

ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ВЕЛИЧИНУ ТЕКУЩЕГО ПРИРОСТА СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

В.С.Победов, В.Е.Волчков

(Белорусский НИИ лесного хозяйства)

Экономическая эффективность применения удобрений в лесу с целью получения дополнительного прироста древесины определяется величиной этого прироста. Чтобы обеспечить получение надежного результата при установлении рентабельности названного мероприятия, нужно точно знать дополнительный прирост древесины. Особенно это необходимо при проведении опытных работ, на основе которых разрабатываются производственные рекомендации по использованию удобрений.

Анализ имеющихся публикаций по данному вопросу показывает, что исследователи пользуются весьма различными методами, что затрудняет, если не исключает, возможность сравнения полученных отдельными авторами результатов. Величины прироста, определенные примерно в одинаковых условиях часто довольно значительно различаются. Так, например, по данным К.Keipi и О. Kekkonen (1970) за 5-летний срок действия азотных удобрений дополнительный прирост сосновых насаждений составил $5,3 \text{ м}^3/\text{га}$, а в опытах ЛенНИИЛХ (Румянцев и др., 1972) этот показатель в отдельных вариантах достигал $24 \text{ м}^3/\text{га}$.

Однако использование различных методов определения прироста является не единственной причиной, приводящей к разноречивым результатам. Часто погрешность бывает заложена при самом оформлении пробных площадей по вариантам опыта и их повторностям. Дело в том, что, например, в Белоруссии, весьма трудно на практике, особенно в смешанных насаждениях и древостоях старших возрастов, заложить пробные площади, близкие по ряду таксационных показателей. Особенно это касается таких показателей, как количество деревьев и распределение их по ступеням толщины. Различие в названных показателях, естественно, не дает возможности точно разграничить участие в создании прироста таких факторов, как полнота насаждения и соотношение деревьев различных размеров, с одной стороны, и действия удобрений, с другой, если пользоваться обычными таксационными приемами.

Высказанные соображения мы проверили на своих опытах с удобрениями, где ежегодное определение текущего прироста

Таблица 1. Таксационная характеристика насаждений на пробных площадях

Варианты опыта	Пробная площадь	Число стволов на 1 га, шт.	Средний диаметр, см	Сумма площадей срезов, м ² /га	Запас, м ³ /га	Полнота
Контроль	3	368	32,9	31,4	317,6	0,88
	8	456	27,6	27,2	275,5	0,76
	5	390	31,3	29,9	303,0	0,84
75 кг/га	1	460	26,0	24,6	248,6	0,70
	6	456	30,3	33,2	336,0	0,93
	2	745	26,0	39,6	400,3	1,11
200 кг/га	7	400	31,1	30,4	307,2	0,85
	4	466	29,1	31,1	314,7	0,87
	9	414	31,8	32,9	333,2	0,92
Средн. для насаждения		461	29,6	31,1	315,1	0,87

стволов продолжается уже шесть лет. Определяется так называемый фактический текущий прирост по А.И. Тарашкевичу, или действительный текущий прирост по А.С. Матвееву-Мотину, или текущий прирост наличного древостоя по М.Л. Дворецкому (Антанайтис, Загреев, 1969).

Наши наблюдения были начаты в 1967 г. в приспевающем чистом одноярусном сосновом насаждении естественного происхождения. Тип леса — сосняк мшистый. Средняя высота 23 м, средний диаметр 29,6 см, бонитет П, полнота 0,87, запас на 1 га — 315 м³.

Закладка пробных площадей (9 шт. по 0,5 га каждая) производилась по общепринятой в таксации методике.

Величина текущего прироста устанавливалась посредством весенних и осенних обмеров стальной 2-метровой рулеткой длин окружностей на высоте груди у всех деревьев на пробе (Харитонович, 1960; Молчанов, Смирнов, 1967). Чтобы увеличить точность измерений на каждом дереве на высоте груди в период заложения опытов стругом снималась полоска грубой коры, краской подписывался порядковый номер дерева и отмечалось место последующих обмеров.

Удобрение в форме аммиачной селитры вносилось весной 1967 г. в двух дозах — 75 и 200 кг/га азота по действующему веществу. Повторность опыта — трехкратная. Три пробные площади являлись контрольными. Участки по территории выби-

рались так, чтобы каждым вариантом опыта обеспечить наибольший охват имеющихся микроразличий в лесорастительных условиях.

Характеристика насаждений на пробах приведена в табл. 1.

Эти данные показывают, что даже в простом насаждении заложить идентичные по таксационным показателям пробные площади практически невозможно. Так, проба №2 явно отличается от остальных почти по всем показателям. Поэтому она в дальнейшем была исключена из опыта.

Остальные пробные площади, хотя и в меньшей степени, но тоже неоднородны.

