

А.В. Юрени, мл. науч. сотрудник; И.В. Соколовский, доцент

ПРИРОСТ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ПО ДИАМЕТРУ И ВЫСОТЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЧВЕННЫХ ФАКТОРОВ

The correlations between soil parameters and diameter and height increment of spruce are analyzed.

Анализ литературы по теме взаимосвязи между почвами и продуктивностью еловых насаждений показывает, что среди исследователей нет единого мнения о степени влияния тех или иных почвенных факторов на продуктивность насаждений.

На основании изучения почв атмосферного увлажнения Е.Г. Петров [1] приходит к выводу, что важнейшими факторами продуктивности лесных фитоценозов являются гранулометрический состав почвообразующей породы, строение почвенного профиля и рельеф.

В.Е. Ермаков [2] отмечает, что продуктивность насаждений зависит от механического состава почвы, ее морфологического строения и способности древесных пород использовать плодородие почвы.

По исследованиям А.Ф. Иванова [3], ель лучше всего произрастает на почвах с pH 4,5–5,6, но часто может формировать насаждения и на более кислых почвах.

Большинство исследователей отдают предпочтение одному из почвенных факторов – водному режиму, некоторые вообще судят о продуктивности по эдафическим условиям или типам леса.

Наша оценка взаимосвязи между продуктивностью еловых насаждений и почвенными факторами исходит из того, что лесной фитоценоз есть многофакторная система и его продуктивность зависит от оптимума всех факторов. При этом необходимо учитывать, что при наличии в отрицательном балансе одного из факторов жизни растений это может сильно сказаться на продуктивности насаждений, а следовательно, не отражать ценность остальных факторов. Поэтому часто при определении зависимости полученные уравнения характеризуются низкими критериями их оценки, на основании чего можно сказать, что в анализируемом материале могут быть очень существенные отклонения по отдельным почвенным факторам.

При определении взаимосвязи почвенного плодородия с продуктивностью еловых насаждений важным моментом является выбор таксационных показателей, которые меньше всего зависели бы от возраста насаждения, так как сложно осуществить подбор одновозрастных насаждений естественного происхождения.

Для выявления взаимосвязи между почвенными факторами и наименее варьирующими таксационными показателями была взята высота, которая в незначительной степени зависит

от густоты, а для уменьшения влияния возраста будет анализироваться средний прирост по высоте, а также средний текущий прирост по диаметру за последние 5 лет, так как он в значительной степени зависит от почвенных факторов. Следует отметить, что даже на средние показатели возраст оказывает значительное влияние, в особенности, когда сравнивают приспевающие насаждения, так как в этом возрасте резко снижается темп роста деревьев.

Средний прирост по высоте определялся путем деления средней высоты ели на возраст. Средний текущий прирост ели по диаметру определялся по кернам, взятым из 10 деревьев, как средняя арифметическая величина. Исследования проводились в 28 приспевающих насаждениях ели европейской с небольшой примесью в составе других пород.

В качестве почвенных факторов для определения взаимосвязи был взят гранулометрический состав и агрохимические свойства верхнего гумусового горизонта, в котором расположена основная масса корней ели. Среди агрохимических показателей определялись содержание гумуса (%), pH, гидролитическая кислотность, содержание обменных оснований Ca^{2+} и Mg^{2+} , емкость поглощения, степень насыщенности почв основаниями, содержание подвижного фосфора и обменного калия. В гранулометрическом составе учитывали фракции: крупная пыль, илстые фракции, содержание физической глины. Также анализировалось содержание физической глины в подзолистом или подзолисто-иллювиальном горизонте, так как он в значительной мере влияет на распространение корней и накопление элементов питания в верхней части почвенного профиля. Содержание гумуса, фосфора и калия определялось в восьмикратной повторности, остальные почвенные показатели определялись в пятикратной повторности по общепринятым в почвоведении методикам [4].

