

ны твердолиственных пород при i -м приеме рубок ухода, руб.; $C_i^{МЛ}$, $C_i^{МЛ}$ — цена и себестоимость 1 м^3 древесины мягколиственных пород при i -м приеме рубок ухода, руб.; $X_i^Д$ — объем i -й вырубki дуба, м^3 ; $X_i^{ТЛ}$ — объем i -й вырубki твердолиственных пород, м^3 ; $X_i^{МЛ}$ — объем i -й вырубki мягколиственных пород, м^3 ; V_i — коэффициент дисконтирования во время i -го приема рубок ухода; $СП_i^Д$ — затраты на подготовительные работы для проведения i -й рубки ухода; $СП_i^{ТЛ}$, $СП_i^{МЛ}$ — аналогичные затраты для твердолиственных и мягколиственных пород.

Значения i_1, i_2, i_3 в данном случае различны.

Важным этапом решения поставленной задачи является точная интерпретация экспериментальных данных с целью нахождения всех зависимостей, реализующих модель роста сложного дубового насаждения. Большое значение имеет также программная реализация процесса поиска оптимального управления по данной математической модели на основе дискретного динамического программирования [6].

Следует подчеркнуть, что данные, полученные в результате решения рассмотренной в данной статье задачи, дадут возможность не только иметь значения рекомендуемых выбираемых запасов для всех рубок ухода (вплоть до главного пользования) по указанным группам пород, но и получить чистую дубраву к возрасту спелости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юркевич И.Д., Гельтман В.С. География, типология и районирование лесной растительности Белоруссии. — Минск: Наука и техника, 1965. — 288 с.
2. Кузнецов В.В. Прогнозирование роста древостоев. Новосибирск: Наука, 1977. — 160 с.
3. Нестеров В.Г. Опыт применения оптимального программирования в лесном хозяйстве. — М.: Лесн. пром-сть, 1970. — 46 с.
4. Кожевников А.М., Сидоренко О.Ф., Сушинский А.П. Научные основы рубок ухода в елово-грабово-дубовых насаждениях. — В кн.: Повышение продуктивности елово-грабовых дубрав БССР. Минск: Ураджай, 1975, с. 49—59.
5. Терехова Р.Л., Кожевников А.М. Использование динамического программирования в лесоводственных исследованиях. — В кн.: Лесные ресурсы, их сохранение и воспроизводство. Минск: Польша, 1979, с. 11—17.
6. Арис Р. Дискретное динамическое программирование. — М.: Мир, 1969. — 172 с.

УДК 630*116.28

И.Э.РИХТЕР, канд. с-х. наук (БТИ),
А.И.КАРБАНОВИЧ, канд. биол. наук (АН БССР),
В.В.САРНАЦКИЙ (БТИ)

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ПОЧВУ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ

В лесных биогеоценозах азот в значительно большей массе, чем другие макроэлементы, вовлекается в биологический круговорот и наряду с водой и теплом относится к важнейшим элементам метаболизма. От обеспеченности почв и растений азотом во многом зависит продуктивность биогеоценозов.

Произрастание в междурядьях еловых культур многолетнего люпина способствует повышению содержания азота в почве и ее биологической активности [1, 2]. После смыкания культур и изреживания посевов люпина удобряющее его влияние снижается. Но до сих пор длительность этого влияния еще не выявлена из-за отсутствия объектов исследования.

Длительность последствия многолетнего люпина и полного минерального удобрения на фитоценоз и эдафотоп мы изучали в вариантах 1 и 3 постоянной пробной площади 1, заложенной в ельнике кисличном Молодечненского лесхоза (БССР) для установления влияния комплексного ухода на продуктивность ельников. Опыт заложен в двукратной повторности и включает варианты: 1 — контроль, 2 — с однорядным посевом люпина, 3 — с двухрядным посевом люпина. Почва во всех вариантах пробной площади дерново-подзолистая, среднеподзоленная, развивающаяся на мощном лессовидном суглинке.

Показатели роста ели определяли по результатам периодического обмера диаметров и высот. Образцы для агрохимического анализа отбирали из пяти прикопок каждого варианта опыта с поверхности почвы, глубины 5—10, 20—25 и 35—40 см один раз в вегетационный период (октябрь 1976 и 1979 гг.), микробиологического — из 15 прикопок три раза (июнь, август и октябрь 1981 г.). Агрохимические свойства почвы определяли общепринятыми методами [3], состав и численность отдельных физиологических групп микроорганизмов — путем высева почвенных суспензий на элективные питательные среды [4]. Исследования выполняли в лабораториях БТИ им. С.М.Кирова и Института микробиологии АН БССР.

