

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Д. А. КОМИССАРОВ

ПРИМЕНЕНИЕ РОСТОВЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УКОРЕНЯЕМОСТИ ЧЕРЕНКОВ ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ

(Представлено академиком А. А. Рихтером 1 XII 1937)

Исследование влияния ростовых веществ на образование и рост корней у черенков древесных растений нами было начато весной 1935 г.

Незадолго до того Thimann и Went⁽⁸⁾ наблюдали образование придаточных корней на эпикотилиях *Pisum sativum* при действии β -индолилуксусной кислотой, а Laibach⁽⁶⁾ получил значительное повышение корнеобразования у отрезков из междоузлий *Tradescantia* путем наложения на поверхность апикального среза ланолиновой пасты с ауксинами из мочи или подлинной орхидей.

В опытах 1935 г. [Комиссаров⁽¹⁰⁾] нам представилось возможным испытать только препараты ауксинов из мочи и кукурузной муки. Введение в плохо укореняющиеся черенки *Salix caprea* и *S. cinerea* водных растворов полученных нами веществ давало повышение укореняемости на 40—70% по сравнению с контрольными. В опытах 1936 и 1937 гг., описываемых ниже в настоящем сообщении, кроме ауксинов испытывались β -индолилуксусная кислота, а также кислоты фенилуксусная, фенилпропионовая и α -нафталинуксусная. Эти три последние кислоты по данным Hitchcock'a⁽³⁾ и Zimmerman'a и Wilcoxon'a⁽⁴⁾ тоже относятся к ростовым веществам.

Для обработки черенков ростовые вещества применялись в виде водных растворов. Так как кислоты β -индолилуксусная, фенилпропионовая и α -нафталинуксусная трудно растворяются в воде, то навески этих веществ предварительно растворялись в нескольких каплях 96% спирта и затем добавлялось нужное количество воды. Обычно содержание спирта в растворах не превышало 0.5%. Предварительные опыты показали, что такое содержание спирта в растворах не оказывает влияния на укореняемость черенков. Такие же количества спирта прибавлялись к воде в контроле и к водным растворам фенилуксусной кислоты и ауксинов из мочи и кукурузной муки. Способы приготовления двух последних препаратов описаны раньше⁽¹⁰⁾.

Концентрации водных растворов синтетических ростовых веществ испытывались от 0.020 до 0.001%. Водные растворы ростовых веществ всасывались черенками в течение 6—72 час. через нижний срез путем транспирации. Обработанные ростовыми веществами летние черенки высаживались в песок в парники холодного типа, зимние черенки—в грунт.

В качестве опытных растений употреблялись следующие:

1. Нечеренкующиеся: *Salix caprea*, *Betula verrucosa*, *Quercus pedunculata*, *Larix sibirica*, *Pinus silvestris*, *Corylus avellana* и *Ame-lanchier cretica*.

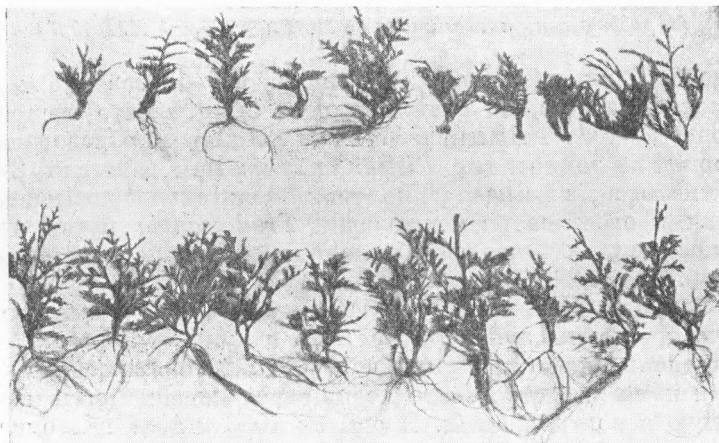
2. Слабо и средне черенкующиеся: *Populus alba*, *P. nigra*, *Betula pubescens*, *Ribes rubrum*, *R. aurea*, *Picea excelsa*, *Thuja occidentalis*, *Acer dasycarpum*, *Syringa vulgaris*, *Cornus alba*, *Lonicera coerulea*, *L. tatarica*.

Опыты проводились в Центральном научно-исследовательском институте лесного хозяйства под руководством проф. Л. А. Иванова и проверялись в производственных условиях в Выборгском комбинате Треста зеленого строительства и в Рябовском питомнике в Ленинграде.

Ростовыми веществами было обработано около 30 тыс. черенков.

