

УДК: 631.811:630*161.32: 674.032.475.442:631.962.2

ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ НАСАЖДЕНИЯ НА МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ И БИОЛОГИЧЕСКУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ОНТОГЕНЕЗЕ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ЧЕРНОЗЕМЬЕ

Лебедев Евгений Валентинович, кандидат биологических наук, доцент
ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия»
603107, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 97. тел. 8 (908) 153-41-08,
proximus77@mail.ru

Ключевые слова: сосна обыкновенная, чистая продуктивность фотосинтеза, минеральное питание, биологическая продуктивность, онтогенез, густота.

Получены количественные данные чистой продуктивности фотосинтеза, минеральной и биологической продуктивности и характера связи между ними у сосны обыкновенной в культурах разной густоты в Центральном Черноземье. Показана неспецифическая реакция растений на ухудшение условий питания с возрастом.

Введение

Повышение продуктивности лесов невозможно без знания количественных данных работы листового аппарата и корневой системы, тесно связанных функционально на уровне организма, когда на растение действует комплекс внешних факторов. Данные о фитомассе древостоев большей частью получены на модельных деревьях, когда надземная часть фракционируется на стволы, ветви и хвою, а подземная извлекается со значительной потерей активных корней, что не позволяет судить о количественной стороне работы хвои и корней в различных условиях и в онтогенезе. Однако таблицы по фитомассе лесов Северной Евразии, составленные Усольцевым [10], при моделировании ТХР древесных растений на уровне организма позволяют существенно расширить знания об их биологии в онтогенезе, используя данные модельных микрополевых опытов [4] и климатические показатели [3]. Задача работы – преобразуя таксационные данные [10] в физиологические, получить количественные показатели чистой продук-

тивности фотосинтеза, минеральной и биологической продуктивности, оценить связь между ними у сосны обыкновенной в онтогенезе.

Методика

Анализировали табличные данные [8] культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) лесостепи Центрально-Чернозёмной области, составленные по материалам [10]. Возрастной период от 15 до 80 лет с интервалом 5 лет. Густоты: очень редкие, редкие, средней густоты и густые – 4,7, 5,54, 6,15 и 7,7 тыс. экз./га в 15 лет соответственно. Безморозный период 140 дней. Сумма осадков – 500 мм/год. Массы корней, хвои, древесины стволов и сучьев пересчитывали на одно растение по возрастам. Поверхность хвои определяли по [6] на свежем материале. На 1 г сухой хвои приходилось 90 см² поверхности. Длительностью вегетации считали безморозный период, так как отрицательные температуры резко снижают активность хвои [9]. Чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) определяли за каждый период в г/м²день [5]. Депонирование углерода в рас-

