

УДК 630*23

О.И. Гаврилова¹, В.К. Хлюстов², И.В. Морозова³^{1, 3}Петрозаводский государственный университет²Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева

Гаврилова Ольга Ивановна родилась в 1957 г., окончила в 1979 г. Петрозаводский государственный университет, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесного хозяйства ПетрГУ. Имеет 42 печатные работы по проблемам лесных культур и лесных питомников.
Тел.: (8142) 71-10-43



Хлюстов Виталий Константинович родился в 1954 г., окончил в 1976 г. Казахский государственный сельскохозяйственный институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой лесоводства Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К.А.Тимирязева, академик РАЕН, МАНВШ. Имеет более 110 печатных работ в области лесного хозяйства и статистических методов моделирования.
E-mail: vitakhlustov@mail.ru



Морозова Инна Владимировна родилась в 1971 г., окончила в 1994 г. Петрозаводский государственный университет, преподаватель кафедры лесного хозяйства ПетрГУ. Имеет 3 печатные работы.
Тел.: (8142) 71-10-43



ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕЙНИКА ЛЕСНОГО НА СПЛОШНЫХ ВЫРУБКАХ В СОСНЯКАХ ЧЕРНИЧНЫХ ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ

Изучены особенности развития вейника лесного по средней высоте, наземной и подземной массе растений на подготовленных минерализованных полосах в течение вегетационного периода и за 5 лет после обработки почвы. Рассмотрены первичные сукцессии вейника по распространенности вида и его проективному покрытию. В результате статистического моделирования основных показателей роста получен ряд уравнений регрессии.

Ключевые слова: лесовосстановление, лесные культуры, вырубки, напочвенный покров, вейник лесной.

Большая часть всех лесных культур (60...70 %) в Карелии создается в черничных и близких к ним условиях произрастания. Согласно классификации типов вырубок в южной части республики после рубки черничников могут формироваться вейниковые, луговиковые, вейниково-луговиковые и вейниково-широкотравные типы вырубок. Рассматривая закономерности формирования напочвенного покрова, многие исследователи отмечали, что к пионерным видам растительности в первую очередь относятся вейник лесной (*Calamagrostis arundinacea* Roth.), луговик извилистый (*Deschampsia flexuosa* (L.) Trin.) и иван-чай (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) [1, 2, 4]. Именно эти виды, быстро захватывая пространство, становятся основ-

ными конкурентами культур хвойных пород за свет и влагу на ранних стадиях роста. Создавая мощную дернину в относительно богатых типах условий местопрорастания среднетаежной подзоны, злаки не дают возможности семенам прорасти при естественном возобновлении хвойных пород, и в конечном итоге на этих вырубках формируются низкобонитетные смешанные елово-березовые древостои.

При формировании искусственно создаваемых лесов существенную роль играют конкурентные отношения между живым напочвенным покровом на вырубках и естественным возобновлением лиственных пород, часто вегетативного происхождения. В связи с этим необходимо исследовать динамику развития напочвенного покрова на подготовленных под лесные культуры почвах.

Цель нашей работы – изучить развитие вейника лесного на минерализованных полосах в течение всего вегетационного периода, а также по годам после подготовки почвы, его среднюю высоту, наземную и подземную массу растений; рассмотреть первичные сукцессии вейника по распространенности вида и его проективному покрытию.

Объектом исследования служила рубка 1995 г., образовавшаяся после рубки соснового древостоя III класса бонитета в черничном типе леса на территории Матросского учебно-опытного лесничества Пряжинского лесхоза. Тип рубки вейниково-луговиковый, рельеф ровный, степень задернения средняя. По данным А.М. Крышень [3], на вырубках встречается 231 вид сосудистых растений из 143 родов и 56 семейств. Из них только 28 видов можно считать постоянными представителями ценофитической флоры вырубков. Состав напочвенного покрова на изучаемой площади по обилию следующий: вейник лесной, или тростниковидный (*Calamagrostis arundinacea* Roth.), луговик извилистый (*Deschampsia flexuosa* (L.) Trin), иван-чай (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), ожика волосистая (*Luzula pilosa* (L.) Willd.), дудник лесной (*Angelica silvestris* L.), золотая розга (*Solidago virgaurea* L.), омалотека лесная (*Gnaphalium silvaticum*), брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.), черника (*V. myrtillus* L.), вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris* (L.) Hill.), в понижениях сфагновые мхи (*Sphagnum*), на уплотненной почве кукушкин лен (*Polytrichum commune* L.). Почва – подзол иллювиально-железистый супесчаный, завалуненный.

