

## ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 631.811.98 : 630\*232.32

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ПРЕПАРАТОВ  
В ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ

А. Р. РОДИН, Н. Я. ПОПОВА

Московский лесотехнический институт

Интенсивное использование стимуляторов роста в лесных питомниках — одна из основных причин резкого ухудшения экологической обстановки. Поэтому в перспективе планируется применение новых химических средств, которые не представляли бы опасности для человека и окружающей среды.

В настоящее время синтезированы, опробованы в сельском хозяйстве и получили одобрение некоторые препараты, не уступающие по эффективности ранее применяемым\*. Они практически безвредны для человека, характеризуются высоким стимулирующим эффектом и повышают адаптивные свойства растений. Это парааминобензойная кислота (ПАБК), мивал, картолин и биологические комплексы на основе полезной микрофлоры, получившие название биопрепараты.

ПАБК — вещество природного происхождения, в небольших количествах содержится в клетках растений, где принимает участие в обмене веществ. В качестве витамина применяется в медицине. Ее стимулирующее действие проявляется в широком диапазоне концентраций от  $10^{-2}$  до  $10^{-7}$  %, что обусловлено особенностями строения молекул. В отличие от других стимуляторов роста она активизирует одновременно несколько ферментов, чем нормализует деятельность генного аппарата. При обработке семян перед посевом повышается устойчивость всходов, что свидетельствует об адаптогенных свойствах ПАБК. Повышение урожайности зерновых, бобовых, технических, овощных и других культур под воздействием данного препарата выявлено во многих регионах.

Мивал — кремнийорганическое соединение, малотоксичен, не обладает мутагенным, тератогенным и аллергическим действием, не проявляет канцерогенных и кумулятивных свойств. В концентрации  $10^{-4}$  % мивал увеличивает всхожесть семян, стимулирует рост корней, деление клеток у многих сельскохозяйственных растений. Обработка семян перед посевом способствует повышению урожайности и устойчивости растений к неблагоприятным факторам внешней среды. В концентрациях от  $10^{-2}$  до  $10^{-3}$  % он снижает повреждающее воздействие высоких температур. Установлено, что мивал не накапливается в почве, полностью утилизируется сообществами почвенных микроорганизмов, не угнетая жизнедеятельность азотфиксирующих микроорганизмов. Быстрая биогеодеградация мивала в почве дает основание отнести его к разряду экологически чистых биостимуляторов. В результате широкой произ-

\* Нафтилуксусная кислота (НУК), индолилмасляная кислота (ИМК), индолилуксусная кислота (ИУК), янтарная кислота и др.

водственной проверки на многих сельскохозяйственных культурах выявлена высокая эффективность этого препарата.

Картолин по механизму действия и эффективности аналогичен природному фитогормону цитокинину. Препарат прошел широкую производственную проверку на сельскохозяйственных культурах. Предпосевная обработка семян и корневых систем сеянцев перед посадкой свидетельствует о перспективности его применения также и в лесном хозяйстве.

Биопрепараты — биологические активаторы ростовых процессов, основу которых составляют ассоциативные культуры полезной микрофлоры, в частности молочнокислых бактерий, вырабатывающих цитокинин и другие стимуляторы роста. Широкую производственную проверку на сельскохозяйственных культурах прошли активатор прорастания семян (АПС), активатор почвенной микрофлоры (АПМ), активатор фотосинтеза (АФ) и азотобактерин, или азотовит, направленность которого аналогична АПМ. Под воздействием АПМ труднорастворимые соединения фосфора переходят в легкоусвояемые растениями. Азотовит способствует связыванию атмосферного азота, который полностью усваивается растениями, и снижению содержания нитратов. Биопрепараты не представляют опасности для человека и других организмов, так как их излишки, попадающие в почву или на растения, поглощаются почвенными микроорганизмами или разлагаются под воздействием солнечных лучей.

Исследования по применению экологически чистых препаратов в лесном хозяйстве немногочисленны и до последнего времени проводились в основном по личной инициативе отдельных авторов. Нами такие работы выполняются с 1985 г. Экспериментальные и частично опытно-производственные посевы хвойных пород с применением указанных регуляторов роста проведены в двух питомниках: Торопецком Тверского ЛХТПО и Гребневском Щелковского учебно-опытного лесхоза МЛТИ соответственно на супесчаных и среднесуглинистых почвах.

