

Л и т е р а т у р а

Блинцов И.К., Валаханович А.А. 1972. Применение удобрений в культурах дуба черешчатого и дуба красного в Негорельском учебно-опытном лесхозе. — В сб.: Лесоведение и лесное хозяйство, в. 6. Зонн С.В., Васильева И.Н. 1954. Опыт определения запасов органического вещества в древесно-кустарниковых насаждениях на черноземах. — Тр. Ин-та леса АН СССР, в.15, М. Мина В.Н. 1954. Взаимодействие между растительностью и почвами в некоторых типах дубового леса в южной лесостепи. — Тр. Ин-та леса АН СССР, в.5, М.; 1955. Круговорот азота и зольных элементов в дубравах лесостепи. — "Почвоведение", № 6; 1965. Выщелачивание некоторых веществ атмосферными осадками из древесных растений и его значение в биологическом круговороте. — "Почвоведение", № 6, Молчанов А.А. 1961. Круговорот органического вещества в процессе роста сосняка-черничника. Сообщ. Лаб. лесоведения АН СССР, 5. М. Паршевников А.Л. 1962. Круговорот азота и зольных элементов в связи со сменой пород в лесах средней тайги. Тр. Ин-та леса и древесины АН СССР. Полякова Н.Ф. 1957. Изменение с возрастом массы листвы в дубовых древостоях. М. Ремезов Н.П., Быкова Л.Н., Смирнова К.М. 1959. Потребление и круговорот азота и зольных элементов в лесах европейской части СССР. М. Родин Л.Е., Ремезов Н.П., Базилевич Н.И. 1968. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. М.

ВЛИЯНИЕ МЕТАФОСФАТА КАЛИЯ НА РОСТ ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ, СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ И ЛЮПИНА МНОГОЛИСТНОГО

В.П. Григорьев, Л.И. Лахтанова

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

Применение удобрений в лесном хозяйстве — одна из важных задач современного лесоводства. Теория и практика удобрения леса разработана чрезвычайно слабо. Совершенно открытым, например, остается вопрос о применении сложных удобрений, в которых элементы питания связаны между собой хими-

чески. К ним относится, в частности, метафосфат калия, в котором суммарное содержание K_2O и P_2O_5 равно 100%. В настоящее время у нас в стране и за рубежом проводится испытание этого высококонцентрированного удобрения. При этом большинство исследователей приходят к выводу, что KPO_3 более эффективен при выращивании сельскохозяйственных и некоторых древесных растений, чем эквивалентная смесь простых удобрений суперфосфата и хлористого калия.

Нами в 1970—1971 гг. изучалось влияние метафосфата калия (Григорьев В.П., Лахтанова Л.И., 1971) и различных комбинаций суперфосфата и хлористого калия на рост сосны в песчаных культурах вегетационного опыта. Оказалось, что высокие дозы метафосфата калия действуют гораздо эффективнее, чем эквивалентная смесь простых удобрений суперфосфата и хлористого калия.

В 1971 г. в кв. 189 Центрального лесничества Негорельского учебно-опытного лесхоза был заложен полевой опыт с удобрением сосны, ели и многолетнего люпина по следующей схеме: контроль, $P_{80K_{54}}$, $P_{160K_{107}}$, $P_{240K_{160}}$, $P_{160K_{107}}$, где P_M и P_C обозначают P_2O_5 в метафосфате и суперфосфате соответственно, а K_M и K_X обозначают K_2O в метафосфате и хлористом калии. Цифровые коэффициенты соответствуют содержанию действующего начала (кг/га).

В основу размещения делянок была положена схема латинского квадрата (Пирс, 1969; Снедекор, 1961). Одной из особенностей этой схемы является то, что количество вариантов и повторностей должно быть одинаковым. Это позволяет разместить делянки так, что в каждом ряду и столбце встречаются все варианты. При этом систематические ошибки (например, влияние близкой стены леса) элиминируются при дисперсионном анализе результатов опыта.

Почва на участке, где был заложен опыт, дерново-подзолистая, среднеподзоленная, развивающаяся на супеси тяжелой, подстилаемой сначала песком, а затем супесью тяжелой. Результаты механического и химического анализов почв приведены в табл. 1.