Результаты опытов

Недостаток места не позволяет привести здесь достаточно полный фактический материал, характеризующий действие каждого ростового вещества на корнеобразование и рост корней у черенков и на развитие у



Фиг. 1.—*Thuja occidentalis*. Верхний ряд—контроль; нижний—черенки обрабатывались 24 часа 0.010% раствором β -индолилуксусной кислоты.

них каллюса и побегов. В таблице даются данные только о сравнительной укореняемости черенков при обработке их β -индолилуксусной кислотой и контрольных.

Из испытанных ростовых веществ наиболее эффективной оказалась β -индолилуксусная кислота. Черенки, обработанные ей при оптимальных концентрациях и продолжительности обработки: 1) укоренялись в значительно большем количестве, 2) имели более мощные корни (фиг. 1, 2 и 3), 3) укоренялись на несколько дней (от 2 до 6) раньше, чем контрольные (у *Thuja occidentalis* на 16 дней). Фенилуксусная и фенилпропионовая кислоты оказались одинаково эффективными, но значительно меньше, чем индолилуксусная кислота. Хороший результат они дали только при обработке летних и зимних черенков *Populus alba* и летних черенков *Ribes rubrum*. На других видах эффект от них был либо незначительный либо совсем отсутствовал.

α -нафталинуксусная кислота применялась только в опытах с *Populus alba*, *Ribes aurea*, *Quercus pedunculata* и *Larix sibirica*. На первых трех

Сравнительная укореняемость черенков, обработанных β-индолилуксусной кислотой, и контрольных

№ опытов	Опытные растения	Типы черенков	Время посадки черенков	Черенки обрабатывались:			
				Водой (контроль)	β-индолилуксусной кислотой		
					Укореняемость черенков в %	Продолжительность обработки в часах	Концентрация водных растворов в %
1	<i>Populus alba</i>	Зимние	15 IV	22	30	0.005	92
2	» »	Летние	21 VI	15	18	0.005	94
3	» »	»	16 VII	35	24	0.005	100
4	» »	»	31 VII	10	24	0.010	65
5	<i>Populus nigra</i>	Зимние	25 IV	12	24—36	0.005	61
6	<i>Ribes rubrum</i>	Летние	25 VII	30	18—24	0.010	64
7	<i>Betula pubescens</i>	»	23 VII	8	36	0.005	90
8	<i>Betula verrucosa</i>	»	16 VII	0	24	0.010	95
9	<i>Salix caprea</i>	»	20 VII	0	32	0.005	25
10	<i>Acer dasycarpum</i>	»	24 VI	0	32	0.005	85
11	<i>Quercus pedunculata</i> (растения 6—8 лет)	»	2 VII	0	18—24	0.005	56
12	<i>Quercus pedunculata</i> (растения старше 20 лет)	»	2 VII	0	18	0.020	34
13	<i>Thuja occidentalis</i> (растения 6—7 лет)	»	26 VI	48	12—36	0.02—0.005	0
14	<i>Thuja occidentalis</i> (растения старше 20 лет)	»	26 VI	20	24	0.010	92
15	<i>Larix sibirica</i> (черенки недревесневшие)	»	22 VI	0	24	0.005—0.010	26
16	<i>Larix sibirica</i> (черенки одревесневшие)	»	7 VII	0	24—36	0.005—0.010	6
17	<i>Picea excelsa</i>	»	20 VI	41	24—32	0.005	93
18	<i>Pinus silvestris</i>	»	7 VI	0	12—36	0.020—0.005	0
19	<i>Syringa vulgaris</i>	»	25 VI	18	24—36	0.005	46
20	<i>Amelanchier cretica</i>	»	27 VI	8	18—24	0.005	25
21	<i>Cornus alba</i>	»	20 VI	12	18—24	0.005	58
22	<i>Corylus avellana</i>	»	11 VII	0	24—36	0.010	22
23	<i>Lonicera coerulea</i>	Зимние	30 IV	10	48	0.005	50
24	<i>Lonicera tatarica</i>	»	30 IV	15	24	0.005	60

видах она оказалась одинаково эффективной с β-индолилуксусной кислотой, но на *Larix sibirica* не дала никакого эффекта. Ауксины из мочи и кукурузной муки вызвали значительное повышение укореняемости черенков *Salix caprea*, *Populus alba*, *Ribes rubrum* и *Betula pubescens*. На укореняемость черенков *Larix sibirica*, *Betula verrucosa*, *Quercus pedunculata* они не оказали никакого влияния. В виду крайне незначительного содержания этих веществ в исходном материале они не могут иметь широкого практического применения. Из результатов опытов выяснилось, что эффективность действия ростовых веществ на укореняемость черенков каждого вида зависит от концентрации растворов и от продолжительности времени обработки ими черенков. Для многих испытанных видов близкими к оптимальным оказались концентрации β-индолилуксусной и фенилуксусной кислот 0.005 и 0.010% при продолжительности обработки

