,3		
24	50	75	0	30	55	0	35,0		
25	80	100	80	55	40	0	59,2		
26	35	35	0	15	25	0	18,3		
27	80	20	55	20	20	35	38,3		
28	25	0	0	20	30	0	12,5		
29	50	63	70	20	25	10	39,7		
30	75	50	0	10	10	0	24,2		
M ₂	43,4	30,7	17,6	20,8	18,8	3,1	M _{общ} = 22,4		
M ₃	30,6						14,2		

Примечание. Здесь и далее варианты воздействия: I — лампы ЛБ-80; II — лампы накаливания; а — дистиллированная вода (контроль); b — яблочнокислый калий; с — лимонная кислота.

достоверен для всех трех доверительных уровней отрицательной взаимосвязи между изучаемыми величинами.

При исследовании объединенной выборки получены значения $r = -0,200$, $t = 2,500$ при $t_{0,05} = 1,960$ и $t_{0,01} = 2,576$, т. е. доказана достоверная для 95 %-го доверительного уровня отрицательная корреляционная взаимосвязь между длиной черенка и его укореняемостью в период глубокого физиологического покоя при искусственном освещении лампами накаливания и ЛБ-80. В целом длина черенков варьировала в пределах 64...121 мм.

Были проведены фенологические наблюдения за распусканием терминальных почек черенков и ростом побегов в процессе укоренения. В течение первых двух месяцев отмечался значительный размах в темпах распускания почек между клонами. Первыми под лампами накаливания распустились почки клонов № 29 и 25 (соответственно 2 и 3 декабря 1986 г., т. е. через 17-18 дн. после посадки черенков в субстрат).

У этих же клонов была лучшей укореняемость (второй и первый результат). В группе из четырех клонов (№ 2, 4, 8 и 12) почки начали распускаться 5 декабря. Клон № 4 22 декабря 1986 г. занял лидирующее положение, 22 января 1987 г. у него закончилось распускание терминальных почек. Однако по укоренению черенков он оказался лишь четвертым. У клона № 8 из этой же группы в дальнейшем распускание почек было крайне замедленным (лишь 32 % к 20 января 1987 г.) и уровень укоренения ниже среднего. Под лампами ЛБ-80 распускание почек началось на 5 дн. позже, но с тех же клонов № 25 и 4.

Очевидно, возбудимость почек является наследственным фактором, проявляющимся на определенном температурно-световом фоне и имеющим тенденцию к положительной корреляции с уровнем укоренения черенков. Однако достоверность данной зависимости при $n = 30$ доказать не удалось: коэффициенты корреляции Браве — Пирсона для группы черенков, укоренявшихся под лампами накаливания и ЛБ-80, были меньше табличных.

Распускающиеся почки давали побеги различной длины. Представляло интерес определить зависимость между процентом укоренения и приростом побегов. Для группы клонов под лампами накаливания $r = 0,098$, $t = 0,757$, $t_{0,05} = 2,00$, т. е. для выборки данного объема связь недостоверна. Для черенков, укоренявшихся под лампами ЛБ-80,