Многолетними наблюдениями установлено, что ПАБК в концентрациях от 0,0001 до 0,06 % не оказывала токсичного действия на семена сосны и ели. Они успешно прорастали и давали всходы, при этом не наблюдалось существенных различий с контролем в сроках появления всходов и грунтовой всхожести. Однако семена с низкими посевными качествами, т. е. длительным сроком хранения, оказывались весьма отзывчивыми на обработку ПАБК. Их грунтовая всхожесть повышалась на 18...20 % и более. Достаточно высокий стимулирующий эффект ПАБК выявлен по биометрическим показателям 2-летних сеянцев (табл. 1). В вариантах с ПАБК они были на 3...71 % выше контроля на супесчаных почвах. Фитомасса сеянцев сосны в Торопецком питомнике также была выше контроля на 6,3...45,0 %, ели на 1,3...16,4 %, в Гребневском соответственно на 22,0...51,2 и 9,6...31,7 %, причем сохранялась пропорциональность в соотношении надземных органов и корневой системы.

Обработка семян ПАБК в концентрациях 0,05 и 0,06 % не всегда давала положительные результаты, при более низких концентрациях препарата (0,001 %) биометрические показатели сеянцев во всех случаях превышали контроль. Выход стандартных сеянцев сосны в вариантах с ПАБК был выше контроля в 1,2—2,0 раза на супесчаных почвах и в 1,3—2,2 раза на суглинистых. Аналогичен выход 3-летних сеянцев ели в обоих питомниках.

Весьма эффективным оказалось намачивание семян сосны в растворе ПАБК 0,001 %-й концентрации непосредственно перед закладкой на стратификацию. Опытные производственные посевы таких семян произведены в Торопецком питомнике на площади более 1 га при норме

Таблица 1

Концентрация ПАБК и продолжительность обработки, %/ч	Высота семян, см	Масса 100 семян, г			Выход семян сосны с 1 га, млн шт.	
		общая	надземной части	корней	общий	стандартных
Торопецкий питомник						
$\frac{0,001}{5}$	$9,5 \pm 0,43$	$\frac{171,0}{94,9}$	$\frac{135,0}{66,7}$	$\frac{36,0}{28,2}$	1,20	0,96
$\frac{0,02}{5}$	$7,5 \pm 0,39$	$\frac{152,9}{92,5}$	$\frac{122,9}{65,0}$	$\frac{30,0}{27,5}$	1,48	1,30
$\frac{0,06}{5}$	$6,9 \pm 0,27$	$\frac{155,4}{97,1}$	$\frac{121,6}{68,1}$	$\frac{33,8}{29,0}$	1,84	1,56
$\frac{0,001}{8}$	$11,5 \pm 0,33$	$\frac{175,9}{102,8}$	$\frac{137,9}{71,4}$	$\frac{38,0}{31,4}$	1,40	0,98
$\frac{0,005}{8}$	$7,4 \pm 0,56$	$\frac{165,9}{99,8}$	$\frac{127,7}{69,0}$	$\frac{38,2}{30,8}$	1,52	1,07
$\frac{0,005}{10}$	$8,6 \pm 0,57$	$\frac{161,5}{96,3}$	$\frac{124,7}{68,6}$	$\frac{36,8}{27,5}$	2,00	1,79
$\frac{0,01}{10}$	$7,9 \pm 0,53$	$\frac{129,6}{106,3}$	$\frac{100,4}{76,7}$	$\frac{29,2}{29,6}$	2,08	1,66
$\frac{0,02}{10}$	$9,2 \pm 0,89$	$\frac{141,0}{101,2}$	$\frac{108,0}{68,2}$	$\frac{33,0}{33,0}$	1,40	1,08
$\frac{0,005}{16}$	—	$\frac{155,7}{99,2}$	$\frac{117,5}{70,2}$	$\frac{38,2}{29,0}$	1,84	1,51
Контроль	$6,7 \pm 0,34$	$\frac{121,3}{91,3}$	$\frac{94,0}{63,8}$	$\frac{27,3}{27,5}$	1,60	0,97
Гребневский питомник						
$\frac{0,05}{5}$	$9,5 \pm 0,48$	$\frac{89,8}{53,6}$	$\frac{65,4}{37,2}$	$\frac{24,4}{16,4}$	1,64	1,51
$\frac{0,06}{5}$	$10,0 \pm 0,56$	$\frac{96,0}{33,3}$	$\frac{63,8}{22,6}$	$\frac{22,2}{10,8}$	1,36	1,25
$\frac{0,01}{10}$	$10,0 \pm 0,60$	$\frac{108,8}{55,5}$	$\frac{78,8}{38,5}$	$\frac{30,0}{17,0}$	1,68	1,51
$\frac{0,05}{10}$	$9,5 \pm 9,71$	$\frac{92,0}{45,2}$	$\frac{65,7}{33,0}$	$\frac{26,3}{12,2}$	2,40	1,87
$\frac{0,06}{10}$	$10,0 \pm 0,53$	$\frac{94,2}{44,5}$	$\frac{65,3}{25,5}$	$\frac{28,9}{15,0}$	2,28	1,94
$\frac{0,01}{16}$	$9,5 \pm 0,35$	$\frac{111,1}{43,5}$	$\frac{85,9}{30,4}$	$\frac{25,2}{13,1}$	1,52	1,23
$\frac{0,05}{16}$	$10,5 \pm 0,50$	$\frac{108,8}{40,1}$	$\frac{82,5}{28,3}$	$\frac{26,3}{11,8}$	1,20	1,00
$\frac{0,06}{16}$	$10,0 \pm 0,45$	$\frac{113,3}{34,5}$	$\frac{83,2}{22,7}$	$\frac{28,1}{11,8}$	2,08	1,66
Контроль	$9,0 \pm 0,45$	$\frac{73,6}{40,6}$	$\frac{55,4}{27,2}$	$\frac{18,2}{13,4}$	1,52	0,87