летних черенков от 12 до 36 час. и зимних от 20 до 48 час. При сравнении результатов опытов можно установить большую зависимость действия ростового вещества на укореняемость черенков: а) от вида растения, б) от возраста материнских деревьев (ср. опыты 11 и 12, 13 и 14 в таблице), в) степени одревеснения черенков (ср. опыты 15 и 16), г) срока черенкования (ср. опыты 2, 3 и 4).

При размножении древесных растений черенками считается полезным развитие на нижнем конце сильного и прочного каллюса, предохраняющего древесину от загнивания. Этому требованию обработка черенков ростовыми веществами при оптимальных концентрациях водных растворов вполне удовлетворяет.

На время распускания почек ростовые вещества при оптимальных концентрациях растворов не оказывали заметного влияния: почки распустились почти одновременно у контрольных и обработанных черенков.

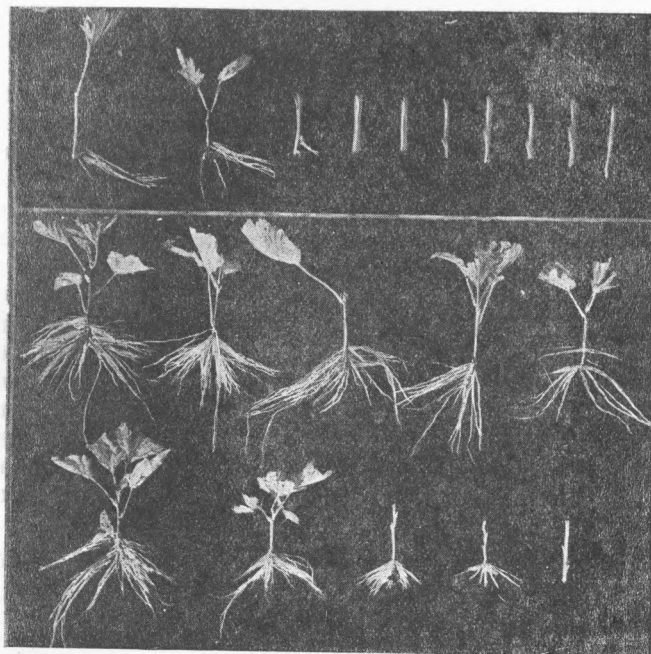


Фиг. 2.—*Acer dasycarpum*. а — черенки обрабатывались 18 часов 0.005% раствором β -индолилуксусной кислоты; б — контроль.

Высокие концентрации подавляли и корнеобразование, и распускание почек. Дальнейший рост побегов укоренившихся черенков, предварительно обработанных ростовыми веществами, идет заметно лучше по сравнению с контрольными, как это наблюдалось в первые два года у *Ribes rubrum*, *Populus nigra* и *P. alba*. По всей вероятности лучший рост побегов у обработанных черенков обуславливается обильным корневым питанием благодаря сильно развитым корневым системам.

Заложение корней у черенков, обработанных ростовыми веществами, происходит не только путем развития готовых корневых зачатков, но и путем новообразования последних. По данным Van der Lek'a (9) побеги *Salix caprea* не имеют корневых зачатков. Следовательно развитие корней из-под коры у черенков этого вида, наблюдавшееся в результате обработки β -индолилуксусной кислотой, могло происходить только путем новообразования корневых зачатков, вопреки утверждению Gravenitz (1), будто бы черенкование возможно только при наличии готовых корневых зачатков. Такие зачатки нам удавалось обнаружить в большом количестве на границе между лубом и камбием в зоне, начиная от нижнего конца черенка на 1.5—2 см вверх, при этом вся кора здесь была в 3 раза шире, чем у контрольных черенков. Разрастание коры происходило за счет увеличения луба и усиленного деления паренхимных клеток первичной коры.

Какова же судьба ростовых веществ, искусственно введенных в черенки? В специальном исследовании нам удалось выяснить, что в коре черенков *Salix caprea* и *S. viminalis* ростовые вещества (β -индолилуксусная кислота и ауксины из кукурузной муки) претерпевают глубокие изменения: обратно их не удается извлечь в первоначальном активном состоянии (по реакции на проростках овса). Причиной этих изменений оказывается не простое химическое взаимодействие с веществами клеток коры, а какие-то сложные физиологические процессы, так как из тщательно растертой



Фиг. 3.—*Ribes rubrum*. Верхний ряд—контроль; средний и нижний—черенки обрабатывались 36 часов 0.005% раствором β -индолилуксусной кислоты.