Первоначально нами были вычислены и сопоставлены между собой приросты всех деревьев на каждой из проб по площади сечения, полученные как разность между результатами осенних и весенних обмеров (табл. 2).

Таблица 2. Текущий прирост стволовой древесины по вариантам опытов с удобрениями

Варианты опыта	Проба	Прирост по площадям сечения, см ² /га						Итого за 6 лет
		1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.	1972 г.	
Контроль	3	4382	4840	2480	2998	3294	2576	20770
	5	3880	5004	3676	3528	4094	4016	24136
	8	4034	5160	-	-	-	-	-
75 кг/га	1	3886	6050	3182	4474	4572	3812	25976
	6	5520	6748	4000	3868	4416	4262	28814
200 кг/га	4	5704	7108	4438	4880	4820	5466	32416
	7	5408	6346	4010	4498	5066	4986	30314
	9	5072	4978	4558	5470	3454	3740	27272

Анализ данных позволяет выявить только общую тенденцию влияния удобрений на прирост, степень же этого влияния установить трудно, так как повторности даже одного варианта опыта значительно различаются между собой. В то же время точность определения текущего прироста по площади сечения довольно высокая ($P=4,9 \pm 0,3\%$).

Следовательно, как бы ни была высока точность определения текущего прироста на пробной площади, она сама по себе еще недостаточна, чтобы получить объективные данные о величине дополнительного прироста. Необходим такой метод, который бы в меньшей степени зависел от степени однородности участков.

Мы попытались исчислить дополнительный прирост, абстрагируясь от неоднородности таксационных показателей насаждений на пробах (в первую очередь, от количества стволов и распределения их по ступеням толщины). Для этого прежде всего было вычислено среднее для всех проб распределение деревьев по ступеням толщины. На основе фактического прироста ступени и количества деревьев в ней определялся прирост среднего дерева ступени на пробе. Затем этот показатель умножался на среднее для всех участков количество стволов в этой ступени толщины. Путем суммирования полученных данных, устанавливался текущий (редуцированный) прирост на пробной площади. Результаты этих вычислений представлены в табл. 3.

И при этом методе обработки данных разница между повторностями одного и того же варианта опыта хотя несколько и сглаживается, но все же в некоторых случаях остается значительной.

Таблица 3. Текущий (редуцированный) прирост стволов по вариантам опытов с удобрениями

Варианты опыта	№ проб	Прирост по площади сечения, см ² /га						Итого за 6 лет
		1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.	1972 г.	
Контроль	3	4350	4472	2374	2666	3018	2986	19866
	5	3738	4976	3768	3332	4220	4444	24478
	8	4228	5780	-	-	-	-	
75 кг/га	1	4152	6190	3264	4578	4676	4398	27258
	6	4816	5888	3480	3340	3906	4462	25892
200 кг/га	4	5150	6376	3980	4358	4372	5390	29626
	7	5292	6186	3868	4362	4928	5282	29918
	9	5102	4964	4430	5472	3394	4224	27586

Дополнительный прирост за 6-летний период, вычисленный как разница между фактическим текущим приростом в вариантах опыта с применением удобрений и приростом на контроле, в среднем на 10% превышает этот показатель, определенный вторым способом (при редуцировании числа деревьев на пробах). Данное обстоятельство уже заметным образом может отразиться при определении экономической эффективности.

Нами были апробированы и некоторые другие методики определения текущего прироста, рекомендуемые в последнее время.

Так, Лица И.Я. (1971) предложил довольно интересный метод определения дополнительного прироста, который был использован им для оценки эффекта лесной мелиорации. Метод довольно трудоемкий. Требуется определения величины радиального (линейного) прироста у 30 средних деревьев на пробе. Влияние неоднородности участков элиминируется (устраняется) через вычисление прогнозируемого значения среднего диаметра. При этом используется отношение среднего прироста по диаметру за период t лет к среднему приросту за период 10 лет до хозяйственного воздействия на контрольных пробных площадях (C_1).

Этот метод был применен нами в опытах с удобрениями на описанных выше участках. Однако оказалось, что отношение среднего прироста за период последних 6 лет к среднему приросту за 10 лет до применения удобрений на разных повторностях контроля представляет собой разные величины. На пробе № 3 C_1 равно 0,78 ($\frac{0,1513}{0,1926}$), а на пробе № 5 - 0,92 ($\frac{0,1703}{0,1858}$).

Кроме того, при определении дополнительного прироста этим методом, определяющее значение имеет величина среднего текущего прироста по диаметру за 10 лет до хозяйственного воздействия на насаждениях. На пробах, где этот показатель на 10--15% выше, дополнительный прирост в 1,5--2 раза был ниже. В опытах с удобрениями желательно иметь ежегодные данные о характере влияния их на прирост. Метод же И.Я.Лица позволяет установить только суммарный дополнительный прирост за определенный период, обычно за 5 и более лет.