Данные обмеров диаметров культур (табл. 1) показывают, что через 19 лет после закладки опыта диаметр среднего дерева в культурах с люпином был выше, чем на контроле, на 11,0, высота — на 11,5, запас — на 36,8 %. Прибавка по запасу составляла 64 м³/га, по среднему приросту — 2,4 м³/га.

Зимой 1978—1979 гг. древостой на пробной площади пострадал от снеголома, возникла необходимость в его уборке. В неповрежденных биогруппах древостоя прореживание проводили весной 1979 г. На контроле интенсивность

Таблица 1. Таксационная характеристика культур

Показатели	Варианты опыта							
	Контроль				Двухрядный посев люпина			
Возраст, лет	12	18	27	27*	12	18	27	27*
Срок действия люпина, лет	—	—	—	—	4	10	19	19
Число деревьев, шт/га	11260	11260	9540	3560	11140	11100	9300	3580
Средняя высота, м	1,3	4,3	8,1	10,2	1,9	5,4	9,3	10,8
Средний диаметр, см	1,4	4,0	7,0	9,3	1,7	4,7	7,7	9,5
Сумма площадей сечения, м ² /га	2,25	14,64	36,25	24,06	2,78	19,42	43,60	25,34
Запас, м ³ /га	2	45	174	140	4	70	238	146
Средний прирост, м ³ /га	0,2	2,5	6,4		0,3	3,9	8,8	

*Показатели после проведения прореживания.

прореживания по числу стволов составила 62,7 %, по запасу — 19,5 %, в варианте с двухрядным посевом люпина соответственно 61,6 и 38,6%. Различие в интенсивности прореживания в сравниваемых вариантах не преднамеренное, а связано с повреждением снеголомом и необходимостью вырубki всех поврежденных деревьев. Вследствие уборки снеголома и прореживания заметно изменилась лесоводственно-таксационная характеристика культур. Запас древесины в варианте с люпином после прореживания был только на 2,8 % выше, чем на контроле. После прореживания в варианты с люпином путем поверхностного разбрасывания были внесены минеральные удобрения в дозе 60 кг на 1 га д.в. NPK (вариант 2) и 120 (вариант 3). Совместное влияние рубок ухода, люпина и удобрений на показатели роста ели нами здесь не рассматривается. Это явится предметом дальнейших исследований.

Изреживание полога культур и связанное с ним повышение доступа света и тепла к поверхности почвы способствовало появлению в год рубки и последующие годы травяного покрова на всей площади, особенно в световых окнах, образовавшихся в результате снеголома ели, ускорению разложения лесной подстилки и изменению агро- и биохимических свойств почвы.

До прореживания содержание углерода и азота в почве контроля (табл. 2) было почти таким же, как и после его проведения. Внесение минеральных удобрений после прореживания способствовало аккумуляции азота, фосфора и калия в лесной подстилке и незначительному снижению валового содержания углерода и азота в минеральных горизонтах почвы. Содержание подвижных форм азота, фосфора и калия в год внесения удобрений в горизонтах A_0 , A_1 и A_2 повышалось. В варианте с люпином на протяжении длительного времени отмечалось снижение кислотности, а в год внесения удобрений — подкисление почвы.

Обогащение почвы углеродом, азотом и зольными элементами в результате произрастания в междурядьях культур многолетнего люпина и внесения минеральных удобрений после проведения прореживания способствовало повышению биологической активности почвы. Об этом свидетельствуют данные, полученные ранее [5], и материалы о динамике численности различных групп микроорганизмов в почве контрольного варианта и варианта 3 (табл. 3). В обоих вариантах преобладают микроорганизмы, усваивающие минеральные формы азота, и олигонитрофилы. Численность аммонифицирующих бактерий в варианте люпин + N120P120K120 в зависимости от генетического горизонта и сроков взятия образцов была выше в 1,4–5,2, усваивающих минеральные формы азота — 1,3–4,3, олигонитрофилов — 1,6–3,2 раза, чем в контрольном. Отношение численности бактерий, усваивающих минеральный и органический азот (КАА:МПА), в большинстве случаев превышает 1. Это свидетельствует об интенсивной минерализации энергетического материала в обоих вариантах опыта. Наиболее интенсивно процесс минерализации протекал в период массового поступления на поверхность почвы и в почву опада и отпада корней (август, октябрь), а также более благоприятных условий увлажнения. Масса отпада многолетнего люпина разлагалась быстрее опада других растений. Отношение численности олигонитрофильных бактерий к аммонифицирующим также в большинстве случаев выше 1. Только в июне в гумусовом горизонте обоих вариантов, а в октябре в лесной подстилке оно было ниже 1. За-