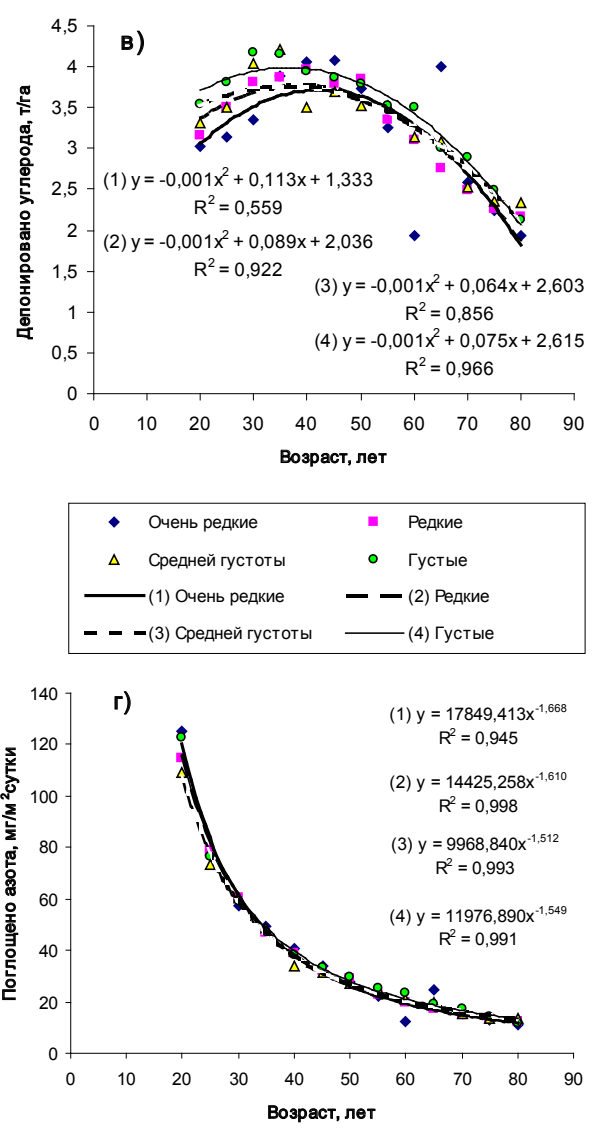
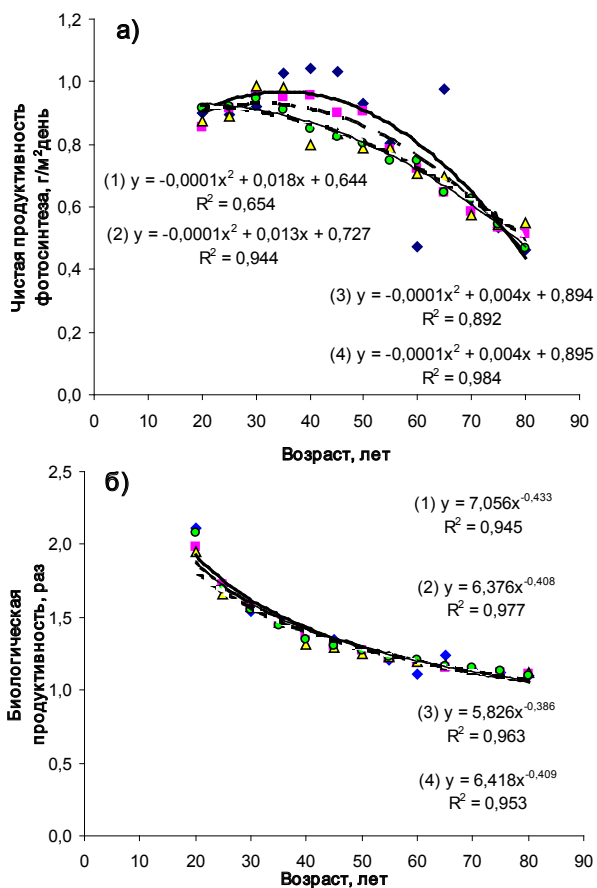


Рис. 1. Чистая продуктивность фотосинтеза, минеральная и биологическая продуктивность и депонирование углерода у сосны обыкновенной при разной густоте в онтогенезе в лесостепи Центрального Черноземья

чёте на га определяли по [1]. Активную поверхность корней растения определяли по данным наших модельных микрополевых опытов [4]. В силу высокого постоянства морфологии активных корней в пределах растения (диаметра, длины активного корня, величины удельной активной поверхности корневой системы (УАПКС) и длины корней, приходящихся на единицу массы корневой пряди диаметром 2-3 мм), для расчёта активной поверхности корней растения применяли средние УАПКС и длину активных корней, приходящихся на единицу массы пряди: 3,5 см²/м и 21 м/г соответственно [4]. На 1 г сухой массы пряди приходилось 73,5 см² активной поверхности корней. Листовой аппарат и активная часть корневой системы – две стороны единого процесса питания, и между ними существует тесная функци-

ональная связь. Отношение корневого потенциала (КП) к фотосинтетическому (ФП) в наших опытах [4] было в среднем равно 0,20, следовательно, в функциональном отношении 1 м² активной поверхности корней обслуживал 5,0 м² хвои. По средним значениям отношения поверхности активных корней к поверхности хвои, полученным в модельных опытах, определяли поверхность активных корней растения и долю их в массе корней в каждом возрасте (которая в наших опытах не превышала 3% массы корней растения). Эта величина и использовалась в дальнейших расчётах. Вычисленные размеры КП в каждом возрасте позволяют определить минеральную продуктивность корней целого растения [5]. С растений разного возраста брали пробы хвои, ветвей, стволов и корней разного диаметра, группи-

ровали по органам и определяли содержание N, P, K, Ca и Mg по [7]. Содержание элементов в единице массы дерева в каждом периоде определено с учётом соотношения между органами. Потребность в элементах при формировании единицы массы у растений очень стабильна и контролируется генетически, несмотря на варьирование условий произрастания [2]. Поэтому полученные нами данные использованы в расчетах. Биологическую продуктивность (БП) находили по относительному увеличению исходной массы растения в сравниваемых периодах.