После высадки весной 1971 г. территория участка была разбита на 3 блока размером $12,5 \times 10,0$ м каждый. В первом блоке были высажены трехлетние сеянцы ели, во втором — двухлетние сеянцы сосны, а в третьем были высеваны семена многолетнего люпина. Каждый блок в свою очередь разделялся

Таблица 1. Результаты механического и химического анализа почвы

Горизонты, их мощность, см	Глубина взятия образца, см	рН в КС1	Гидроли- тическая кислот- ность, мг-экв/ 100 г по- чвы	Сумма поглощ. оснований	Гумус, %	Азот, %	Подвижная		Обмен- ный К ₂ O	Физи- чес- кая глина
							P ₂ O ₅	мг/100 г почвы		
A _{II} 0-19	5-10	4,7	3,68	1,30	1,80	0,115	16,35	13,5	15,37	
A _I A ₂ 19-26	20-25	4,9	1,78	1,60	0,48	0,070	19,32	6,2	6,39	
A ₂ B ₁ 26-72	35-40	5,4	0,88	1,70	0,22	0,060	18,54	8,8	4,31	
B ₂ 72-154	100-105	5,4	0,73	2,00	-	-	16,00	4,6	3,71	
B ₃ 154-200	175-180	5,2	1,02	2,60	-	-	20,72	15,2	16,06	

Таблица 2. Показатели роста сосны и ели (1972 г.).

Варианты опыта	Ель				Сосна			
	средн. высота см	% к контролю	прирост за 1972 г., см	% к контролю	средн. высота, см	% к контролю	прирост за 1972 г., см	% к контролю
Контроль	20,8	100	7,9	100	16,6	100	9,0	100
P _М 80K _М 54	22,7	109	9,6	122	17,6	106	9,3	103
P _М 160K _М	107 22,2	107	9,0	114	16,3	98	9,5	106
P _М 240K _М	106 22,3	107	8,8	111	16,1	97	9,3	103
P _С 160K _Х 107	21,4	102	8,4	110	16,3	98	8,6	96

Таблица 3. Дисперсионный анализ среднего прироста ели (1972).

Источники вариации	Степень свободы	Суммы квадратов	Средний квадрат	Показатели достоверности		
				F _ф	F ₅	F ₁
Ряды	4	1,83	0,45			
Столбцы	4	20,94	5,23			
Варианты	4	6,76	1,69	5,28	3,26	5,41
Ошибка	12	3,79	0,32			
Итого	24	33,32				

на секции размером 2,0 x 2,5 м, в каждой из которых размещалось примерно около 80 семян сосны или ели и по 12,5 пог. м посевов люпина.

Удобрения вносились рядками на расстояние 5 см от посадок и заделывались вручную на глубину 4—6 см. При этом 1/3 дозы удобрений была внесена весной в 1971 г., а остальная часть — в 1972 г.

Влияние удобрений проявилось лишь на второй год, после внесения основных доз, поэтому здесь опускаются данные учета первого года опыта. Так, из табл. 2 видно, что удобрения способствовали увеличению прироста ели по высоте. При этом следует отметить, что увеличение дозы удобрений в 2 и 3 раза не оказало существенного влияния. Наблюдалось некоторое снижение прироста ее в варианте с повышенными дозами P_М 160K_М 107 и P_М 240K_М 40 (с 22 до 11%). Смесь суперфос-

фата и хлористого калия, эквивалентная двойной дозе метафосфата калия, действовала на прирост ели в высоту аналогично двойной и тройной дозам KPO_3 .

Поскольку изменения признаков были существенны и по повторностям, необходимо рассмотреть результаты дисперсионного анализа прироста ели в высоту за 1972 г.

Дисперсионный анализ приростов за 1972 г., приведенный в табл. 3, показывает, что влияние удобрений на этот показатель было существенным ($F_{ф} > F_{5}$). В связи с большой изменчивостью приростов по высоте достоверная разница (D_5) с вероятностью 0,95 составляет 1,13, или 13% от общей средней величины прироста по высоте в опыте. Таким образом, приросты в вариантах опыта Р 80К 54 и Р 160К 107 существенно отличаются от контроля. M_M M_M M_M

В меньшей степени изменилась общая высота ели под влиянием удобрений. Дисперсионный анализ средних высот ели за 1972 г. показал, что влияние удобрений на этот показатель было несущественным. Показатели роста сосны обыкновенной за 1972 г. во всех вариантах опыта практически не изменились (табл. 2).