Второй метод определения величины дополнительного прироста, апробированный в наших исследованиях, был предложен В.Д. Коржицким и В.Ф. Крот (1971). Чтобы его применить, необходимо иметь данные о текущем приросте на всех пробах за год до внесения удобрений. Мы располагали на одной из проб (№8) такими данными. Оказалось, что и этот способ определения дополнительного прироста в относительных показателях, обладает теми же недостатками, что и предыдущие. Если сравнить текущий прирост на участке, где было внесено удобрение, с контрольной пробной площадью № 5, получим в отдельные годы даже отрицательные величины; сравнение же с пробной площадью №3 дает высокие значения дополнительного прироста во все годы проведения наблюдений (от 26 до 63,5%).

Таким образом, рассматриваемые методы определения дополнительного прироста, отличаясь значительной трудоемкостью,

не позволяют объективно оценить степень влияния на насаждение такого лесохозяйственного приема, как применение удобрений.

Предлагаемая нами методика определения дополнительного прироста в опытах с удобрениями в значительной мере лишена недостатков, отмеченных выше. Сущность ее состоит в том, что сравниваются между собой не насаждения, а средние деревья этих насаждений. Этим приемом автоматически исключаются из расчетов не идентичные, трудно сопоставимые факторы. Некоторые зарубежные ученые уже несколько лет эффективность применения удобрений в лесных насаждениях пытаются также определить только по модельным деревьям (Sterba, 1970; Williston, 1971). В работах ряда отечественных исследователей (Моисеенко, Мурашко, 1940; Антанайтис, Загребев, 1969; Лиела, 1971 и др.) указывается, что для определения текущего прироста насаждения по площади сечения с точностью 7–10% достаточно взять 30 стволов, средний диаметр которых должен соответствовать среднему диаметру насаждения.

Однако на практике не всегда возможно подобрать на пробе площадью 0,5 га в приспевающем насаждении такое количество средних деревьев. В таком случае берутся деревья и из смежных ступеней толщины, но пропорционально по количеству из верхней и нижней.

В процессе отбора средних деревьев выбраковываются те из них, которые имеют определенно выраженные дефекты стволов (двойчатка, суховершинность, кривизна и пр.). Если планируется проводить многолетние наблюдения за приростом, то количество учетных деревьев следует увеличить на 5–10 ввиду возможного отпада.

Весной (в апреле–мае) подобранные и подготовленные средние деревья тщательно измеряются по длине окружности на высоте груди 1–2-метровой стальной рулеткой. Повторный обмер окружности стволов производится осенью (в октябре). Вычисляются площади сечения деревьев. Разница результатов осенних и весенних обмеров дает величину текущего прироста по площади сечения. В последующем обмеры деревьев производятся только осенью. В табл. 4 приведены результаты 6-летних наблюдений за текущим приростом по площади сечений на высоте груди, полученные посредством ежегодных обмеров длин окружностей у 30 средних деревьев на каждой пробной площади. Хотя между пробными площадями одного и того же

Таблица 4. Текущий прирост по площади сечения среднего дерева по вариантам опытов с удобрениями, см²

Варианты опыта	Про-ба	1967 г.		1968 г.		1969 г.		1970 г.		1971 г.		1972 г.		Итого за 6 лет	
		см ²	%												
Контроль	3	11,80		13,39		7,15		10,35		10,14		8,38		60,73	
	5	9,31		13,79		9,13		8,52		10,01		10,84		61,60	
	8	10,33		13,56		-		-		-		-		-	
	Средн.	10,45	100	13,58	100	8,14	100	9,43	100	10,07	100	9,61	100	61,16	100
75 кг/га	1	8,54		15,09		8,71		11,24		12,09		10,39		66,07	
	6	12,86		15,36		9,37		9,89		11,62		10,18		68,96	
	Средн.	10,70	102,4	15,22	112,1	9,04	111,1	10,56	111,9	11,85	117,6	10,28	106,9	67,51	110,4
	200 кг/га	7	13,67		15,87		9,67		11,62		12,74		12,65		76,23
	9	13,81		15,69		12,05		14,65		12,17		12,92		81,29	
	4	13,92		17,43		11,04		12,14		12,46		12,51		79,50	
	Средн.	13,80	132,1	16,33	120,2	10,92	134,1	12,80	135,7	12,45	123,6	12,70	132,1	79,01	129,2