Результаты

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) при всех схемах загущения (рис. 1а) снизилась с возрастом в 1,8-2,2 раза (r = от -0,707 до -0,962). Биологическая продуктивность (БП) падала с возрастом независимо от густоты (рис. 1б) в 1,5-1,6 раза (r = от -0,884 до -0,914). Количество углерода, депонированного фотосинтетическим аппаратом в расчёте на 1 га (рис. 1в) за период онтогенеза, уменьшалось в 1,8-2,1 раза (r = от -0,510 до -0,835). Несмотря на то, что показатели ЧПФ, БП и депонирования углерода при разных густотах были очень близкими, средняя масса растений и поверхность хвои, приходящаяся на массу растения, в очень редких культурах по сравнению с густыми были в 1,5 и 1,2 раза больше соответственно. Минеральная продуктивность (МП) падала с возрастом в 8,2-11,2 раза по азоту (рис. 1г). При этом наблюдалась тенденция снижения МП от очень редких насаждений до средней густоты и всплеском в густых. Связь поглощения N с возрастом была высокой отрицательной во всех вариантах (r = от -0,865 до -0,886). По P, K, Ca и Mg при любой густоте наблюдалась аналогичная закономерность. С возрастом растений снижались количественные значения изучаемых показателей. Для лучшего понимания их взаимосвязи величины: БП, ЧПФ, МП (по азоту) и отношение КП/ФП были представлены в одном масштабе в виде доли от максимальных значений, выраженных в процентах (рис. 2). Физиологические показатели сравнивали с усвоением корнями азота – ведущего элемента питания. При растущей с возрастом нехватке азота и падении МП снижалась ЧПФ, а значит, и БП. Связь МП с ЧПФ и БП была высокой