Проведенные исследования показали также, что удобрения во всех вариантах опыта оказали положительное влияние, как на общее содержание хлорофилла в хвое сосны и ели, так и на содержание его компонентов (табл. 4). Значительнее его влияние сказалось на ели, содержание хлорофилла в ее хвое под влиянием удобрений повысилось во всех вариантах опыта. Наибольшее содержание хлорофилла в хвое ели отмечено в варианте с двойной дозой метафосфата калия. Превышение это составило в августе 34%, в октябре 24%. Интересно отметить, что соотношение зеленых пигментов а:в под влиянием метафосфата калия, как правило, уменьшается по сравнению с контролем. Влияние же смеси суперфосфата и хлористого калия, наоборот, повышает это соотношение. Очевидно и здесь сказывается отрицательная роль хлор-иона, отмечавшаяся в литературе (Сляднев, 1971).

Менее определенно под влиянием удобрений изменилось содержание каротиноидов. В августе наблюдалось даже некоторое снижение этого показателя у сосны.

В табл. 5 приведены результаты влияния аналогичных вариантов удобрений на урожай зеленой массы и семян многолетнего люпина. Как видим, во всех вариантах опыта удобрения весьма существенно повлияли на урожай семян многолет-

Таблица 4. Влияние метафосфата калия на содержание

Порода	Условные обознач. варианта	Вариант опыта	Содержание хлорофилла, мг/г	
			а	в
Август				
Сосна	А	Контроль	0,84	0,38
	Б	Р 80К 54	1,00	0,48
		М М		
	В	Р 160К 107	1,07	0,53
		М М		
Г	Р 240К 160	0,98	0,41	
Д	Р 160К 107	0,88	0,37	
	С Х			
Ель	А	Контроль	1,29	0,42
	Б	Р 80К 54	1,50	0,60
		М М		
	В	Р 160К 107	1,68	0,61
		М М		
Г	Р 240К 160	1,58	0,55	
Д	Р 160К 107	1,38	0,48	
	С Х			
Октябрь				
Сосна	А	Контроль	0,45	0,12
	Б	Р 80К 54	0,51	0,16
		М М		
	В	Р 160К 107	0,56	0,17
		М М		
Г	Р 240К 160	0,45	0,12	
Д	Р 160К 107	0,45	0,11	
	С Х			
Ель	А	Контроль	1,29	0,34
	Б	Р 80К 54	1,46	0,43
		М М		
	В	Р 160К 107	1,52	0,50
		М М		
Г	Р 240К 160	1,51	0,50	
Д	Р 160К 107	1,32	0,36	
	С Х			

него люпина. При этом следует отметить, что наибольший процент приходится на вариант с двойной дозой КРО₃. Превышение здесь составляет 54% по отношению к контролю.

Дисперсионный анализ урожая семян люпина показал, что влияние удобрений на этот показатель было существенным

хлорофилла в хвое сосны и ели (1972 г).

сырого веса			Каротиноиды, с
а + в	а : в	$\frac{а + в}{с}$	
1,22	2,22	3,04	0,40
1,48	2,08	3,89	0,38
1,60	2,01	4,10	0,39
1,39	2,39	4,48	0,31
1,25	2,38	4,03	0,31
1,71	3,05	3,80	0,45
2,10	2,52	4,56	0,46
2,29	2,75	4,09	0,56
2,13	2,87	4,35	0,49
1,86	3,30	3,26	0,57
0,57	3,75	3,80	0,15
0,57	3,18	3,35	0,20
0,73	3,29	3,48	0,21
0,57	3,75	4,07	0,14
0,56	4,09	3,11	0,18
1,63	3,79	4,29	0,38
1,89	3,34	4,20	0,45
2,02	3,03	4,39	0,46
2,01	3,00	4,02	0,50
1,68	3,67	3,50	0,48

($F_{\phi} > F_5$) . Существенно отличается от контроля количество семян во всех вариантах с метафосфатом калия. Влияние смеси суперфосфата и хлористого калия при данном пороге вероятности оказалось несущественным ($D_5 = 101,8$, т.е. 28% от общей средней величины урожая семян люпина.) Дисперсионный

Таблица 5. Влияние метафосфата калия на урожай зеленой массы и семян многолетнего люпина (1972 г).