в тонкую кашу коры или листьев, к которой прибавлялись такие же количества указанных ростовых веществ, их удавалось обратно извлечь до 90% от первоначального количества.

В тканях живых листьев тех же черенков такие изменения ростовых веществ если и происходят, то в значительно меньшей степени, так как их (ростовых веществ) удавалось извлечь обратно около 50% от общего количества, введенного в черенки; через 8 дней ростовых веществ в листьях уже не было обнаружено. Вероятно часть их, не разрушаясь, перемещается в кору черенков. Это подтверждается опытом, в котором листья у летних черенков обрезались через 2 дня после обработки ростовыми веществами. Укоренение таких черенков резко снизилось, ибо значительная часть ростовых веществ была удалена со срезанными листьями.

В специальной серии опытов изучалась связь укореняемости черенков с содержанием ростовых веществ у близких видов древесных пород, резко различающихся по способности к размножению черенками, например *Salix caprea* и *S. viminalis*, *Populus nigra* и *P. suaveolens*. Выяснилось, что количества ростовых веществ, извлеченные из почек тех и других видов, мало различаются. Водные вытяжки, полученные из молодых листьев тех и других видов, не оказали никакого взаимного влияния на укоренение

черенков. Кроме того были сделаны прививки черенков *S. viminalis* на *S. caprea* и *P. suaveolens* на *P. nigra* и наоборот. Однако и в этом случае не было обнаружено никакого взаимного влияния на укоренение черенков. Следовательно трудно черенкующиеся растения *S. caprea* и *P. nigra* не продуцируют особых веществ, которые бы задерживали укоренение черенков хорошо черенкующихся *S. viminalis* и *P. suaveolens*. Это и понятно, если бы такие задерживающие корнеобразование вещества продуцировались растениями *S. caprea* и *P. nigra*, то они вероятно также стали бы препятствовать и стимулирующему действию искусственно введенных ростовых веществ. Однако в наших опытах это не наблюдалось. Мало вероятно также считать причиной отсутствия стимулирующего действия β -индолилуксусной кислоты на корнеобразование черенков сосны действие в них каких-либо задерживающих веществ, в частности смол. Мы наблюдали у обработанных черенков сильное развитие каллюса и разрастание тканей коры у нижнего конца. Таким образом внутренние причины неодинаковой способности близких видов или рас одного вида растений к размножению стеблевыми черенками, а также причины неодинакового стимулирующего действия ростовых веществ на корнеобразование у разных видов, пока остаются невыясненными.

В заключение можно сказать, что на основании результатов описанных здесь опытов, а также опубликованных за время их проведения работ Соопер'а (2), Hitchcock'а и Zimmerman'а (5) и Laibach'а (7), синтетические ростовые вещества могут получить практическое применение при культуре древесных и кустарниковых растений в садоводстве, зеленом строительстве и лесоводстве для повышения укореняемости черенков. Однако эффективность действия этих веществ будет значительно варьировать в зависимости от вида растения, условий его местообитания и черенкования.

Центральный научно-исследовательский
институт лесного хозяйства.
Ленинград.

Поступило
2 XII 1937.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ L. Gravenitz, Über Würzelbildung an Steckholz (1913). ² W. C. Cooper, Plant Phys., 10, 789 (1935). ³ A. E. Hitchcock, Cont. Boyce Thom. Inst., 7, 87 (1935). ⁴ P. W. Zimmerman a. F. Wilcoxon, Cont. B. Thom. Inst., 7, 209 (1935). ⁵ A. E. Hitchcock, P. W. Zimmerman, Cont. B. Thom. Inst., 8, 63 (1936). ⁶ F. Laibach, A. Müller, W. Schaffer, Naturwiss., 22, 588 (1934). ⁷ F. Laibach, Gartenbaumwiss., 11, 65 (1937). ⁸ K. V. Thimann a. F. W. Went, Proc. Acad. Wetensch. Amsterdam, 37, 3 (1934). ⁹ H. A. A. Van der Lek, Over d. Wortelvorming van hotigestekken Med van de Landbouwhoogschool te Wageningen, 28, 230 (1925). ¹⁰ Д. А. Комиссаров, Лесное хозяйство и лесоэксплоатация, № 8 (1936).