Таблица 2

Номер клона	Средняя длина корневой системы, мм, по вариантам воздействия						M_1	Результаты дисперсионного анализа
	I			II				
	a	b	c	a	b	c		
1	0	35	197	22	4	12	45,0	$m_{M \text{ общ}} = \pm 4,98;$ $m_{M \text{ св}} = \pm 7,05;$ $m_{M \text{ кл}} = \pm 24,42;$ $m_{M \text{ abc}} = \pm 8,63;$ $P = 9,7 \%;$ $V = 117,5 \%;$ $m_{\delta \text{ св}} = 9,96;$ $m_{\delta \text{ кл}} = 34,53;$ $m_{\delta \text{ abc}} = 12,20;$ $t_{0,05} = 1,984;$ $t_{0,01} = 2,628;$ $t_{0,001} = 3,395;$ $\text{НСР}_{0,05 \text{ кл}} = 68,5;$ $\text{НСР}_{0,01 \text{ кл}} = 90,7;$ $\text{НСР}_{0,001 \text{ кл}} = 117,2;$ $\text{НСР}_{0,05 \text{ abc}} = 24,2;$ $\text{НСР}_{0,01 \text{ abc}} = 32,1;$ $\text{НСР}_{0,001 \text{ abc}} = 41,4;$ $t_{I-II} = 0,833$
3	33	129	0	58	0	0	36,7	
4	157	54	0	69	32	49	60,2	
5	143	0	0	76	47	0	44,3	
6	0	97	0	8	11	39	25,8	
7	84	114	0	28	0	0	37,7	
8	34	0	0	27	0	16	12,8	
10	236	0	0	33	0	0	44,8	
13	0	3	13	36	44	39	22,5	
15	1	0	0	26	2	0	4,8	
16	82	0	0	10	8	0	16,7	
17	26	0	0	13	0	0	6,5	
18	0	67	0	10	0	0	12,8	
19	1	71	0	44	62	60	39,7	
21	75	0	0	37	90	0	33,7	
22	40	78	0	46	52	0	36,0	
23	161	0	0	1	0	0	27,0	
24	233	210	0	34	131	0	101,3	
25	215	190	0	170	324	173	178,7	
26	33	96	0	26	14	0	28,2	
27	76	115	151	236	419	73	178,3	
28	18	125	0	78	0	0	36,8	
29	118	66	37	194	152	72	106,5	
30	23	329	0	74	87	0	85,5	
M_2	74,5	74,1	16,6	56,5	61,6	22,2	$M_{\text{общ}} =$ $= 50,9$	
M_3	55,1			46,8				

$r = 0,293$, $t = 3,215$, $t_{0,05} = 1,980$, $t_{0,01} = 2,617$, $t_{0,001} = 3,373$, т. е. связь достоверна для двух доверительных уровней. При объединении обеих групп черенков в одну совокупность $r = 0,164$, $t = 2,160$, $t_{0,05} = 1,960$, $t_{0,01} = 2,576$, т. е. в этом случае существует достоверная на 95 %-м доверительном уровне положительная корреляционная связь между текущим приростом и укореняемостью черенков.

Для практики представляет интерес не только укореняемость черенков, но и общее развитие корневой системы получаемого материала. Из данных табл. 2 видно, что по этому показателю лидирующее положение занимает клон № 25, за ним № 27. На третьем месте клон № 29, по степени развития корневой системы достоверно превосходящий 18 из 23 сопоставлявшихся с ним клонов. Клон № 24 достоверно превосходит по развитию корневой системы 14 из 23 клонов, № 3 — только клоны № 15 и 17. В целом же влияние света (и связанных с ним температурных различий) на степень развития корневой системы недостаточно.

Результаты химической обработки яблочнокислым калием недостоверно отличались от контроля и с высокой степенью достоверности превосходили данные обработки лимонной кислотой. Различия между обработками одним и тем же химическим веществом при различном освещении была недостоверной. Варьирование, зависящее от клона, составило 38,1 % от общего, вызванное различиями освещенности и температуры — 0,3 %, взаимодействием клона и света — 11,3 %, различными химическими обработками — 8,8 %, остаточное — 41,5 %.

В процессе выращивания посадочного материала из черенков в боксовой теплице [4] в течение 5 мес, включающего их искусственное круглосуточное освещение с 20 ноября 1986 г. по 20 января 1987 г. и 18-часовое с 20 января по 20 апреля 1987 г., при потребляемой мощности 3,14 кВт израсходовано 9608,4 кВт · ч электроэнергии, что в денежном выражении составило 192 р. 17 к. В расчете на один из 670 укоренившихся черенков затраты равны 28,7 к.