Условное обозначение вариантов	Варианты опыта	Сырой вес наземной части люпина, кг/м		Воздушно-сухой вес семян, г/5м	% к контролю	% выхода семян, г/кг сырого веса бобов	% к контролю
		зеленой массы	бобов				
А	Контроль	16,8	2,6	274	100	26,3	100
Б	Р 80К 54 М М	18,2	3,6	382	139	32,7	124
В	Р 160К 107 М М	17,7	3,5	394	154	34,1	130
Г	Р 240К 160 М М	17,3	3,2	392	143	31,7	121
Д	Р 160К 107 С Х	16,5	2,8	328	120	28,0	106

анализ урожая зеленой массы люпина свидетельствует о том, что влияние удобрений на этот показатель было несущественным.

Из табл. 5 видно, что под влиянием удобрений наибольший выход семян наблюдается в варианте с двойной дозой КРО₃. Как увеличение дозы, так и уменьшение ее несколько снизило процент выхода семян. Смесь суперфосфата и хлористого калия оказала незначительное влияние на выход семян люпина.

Переходя к обсуждению результатов исследования, прежде всего следует остановиться на некоторых особенностях действия КРО₃ в полевом опыте. Совершенно неожиданно его влияние на ³рост сосны оказалось недоказанным, так как в вегетационном опыте прибавки в росте и в весовых показателях сосны были весьма высокими и достоверными. Однако нужно принять во внимание высокую выравненность фона в вегетационном опыте, поддержание оптимальной влажности в сосудах и, наконец, то обстоятельство, что удобрения вносились в сосуды в растворенном состоянии. Это дает неоспоримые преимущества вегетационному опыту. При оценке результатов полевых опытов, по-видимому, следует учесть сравнительно высокое содержание в почве фосфора. Это, очевидно, сивелировало влияние удобрений на рост сосны обыкновенной по вариантам опыта. Ель обыкновенная и многолетний люпин многолистный в условиях опыта оказались более отзывчивыми культурами на фосфорно-калийные удобрения. Уместно здесь также отметить, что 1971 г. и особенно 1972 г. были неблагоприятными в погодном отношении. После внесения основных доз удобрений в

мае 1972 г. на протяжении мая - июня, когда в основном идет рост древесных растений в высоту, выпало около 50 мм осадков и то в виде двух кратковременных ливней, что, конечно, нельзя считать достаточным для нормальной жизнедеятельности растений.

Следует отметить, что схема латинского квадрата вполне оправдала себя. Дисперсионные анализы показывают, что наибольшее варьирование исследуемых показателей приходится на столбцы. При применении обычной схемы полевого опыта с полной рендомизацией это варьирование могло попасть в остаточное и тем самым увеличилась бы ошибка опыта. Относительная эффективность латинского квадрата при анализе приростов ели в высоту составляет -- 363%, т.е. на 283% выше, чем при полной рендомизации, а при анализе урожаяв семян люпина эффективность составила 120%. Это означает, что для достижения той же точности опыта в первом случае повторность должна быть увеличена в 3,5 раза, а во втором -- на 20%.

На основании анализа полученного материала можно сделать следующие основные выводы.

1. Несмотря на неблагоприятный ход погоды в 1972 г. все же было установлено, что метафосфат калия оказал положительное влияние на рост ели и урожай семян многолетнего люпина.

2. Относительно эффективности различных доз пока нельзя сделать определенного вывода, поскольку разницы показателей соответствующих вариантов оказались несущественными.

3. Все виды и дозы удобрений не оказали влияния на рост сосны.

Л и т е р а т у р а

Нестерович Н.Д., Иванов А.Ф. 1966. Пути повышения продуктивности лесов. Минск. Григорьев В.П., Лахтанова Л.И., 1971. Уплыву метафасфату калию на рост сасны звычайнай. Известия АН БССР, серия биол. наук, в. 6. Воробьев Н.И., Печковский В.В., Пташкова Г.В. 1972, Соли, окислы, кислоты. В сб.: Исследования в области неорганической технологии. Победов В.С. 1972. Применение удобрений в лесном хозяйстве. М. 1969. Пирс С. Полевые опыты с плодовыми деревьями. М. Снедокер Дж. У. 1961. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. М. Сляднев А.П. 1971. Комплексный способ выращивания сосновых насаждений, М.