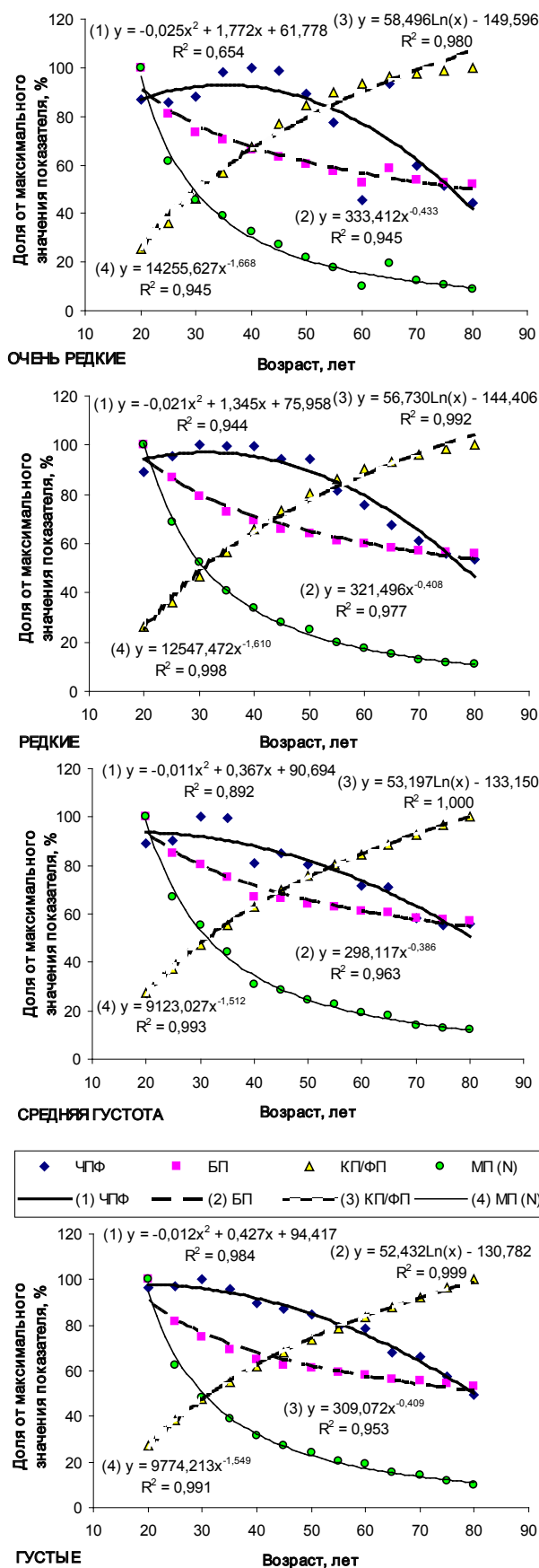


Рис. 2 - Основные физиологические показатели растений сосны обыкновенной при разной густоте в онтогенезе в лесостепи Центрального Черноземья

положительной (r был на уровне от 0,488 до 0,727 и от 0,997 до 0,999 соответственно для всех густот). Отношение КП/ФП в онтогенезе у всех насаждений возросло в 4,7-5,5 раза и падало с ростом густоты в 1,16 раза в пределах опыта. С возрастом в насаждениях при всех густотах падала функциональная связь корневой системы с хвоей. Связь между КП/ФП с возрастом была высокой положительной ($r =$ от 0,961 до 0,986), а с МП – высокой обратной (r варьировал от -0,935 до -0,960 в зависимости от густоты). Корреляции КП/ФП с БП и ЧПФ также были отрицательными (r варьировал соответственно от -0,945 до -0,978 и от -0,559 до -0,909). В условиях нарастающей в онтогенезе нехватки элементов в насаждениях при всех густотах корневая система не могла резко активизировать поглотительную активность, и для улучшения условий питания на уровне организма смещалось соотношение КП/ФП в пользу корней, что позволяло обеспечивать растение дополнительными количествами элементов для поддержания фотосинтеза. Поэтому при низкой обеспеченности растений элементами увеличение роста корней для освоения новых почвенных горизонтов является ответной неспецифической адаптивной реакцией и позволяет растениям длительное время стабилизировать БП при прогрессирующем снижении концентрации элементов. Особенности изменения физиологических показателей в онтогенезе в сравнении с поглощением азота и их связи были аналогичны у растений при всех густотах и при сравнении их с поглощением P, K, Ca и Mg.

Выводы

1. ЧПФ, БП, количество депонированного углерода и МП в онтогенезе падали в 1,8-2,2, 1,5-1,6, 1,8-2,1 и в 18,7-23,6 раза соответственно при всех густотах. ЧПФ, БП и депонирование углерода при различной густоте были очень близкими, но средняя масса растений и поверхность хвои, приходящаяся на массу растения, в очень редких культурах по сравнению с густыми были в 1,5 и 1,2 раза больше соответственно.
2. При всех густотах в онтогенезе связь поглощения корнями азота с БП была высокой положительной ($r =$ от 0,997 до 0,999).

При сравнении величин ЧПФ и БП с поглощением P, K, Ca и Mg результаты были близкими с данными по азоту.

3. С возрастом при ухудшении питания наблюдалась неспецифическая адаптивная реакция растений – увеличение КП относительно ФП, что улучшало питание и дало возможность поддерживать фотосинтез на жизненно необходимом уровне.

4. Данный способ преобразования таксационных данных в физиологические позволяет получать количественные данные фотосинтетической активности, минеральной и биологической продуктивности растений на уровне организма в онтогенезе и может использоваться для разработки путей повышения их продуктивности.