Примечание. Здесь и далее в числителе — данные для сосны; в знаменателе — для ели.

высева 1,3 г на 1 м. В неблагоприятных погодных условиях весеннего периода 1990 г. (отсутствие осадков) получены дружные всходы на всей площади. Плотность всходов составила 170...198, сохранность в

конце вегетации 145...183 шт. на 1 м. Хвоя однолетних сеянцев имела ярко-зеленую окраску, высота стволика и мощность корневой системы несколько превышали контроль.

Предпосевная обработка семян первого класса качества мивалом не повлияла на грунтовую всхожесть, однако стимулирующий эффект выразился в увеличении биометрических показателей и фитомассы (табл. 2), а также выхода стандартных 2-летних сеянцев.

Таблица 2

Концентрация мивала, %	Высота сеянцев, см	Диаметр стволика, см	Масса 100 сеянцев, г		
			общая	надземной части	корней
Торопецкий питомник					
0,001	$11,0 \pm 0,53$	0,35	171,5	134,1	37,4
	$9,9 \pm 0,40$	0,20	75,0	56,7	18,3
0,005	$8,3 \pm 0,40$	0,38	211,7	165,2	46,5
	$9,8 \pm 0,42$	0,20	85,0	60,0	25,0
0,01	$7,6 \pm 0,33$	0,38	203,1	162,9	40,2
	$9,0 \pm 0,40$	0,20	90,0	60,0	30,0
Контроль	$7,4 \pm 0,36$	0,30	163,4	124,9	38,5
	$8,1 \pm 0,38$	0,15	66,7	42,1	24,6
Гребневский питомник					
0,002	$10,5 \pm 0,50$	0,30	90,0	70,0	20,0
	$8,9 \pm 0,38$	0,15	50,0	30,5	19,5
0,005	$12,6 \pm 0,52$	0,30	132,2	104,2	28,0
	$8,7 \pm 0,36$	0,15	49,1	36,6	12,5
0,01	$10,0 \pm 0,48$	0,30	108,9	78,0	30,9
	$8,2 \pm 0,35$	0,15	49,9	34,0	15,9
Контроль	$9,0 \pm 0,46$	0,30	73,6	55,4	18,2
	$8,0 \pm 0,37$	0,13	48,0	31,6	16,4