Таблица 5. Влияние азотных удобрений на текущий прирост стволов

Варианты опыта	Прирост древесины на 1 га												Прибавка прироста за 6 лет	
	1967 г.		1968 г.		1969 г.		1970 г.		1971 г.		1972 г.			
	м ³	%	м ³	%	м ³	%	м ³	%	м ³	%	м ³	%	м ³	% к контро- лю
Контроль	6,59	100	7,88	100	5,74	100	6,30	100	6,88	100	5,66	100	-	-
75 кг/га	6,63	100,6	8,56	108,6	6,10	106,2	6,75	107,1	7,32	106,3	5,94	104,9	2,25	5,8
200 кг/га	7,84	118,9	9,01	114,3	6,83	118,9	7,72	122,5	7,56	109,9	7,09	125,2	7,00	17,9

варианта опыта и имеются различия в отдельные годы по приросту средних деревьев, но в целом они невелики. Представленные данные с более полной определенностью характеризуют влияние различных доз удобрений на текущий прирост. Там, где применялись удобрения, суммарный за 6 лет прирост среднего дерева по сравнению с контролем был выше на 10,4 и 29,2% в вариантах с внесением 75 и 200 кг/га азота соответственно.

Математическая обработка результатов показала, что точность определения текущего прироста по 30 средним деревьям хотя и колеблется по годам, но не превышает 10%. Коэффициент вариации также невысокий (33-45%), тогда как при определении прироста по результатам обмера всех деревьев на пробе он достигал 66-80%.

Однако, довольно высокая точность определения величины текущего прироста, по средним деревьям не дает оснований для снижения повторностей в том или ином варианте опыта. По-прежнему следует опыты с удобрениями закладывать не менее, чем в трехкратной повторности, а в условиях чрезвычайно разнообразных (например, в смешанных насаждениях) даже трехкратная повторность может оказаться недостаточной.

Текущий прирост древесины по объему определяется по В.К. Захарову с использованием видовых высот (1965).

В приспевающем насаждении без взятия модельных деревьев прирост по высоте практически определить невозможно. Мы предлагаем для этой цели использовать таблицы хода роста, и ежегодный прирост определять методом интерполяции. При этом, прирост по высоте на контроле и на участках с внесением удобрений условно принимается одинаковым.

Располагая данными о среднем количестве деревьев на единице площади всего насаждения, устанавливаем величину прироста ($\text{м}^3/\text{га}$). По каждому варианту опыта эти данные усредняются, и по разности с контролем определяется величина дополнительного прироста.

В табл. 5 приведены окончательные результаты 6-летних наблюдений за влиянием удобрений на текущий прирост стволов, полученные по вышеописанной методике.

Внесенные удобрения существенно влияют на текущий прирост в течение всего периода наблюдения. Наиболее значительная прибавка за 6 лет имела место в варианте с использованием 200 кг/га азота. Здесь дополнительный прирост составил $7 \text{ м}^3/\text{га}$ или 17,9% к контролю.

Л и т е р а т у р а

- Антанайтис В.С., Загреев В.В. 1969. Прирост леса. М. Захаров В.К. 1965. О видовых высотах древесных стволов и насаждений. "Лесное хозяйство", №9. Коржицкий В.Д., Крот Б.Ф. 1971. Влияние минеральных удобрений на прирост древесины и продуктивность хвои ели. — Сб.: Удобрение и гербициды в лесном хозяйстве Европейского Севера СССР. Лиела М.Я. 1971. К оценке эффекта лесной мелиорации. — Тезисы докладов научной конференции по динамике растительности в связи с мелиорацией. Минск. Моисеенко Ф.П., Мурашко А.Г. 1940. Определение текущего прироста насаждений. — Сб. работ по лесному хозяйству. Вып. 1, Минск, Молчанов А.А., Смирнов В.В. 1967. Методика изучения прироста древесных растений. Румянцев Г.Т., Мойко М.Ф., Маркова И.А., Давыдова Т.Д. 1972. Экономическая эффективность применения удобрений в лесных насаждениях. — "Лесное хозяйство", № 11. Наритонович Ф.Н. 1960. Рост 20-летних культур сосны, ели и лиственницы на протяжении вегетационного периода в условиях лесной зоны. — Сб. научных работ Института лесного хозяйства Акад. с.-х. наук БССР, вып. 13, Минск, Keipi Kari, Kekkonen Otto. 1970. Calculation concerning the profitability of forest fertilization. "Folia foresti" N 84. Sterba Hubert. 1970. Untersuchungen zur Frage der Anlage und Auswertung von Einzelstammzuchtungsversuchen. "Cbl. gesamt. Forstw", N3,87. Williston H.L. 1971. A method for growth production. J. Forestry, N3, vol.69.

СТАЦИОНАРНЫЕ ПРОБНЫЕ ПЛОЩАДИ ДЛЯ ДЛИТЕЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НАСАЖДЕНИЙ

В.Е. Ермаков

(Белорусский технологический институт им. С.М. Кирова)

В процессе лесоустроительных и лесохозяйственных работ, а также при проведении научных исследований закладывается большое количество пробных площадей с целью: изучения особенностей строения насаждений, хода роста, динамики накопли-