Таблица 2. Агрехимические свойства почвы

Горизонт, глубина взятия образца, см	pH в KCl	Углерод в процентах к абсолютно сухой массе почвы	Азот	Отношение C:N	Гидролизуемый азот экв. на 100 г почвы	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль							
A ₀	4,37	35,32	1,003	35,2	59,4	37,3	86,7
0-1	4,35	35,00	1,011	34,6	61,3	31,0	118,8
A ₁	4,03	0,97	0,100	9,7	4,2	2,9	6,5
5-10	4,00	0,99	0,104	9,5	4,6	3,0	7,5
A ₂	4,14	0,49	0,051	9,6	3,5	2,1	4,9
20-25	4,20	0,45	0,053	8,5	3,3	3,5	5,5
A ₂ B ₁	4,39	0,14	0,022	6,4	2,2	7,2	3,1
35-40	4,50	0,17	0,024	7,1	2,6	7,8	6,2
2 ряда люпина + N120P120K120							
A ₀	5,88	34,16	1,215	28,1	79,8	32,4	85,3
0-1	5,25	34,33	1,446	23,7	96,1	50,9	173,8
A ₁	4,75	1,18	0,126	9,4	6,5	1,4	7,9
5-10	4,55	1,10	0,120	9,2	9,4	6,5	14,8
A ₂	4,86	0,79	0,084	9,4	3,9	2,7	6,3
20-25	4,75	0,75	0,082	9,1	6,1	4,1	6,2
A ₂ B ₁	4,90	0,18	0,032	5,6	3,0	8,2	5,5
35-40	4,45	0,15	0,025	6,0	3,4	14,3	6,0

П р и м е ч а н и е. В числителе данные на осень 1976, в знаменателе — на осень 1979 г.

селенность лесной подстилки микроорганизмами названных физиологических групп была самой высокой в августе. Для минеральных горизонтов четкой закономерности не обнаружено. Следует лишь отметить снижение численности микроорганизмов изучаемых физиологических групп с углублением в почву.

Численность актиномицетов в варианте люпин + N120P120K120 в 1,6—23,8 раза выше, чем в контрольном. В августе и октябре наблюдалось повышение численности актиномицетов во всех образцах лесной подстилки и большинстве образцов минеральных горизонтов почвы.

Нитрифицирующие бактерии в июне учтены во всех горизонтах почвы, но в минеральных, особенно на контроле, численность их резко снижалась. В августе в минеральных горизонтах, а в октябре и в подстилке нитрифицирующие

бактерии практически отсутствовали. Это свидетельствует об ослабленном процессе нитрификации в почве, особенно в конце вегетационного периода. В варианте люпин + N120P120K120 этот процесс протекал интенсивнее. В июне хорошо прослеживалось влияние люпина и удобрений на численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов, в августе и октябре при общей малой численности микроорганизмов этой группы во всех горизонтах почвы никакой закономерности не выявлено.

Обнаружены существенные различия в численности микромицетов в вариантах опыта. В зависимости от времени учета и генетического горизонта почвы в варианте люпин + N120P120K120 их было меньше, чем на контроле, в 1,2–7,0 раз. Это обусловлено повышенной кислотностью почвы на контроле.

Таблица 3. Динамика численности различных физиологических групп микроорганизмов, тыс/г абсолютно сухой почвы