В Торопецком питомнике сеянцы сосны были выше контрольных на 2,7...48,6 % и больше по диаметру стволика на 16,6...26,6 %, сеянцы ели соответственно на 11,1...22,2 и 33,3 %. Аналогичный стимулирующий эффект мивала наблюдался и на тяжелых почвах в Гребневском питомнике у сосны и несколько меньший у ели. Высота сеянцев ели была больше контроля на 2,5...11,1 %, диаметр на 15,4 %. Фитомасса сеянцев сосны превысила контроль на 4,9...29,6 %, ели — на 13,6...34,9 % в Торопецком питомнике и соответственно на 23,2...110,3 и 2,3...32,1 % в Гребневском. Выход сеянцев в обоих питомниках был выше контроля на 15...65 %, причем наибольшие фитомасса и число стандартных сеянцев отмечены при обработке семян мивалом 0,005 %-й концентрации.

При выращивании сеянцев хвойных пород довольно результативными оказались биопрепараты. Из табл. 3 видно, что грунтовая всхожесть семян во всех вариантах была выше контроля на 4,8...94,9 %, максимальное ее значение отмечено при обработке АПМ и азотовитом. Сохранность сеянцев была выше контрольной на 16,5...51,9 %. Однолетние сеянцы по высоте в основном незначительно отличались от контроля, по массе превышали его на 10,6...70,2 %. Высота, диаметр стволика, длина корней и масса сеянцев были максимальными в варианте с АПМ. Двухлетние сеянцы в варианте с биопрепаратами превышали контроль по высоте на 4...54 %, диаметру стволика на 10...54 %, приросту последнего года в 1,4—1,7 раза (табл. 4).

Таблица 3

Вариант обработки семян	Грунтовая всхожесть, %	Сохранность семян, %	Высота сеянцев, см	Масса 100 сеянцев, г
Азотовит	51,7	73,3	3,91	5,3
АПМ	53,0	68,6	4,95	8,0
АПС (2 ч)	44,5	89,5	3,37	6,7
АПС (3 ч)	28,5	80,2	3,25	5,2
АПС (4 ч)	22,8	80,2	3,70	6,0
Контроль	27,2	58,9	3,46	4,7

Таблица 4

Вариант обработки семян	Высота сеянцев, см	Диаметр стволика, см	Длина корневой системы, см	Прирост последнего года, см
Азотовит	5,2 ± 0,185	0,7 ± 0,056	9,5	1,7
АФ	6,7 ± 0,319	1,1 ± 0,055	11,3	3,5
АФ	5,7 ± 0,261	0,9 ± 0,391	10,9	2,8
АПМ	7,7 ± 0,308	1,0 ± 0,345	10,7	4,6
АПМ + АФ	6,9 ± 0,284	1,0 ± 0,046	11,5	4,2
Контроль	5,0 ± 0,174	0,7 ± 0,048	7,5	2,0

Фитомасса сеянцев ели была выше контроля на 3,0...40,3 %, максимальная — в варианте с АПМ.

Воздействие биопрепаратов положительно сказалось и на направленности физиолого-биохимических процессов растений. Об этом свидетельствует суммарное содержание хлорофилла в сухой хвое 2-летних сеянцев. В варианте с азотовитом оно было выше контроля у сосны на 48,7 %, у лиственницы на 58,1 %, в опыте с АФ — на 6,2 % у сосны. Обработка сеянцев сосны АФ в условиях теплиц с полиэтиленовым покрытием (Торопецкий питомник) способствовала интенсивному росту. В конце вегетации высота сеянцев была больше контроля на 15...18 %, фитомасса на 22...28 %, выход стандартных растений на 18...20 %.

Таким образом, проведенные исследования с достаточной убедительностью показали, что ПАБК, мивал и биопрепараты являются высокоэффективными активаторами ростовых процессов. Они успешно могут применяться в лесных питомниках при выращивании посадочного материала. Целесообразность их использования оправдана прежде всего безопасностью для человека и окружающей среды. Вместе с тем они обеспечивают высокий выход стандартного посадочного материала при снижении нормы расхода семян на 30...50 %, а также большую эффективность почвы на основе использования АПМ и азотовита при низких дозах фосфорных и азотных удобрений.

Поступила 24 июля 1991 г.