Следует учитывать, что в наших опытах использованы черенки 12-летних деревьев, находящиеся в состоянии глубокого физиологического покоя и подверженные эффекту старения клона, чем объясняется сравнительно низкий процент укоренения. При использовании более молодого селекционного материала можно ожидать 4-кратного повышения укореняемости и такого же снижения затрат на один саженец.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Данилов Н. И., Попивший И. И. О проблеме первичного размножения ели и тополя // Новые технологии в лесокультурном производстве: Сб. науч. тр. ВНИИЛМ.— М., 1988.— С. 118—122. [2]. Попивший И. И. Поиски эффективных методов воспроизводства селекционного материала ели // Современные методы выращивания древесных насаждений на селекционно-генетической основе: Науч. тр. МЛТИ.— М., 1989.— Вып. 211.— С. 50—55. [3]. Попивший И. И. Проблемы селекции лесных древесных пород.— М.: ВНИИЦлесресурс Госкомлеса СССР, 1990.— Вып. 4.— 32 с. [4]. Попивший И. И., Рутковский И. В. Использование стеллажей боксовой теплицы с системой автоматического полива и искусственного досвечивания // Лесн. хоз-во.— 1991.— № 3.— С. 42—43. [5]. Роне В. М. Производство быстрорастущих черенковых саженцев ели для плантационного лесовыращивания на основе массовой селекции.— М.: СССР ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1985, с. 15—18.

УДК 630*432.31

К РАСЧЕТУ ОСТАНОВКИ ОТРЕЗКОВ КОНТУРА ЛЕСНОГО ПОЖАРА

И. П. КОЛОДИН, Э. В. КОНЕВ

Московский лесотехнический институт,
ВНИИХлесхоз

Силы и средства, необходимые для ликвидации лесного пожара, пропорциональны длине кромки остановленного огня. Однако на практике обычно известна лишь длина кромки пожара в момент его обнаружения $L_{обн}$. Зная $L_{обн}$ можно определить длину кромки в моменты начала L_n и конца L_0 остановки огня [2]. При этом необходимо учесть прирост длины кромки за время остановки тех отрезков контура, которые выделяются отдельным звеньям (группам) пожаротушения на наиболее опасных направлениях распространения огня.

Ниже приведено численное решение задачи, разработана программа ее решения на ЭВМ для переменных во времени скоростей роста и остановки кромки огня, а также обсуждены условия выхода пожара из-под контроля на отдельных участках.

Уравнения остановки пожара. Согласно [2] система дифференциальных уравнений, описывающих изменение периметра контура лесного пожара, и их начальные условия имеют вид

$$\left. \begin{aligned} \frac{dL}{d\tau} &= V - V_0 \text{ при } L(0) = L_n; \\ \frac{dL_0}{d\tau} &= V_0 \text{ при } L_0(0) = 0. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Здесь L — длина горящей кромки пожара;
 τ — время распространения пожара;
 V, V_0 — скорость естественного увеличения и остановки заданного отрезка контура соответственно.

Контур развитого лесного пожара всегда можно представить в виде совокупности дуг окружностей, которые продвигаются с постоянной во времени скоростью U . Для звена пожаротушения отрезок контура может состоять из одной или нескольких таких дуг. Поскольку огонь распространяется по нормали к контуру (рис. 1), то для каждой из дуг справедливы соотношения

$$\left. \begin{aligned} \frac{L(\tau)}{R(\tau)} &= \frac{L_n}{R_n} = \gamma; \\ R(\tau) &= R_n + U\tau, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где R, R_n — текущий и начальный радиусы дуги;
 γ — угол дуги, рад.

Скорость увеличения длины горящей кромки

$$V = \frac{dL(\tau)}{d\tau} = \gamma \frac{dR(\tau)}{d\tau} = \gamma U,$$

т. е. для свободно продвигающейся дуги ($\gamma = \text{const}$)

$$V = \frac{L_n U}{R_n}; \quad (3)$$