Анализ зависимости прироста по диаметру и высоте от почвенных факторов проводился путем составления уравнений множественной линейной регрессии, где в качестве почвенных факторов бралось несколько свойств или данных гранулометрического состава.

Оценка уравнений связи между почвенными факторами и приростом ели по диаметру и высоте проводилась по коэффициенту множественной регрессии R^2 на 95%-ном уровне значимости [5].

Для каждого почвенного показателя был рассчитан коэффициент значимости в уравнении, который оценивался по *t*-критерию Стьюдента.

При анализе зависимости среднего прироста по высоте от двух почвенных факторов значимыми выявлены следующие (таблица): гумус и рН, гумус и гидролитическая кислотность, гумус и содержание физической глины в подзолистом горизонте ($R^2 = 0,31-0,46$); рН и фракция крупной пыли, рН и содержание физической глины в гумусовом и подзолистом горизонтах ($R^2 = 0,37-0,41$); гидролитическая кислотность и содержание физической глины в подзолистом горизонте ($R^2 = 0,31-0,41$); кальций и фракция крупной пыли ($R^2 = 0,48$); степень насыщенности почв основаниями и фракция крупной пыли ($R^2 = 0,44$).

При анализе зависимости среднего прироста по высоте от трех почвенных факторов значимыми выявлены следующие показатели: гумус, рН и содержание физической глины в гумусовом и подзолистом горизонтах ($R^2 = 0,45-0,49$); гумус, гидролитическая кислотность и содержание крупной пыли; гумус, гидролитическая кислотность и содержание физической глины в подзолистом горизонте ($R^2 = 0,55-0,58$);

При анализе зависимости среднего прироста по высоте от четырех почвенных факторов значимыми выявлены следующие показатели: гумус, рН, емкость поглощения и физическая глина в подзолистом горизонте ($R^2 = 0,62$).

При анализе зависимости среднего прироста по высоте от пяти почвенных факторов значимыми выявлены следующие показатели: гумус, рН, обменные кальций и магний, и физическая глина в подзолистом горизонте. Уравнение линейной зависимости (1) описывает данную взаимосвязь ($R^2 = 0,66$, критерий Фишера ра-

вен 8,2, критерий Стьюдента составляет 6,7, стандартная ошибка уравнения – 0,035).

$$\Pi_H = -0,019 \cdot X_1 - 0,077 \cdot X_2 + 0,028 \cdot X_3 - 0,001 \cdot X_4 + 0,004 \cdot X_5 + 0,639, \tag{1}$$

где Π_H – средний прирост ели по высоте, м; X_1 – содержание гумуса, %; X_2 – рН; X_3 – содержание магния, мг-экв на 100 г почвы; X_4 – степень насыщенности основаниями, %; X_5 – содержание физической глины в подзолистом горизонте, %.

При анализе зависимости среднего текущего прироста по диаметру за последние 5 лет от двух почвенных факторов значимыми явились следующие (таблица): кальций и калий ($R^2 = 0,62$). При анализе зависимости среднего текущего прироста по диаметру от трех почвенных факторов значимыми определены следующие показатели: гумус, обменный кальций и степень насыщенности почв основаниями ($R^2 = 0,72$); рН, обменный кальций и калий ($R^2 = 0,76$).

При анализе зависимости среднего текущего прироста по диаметру от четырех почвенных факторов установлено, что значимыми являются следующие показатели: рН, обменный кальций, магний и калий ($R^2 = 0,90$).

Анализ зависимости среднего текущего прироста по диаметру от пяти почвенных факторов дает возможность назвать значимыми следующие показатели: гумус, обменный кальций, крупная пыль, физическая глина в гумусовом горизонте и обменный калий. Уравнение линейной зависимости (2) описывает данную взаимосвязь ($R^2 = 0,88$ критерий Фишера равен 11,8, критерий Стьюдента равен 14,3, стандартная ошибка уравнения равна 0,013).