Библиографический список

1. Бобкова, К.С. Содержание углерода и калорийность органического вещества в лесных экосистемах Севера / К.С. Бобкова, В.В. Тужилкина // Экология. 2000, № 1. С. 69–71.
2. Ильин, В.Б. Элементарный химический состав растений. Факторы его определяющие / В.Б. Ильин // Известия Сиб. отд. АН СССР. 1977. № 10. Сер. биол. науки. Вып. 2. С. 3-14.
3. Курнаев, С.Ф. Лесорастительное районирование СССР / С.Ф. Курнаев. - М.: Изд-во АН СССР. 1973. 203 с.
4. Лебедев, В.М. Морфологические, функциональные и физиологические особенности активной части корневой системы лесобразующих пород Волго-Вятского региона / В.М. Лебедев, Е.В. Лебедев // Агрохимия. 2011, № 4. С. 38–44.
5. Лебедев, В.М. Взаимосвязь биологической продуктивности и поглотительной деятельности корней хвойных пород в онтогенезе в зоне южной тайги России / В.М. Лебедев, Е.В. Лебедев // Агрохимия/ 2012, № 8, с. 9–17.
6. Ничипорович, А.А. О методах учёта и изучения фотосинтеза как фактора урожайности / А.А. Ничипорович // Тр. ИФР АН СССР. 1955. т. 10. С. 210-249.
7. Радов, А.С. Практикум по агрохимии / А.С. Радов, И.В. Пустовой, А.В. Корольков. - М.: Колос. 1971. 335 с.
8. Рубцов В.И. Биологическая продук-

тивность сосны в лесостепной зоне /В.И. Рубцов, А.И. Новосельцева, В.К. Попов, В.В. Рубцов. – М.: Наука. 1976. 223 с.

9. Суворова, Г.Г. Фотосинтез хвойных деревьев в условиях Сибири / Г.Г. Суворова

//Новосибирск: Гео, 2009. 192 с.

10. Усольцев, В.А. Фитомасса лесов Северной Евразии: нормативы и элементы географии / В.А. Усольцев // Екатеринбург: УрО РАН. 2002. 763 с.

УДК 574.43

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ КАК ФАКТОР, ВЛИЯЮЩИЙ НА КАЧЕСТВО ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Губейдуллина Зейтуна Менагировна, кандидат биологических наук, доцент

Починова Татьяна Владимировна, кандидат биологических наук, старший преподаватель

Дежаткина Светлана Васильевна, кандидат биологических наук, доцент

Технологический институт – филиал ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»

433510, Ульяновская область, г. Димитровград, ул. Куйбышева, 310,
Телефон (84235)2-07-27, 7-30-19, 7-28-57

Ключевые слова: окружающая среда, тяжелые металлы, сельскохозяйственные животные, качество продукции, экологические свойства, почва, техногенные зоны, технологии

Качество животноводческой продукции определяется уровнем накопления солей тяжелых металлов в почвенно-растительном покрове пастбищ, где выращиваются растительные корма для животных.

В современных условиях техногенеза деятельность человека оказывает огромное влияние на окружающую среду, в больших количествах происходит заражение почв газообразными, жидкими и твердыми отходами производства [1, 2, 4, 5, 6]. В большинстве регионах РФ, в том числе и в Ульяновской области, в результате техногенных выбросов происходит существенное нарушение экологического равновесия, снижается продуктивность почвенного покрова, загрязняется растительность и кормовые угодья солями тяжелых металлов, фенолами и другими химическими токсикантами.

В соответствии с рекомендациями ООН и её комитетов одной из основных программ, которая направлена на удовлетворение глобальных нужд человечества, наряду с охраной окружающей среды, является программа снабжения человека пищей. Хи-

мические вещества, находящиеся в отходах, попадая в почву, воздух, воду, растительные сообщества, а затем и в продукцию сельского хозяйства, переходят по экологическим звеньям из одной цепи в другую и попадают в организм человека [1, 3, 4, 6]. Поэтому приоритетным направлением современности является получение экологически чистой продукции животноводства, так как все чаще в ней обнаруживаются нитраты, пестициды, тяжелые металлы и другие вредные вещества в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации и опасных для здоровья человека [3, 7, 8].

В связи с этим возникает необходимость оценить последствия и спрогнозировать накопление токсикантов в продуктах растительного и животного происхождения, определить темпы миграции, разработать и внедрить новые технологии по снижению их