Вариант	Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	Аммонифицирующие бактерии	Бактерии, усваивающие минеральные формы азота	Олигонитрофилы	Акциномицеты	Нитрифицирующие бактерии	Целлюлозоразрушающие микроорганизмы	Микромицеты
5 июня 1981 г.									
Контроль	A ₀	0–1	1794	2785	2847	103	6,9	5,3	
	A ₁	5–10	1422	1476	720	37	0,3	4,8	9,1
	A ₂	20–25	365	388	834	25	0,1	3,2	38,6
2 ряда люпина + N120P120K120	A ₀	0–1	4372	5536	6322	166	14,5	12,7	6,3
	A ₁	5–10	1944	1987	1240	82	4,6	5,9	53,5
	A ₂	20–25	598	619	758	45	2,2	4,4	31,7
20 августа 1981 г.									
Контроль	A ₀	0–1	3595	4778	5266	333	10,6	0,9	7,0
	A ₁	5–10	684	949	949	0	0	1,0	1,9
	A ₂	20–25	412	727	1215	32	0	0,8	5,3
2 ряда люпина + N120P120K120	A ₀	0–1	9820	10380	11380	2780	28,6	2,6	5,6
	A ₁	5–10	1169	638	1476	118	0	0,2	0,9
	A ₂	20–25	768	2849	2352	402	0	1,2	0,8
20 октября 1981 г.									
Контроль	A ₀	0–1	1723	3366	1426	554	0	5,2	33,6
	A ₁	5–10	217	548	1438	46	0	0,2	3,4
	A ₂	20–25	161	667	725	58	0,1	0,2	3,0
2 ряда люпина + N120P120K120	A ₀	0–1	6852	4856	4527	987	0,2	2,5	4,8
	A ₁	5–10	761	2341	4510	1096	0	0,2	2,4
	A ₂	20–25	838	1516	1389	276	0,1	0,2	1,1

Максимальное наличие микромицетов учтено в июне в подстилке и гумусовом горизонте почвы. В разложении опада и подстилки на этой пробной площади в августе и октябре активное участие принимали высшие грибы и дождевые черви. Количество последних в среднем составляло 3,4 шт/м².

Приведенные данные свидетельствуют о положительном влиянии люпина и минеральных удобрений на продуктивность культур, агрохимические свойства и микробиологическую активность почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ж и л к и н Б.Д. Повышение продуктивности сосновых насаждений культурой люпина. — Минск: Выш. шк., 1974. — 256 с. 2. Р и х т е р И.Э. Изменение агрохимических свойств почвы в ельнике орляково-брусничном под влиянием люпина и минеральных удобрений. — В кн.: Лесоведение и лесн. хоз-во. Минск: Выш. шк., 1977, вып. 12, с. 31—36. 3. А р и н у ш к и н а Е.В. Руководство по химическому анализу почв. — М.: Изд-во МГУ, 1970. — 488 с. 4. Т е п п е р Е.З., Ш и л ь н и к о в а В.К., П е р е в е р з е в а Г.И. Практикум по микробиологии. — М.: Колос, 1972. — 199 с. 5. Ж и л к и н Б.Д., Р о ж к о в Л.Н., Р и х т е р И.Э. Исследование почвенной микрофлоры в ельниках с междурядной культурой люпина многолетнего. — В кн.: Ботаника. Минск: Наука и техника, 1972, вып. 14, с. 60—66.

УДК 630*238

С.С.ШТУКИН (Двинская ЛОС)

РОСТ КУЛЬТУР СОСНЫ ПЛАНТАЦИОННОГО ТИПА С МНОГОЛЕТНИМ ЛЮПИНОМ

Важной особенностью современной структуры потребления древесины является быстро увеличивающийся спрос на отдельные виды лесопродукции. В Белоруссии, как и во всей стране, большой дефицит древесного сырья ощущается в строительстве и целлюлозно-бумажной промышленности. В то же время можно наблюдать ослабление спроса, а подчас и отсутствие его на мелкотоварные, листовенные лесоматериалы и дрова.

Одним из путей уменьшения дефицита нужного древесного сырья является плантационное лесовыращивание. Оно должно обеспечить ускоренное выращивание целевых (заранее заданных) сортиментов древесины. Это достигается путем сосредоточения и специализации лесовосстановления, гарантии непрерывности процесса выращивания леса, максимальной степени его механизации, использования благоприятных для выращивания породы почвенно-климатических условий [1, 2]. Плантационные культуры создают и выращивают при наиболее рациональной густоте. В них систематически вносятся удобрения, ведется борьба с сорной растительностью как механическим, так и химическим путем [3].

Леса Белоруссии имеют большое рекреационное значение. Отрицательное влияние средств химии на человека и окружающую среду будет в значительной степени ограничивать их применение. Поэтому в условиях нашей республики для сокращения сроков выращивания леса, очевидно, большое значение будут иметь режим густоты выращивания плантационных культур и биологи-