Таблица

Зависимость прироста ели европейской от почвенных факторов

Почвенные показатели					R^2	F-критерий	Ст. ошибка уравнения	t-критерий
Зависимость среднего прироста по высоте								
Гумус	рН	Ф. гл. гум. гор.			0,45	6,5	0,042	6,2
Гумус	рН	Ф. гл. подз. гор			0,49	7,7	0,041	6,5
Гумус	Гидр. кисл.	Крупн. пыль			0,55	9,9	0,038	14,7
Гумус	Гидр. кисл.	Ф. гл. подз. гор			0,58	10,6	0,038	11,4
Гумус	рН	Емк. поглощ.	Ф. гл. подз. гор		0,62	9,2	0,036	5,2
Гумус	рН	Mg ²⁺	Ст. насыщ. основан.	Ф. гл. подзол. гор	0,66	8,2	0,035	6,7
Зависимость среднего текущего прироста по диаметру за последние 5 лет								
Ca ²⁺	K ₂ O				0,62	8,9	0,020	19,8
Гумус	Ca ²⁺	Ст. нас. осн.			0,72	8,4	0,018	8,2
рН	Ca ²⁺	K ₂ O			0,76	10,5	0,016	5,7
рН	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ₂ O		0,90	21,1	0,011	6,9
Гумус	Ca ²⁺	K ₂ O	Крупн. пыль	Ф. гл. подз. гор.	0,88	11,8	0,013	14,3

$$P_D = 0,010 \cdot X_1 - 0,054 \cdot X_2 - 0,001 \cdot X_3 + 0,001 \cdot X_4 - 0,003 \cdot X_5 + 0,241, \quad (2)$$

где P_D – средний текущий прирост по диаметру за последние 5 лет, мм; X_1 – содержание гумуса, %; X_2 – содержание кальция, мг-экв на 100 г. почвы; X_3 – содержание калия, мг на 100 г. почвы; X_4 – содержание крупной пыли, %; X_5 – содержание физической глины в гумусовом горизонте, %.

Некоторые почвенные факторы в уравнениях множественной регрессии не были значимы по критерию Стьюдента (содержание подвижного фосфора, обменного магния и калия, емкость поглощения), однако при включении их в уравнение множественной линейной регрессии коэффициент детерминации значительно повышался.

Взаимосвязь между почвенными факторами и средним приростом по высоте несколько ниже, чем между почвенными факторами и средним текущим приростом по диаметру за последние 5 лет. Это объясняется тем, что средний прирост по высоте рассчитывается за весь период роста, а средний текущий прирост по диаметру – за последние годы. В то же время почвенные показатели несколько изменяются с возрастом насаждения, а определены они только за последние годы.

Из приведенных результатов можно сделать следующий вывод: на прирост ели по диаметру и высоте в значительной степени влияет содер-

жание в верхнем гумусовом горизонте гумуса, гидролитическая кислотность, кальций и содержание крупной пыли, а также физической глины в подзолистом или подзолисто-иллювиальном горизонте.

В целом почвенные условия являются главным определяющим фактором продуктивности еловых насаждений. Достижение максимального прироста ели возможно только при оптимальных почвенных условиях и факторах окружающей среды.

Литература

1. Петров Е.Г. Водный режим и продуктивность лесных фитоценозов на почвах атмосферного увлажнения. – Мн.: Наука и техника, 1983. – 213 с.
2. Ермаков В.Е. Динамика прироста деревьев по типам условий местопроизрастания. – В сб.: Лесоведение и лесное хозяйство. – Мн.: Вышэйшая школа. – 1975. – Вып. 13. – С. 95–101.
3. Иванов А.Ф. Рост древесных растений и кислотность почв. – Мн.: Наука и техника, 1970. – 218 с.
4. Блинцов И.К., Забелло К.Л. Практикум по почвоведению. – Мн.: Выш. школа, 1979. – 207 с.
5. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1984. – 424 с.