В течение 5 лет после подготовки почвы и посадки растений в последних числах каждого месяца вегетационного периода (с мая по сентябрь) на минерализованных полосах закладывали по 100 пробных площадок размером 1 м², всего их было 2500. Процент проективного покрытия вырубкой растениями определяли глазомерно, подсчитывали число генеративных побегов. На пробных площадках скашивали все растения, разбирали по видам, измеряли и взвешивали после сушки до абс. сухого состояния. Модельные растения выкапывали, отмывали корневые системы, определяли соотношения массы наземной и подземной частей после высушивания.

Вейник лесной встречался на 95 % пробных площадок вырубкой. Это многолетнее растение с широкой фитоценофитической амплитудой для сред-

нетаежной подзоны произрастает как на открытых участках, так и под пологом леса, где, как правило, находится в угнетенном состоянии и размножается семенами только в «окнах». После рубки древостоев начинает обильно куститься, массово цветет и плодоносит. Корни в основном находятся в лесной подстилке, поэтому могут за короткое время проникать на обработанную площадь. Быстро растет и размножается, а затем постепенно освобождает пространство под натиском древесных пород. Анализ взаимоотношений вейника лесного с другими доминантами лесного покрова показал его устойчивый рост и развитие в течение 5 лет после минерализации почвы. Он господствует до появления пород или видов растительности, обеспечивающих значительное затенение площади. По данным многих авторов [2–5] и нашим наблюдениям, начиная с 5-го года, после существенного разрастания иван-чая и древесных растений вейник постепенно вытесняется.

Основными задачами исследования было выявить закономерности изменения средней высоты, процент проективного покрытия вейника и нарастание наземной и подземной биомассы в течение вегетации по годам после минерализации почвы.

Опытный материал всесторонне проанализирован и систематизирован. При исследованиях по моделированию процессов роста соблюдали системность в компоновке опытного материала, опираясь на многомерные методы анализа. В результате статистического моделирования средней высоты травостоя получено уравнение регрессии вида

$$H_{\text{ср}} = \exp(-1,86449 + 1,079509 \ln D - 0,0774 \ln^2 D + 2,815882 \ln \Gamma - 0,87138 \ln^2 \Gamma); \quad (1)$$

$$R^2 = 0,995; t = \{3,9; 4,4; 2,5; 34,5; 19,4\},$$

где $H_{\text{ср}}$ – средняя высота вейниковой части травостоя;

D – число дней от начала вегетации (при среднесуточной температуре более $+5^\circ \text{C}$);

Γ – год после проведения подготовки почвы.

Модель справедлива при значениях Γ от 1 до 5 лет и D от 10 до 140 дн. (продолжительность вегетационного периода в южной части Карелии в среднем 135...145 дн.).

Графическая интерпретация модели представлена на рис. 1. Максимальное увеличение высоты травостоя наблюдается на второй и третий годы после обработки почвы, в течение четвертого и пятого годов показатели близки. Небольшие темпы изменения средней высоты, к тому же, объясняются конкуренцией с другими видами растительности, вероятнее всего с иван-чаем. Начиная с пятого года, высота практически не изменяется.

Высота вегетативных побегов вейника – показатель более или менее постоянный.

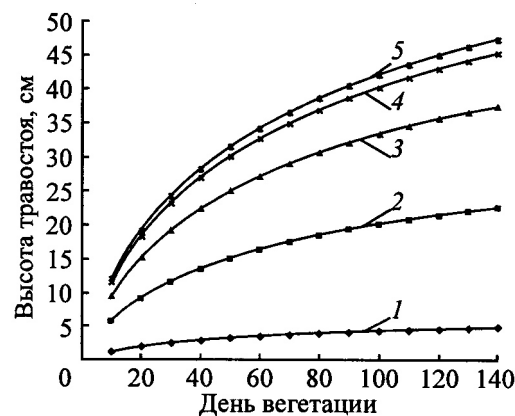


Рис. 1. Изменение средней высоты вейника лесного в течение периода вегетации: 1, 2, 3, 4, 5 – данные соответственно на первый, второй, третий, четвертый и пятый годы

К концу сезона вегетации она должна быть примерно одинаковой в любой год жизни растения. Небольшая высота травостоя в первые годы после рубки объясняется тем, что не на всех пробных площадях имелся вейник, а ее увеличение в последующие годы связано не столько с ростом растений, сколько с повышением обилия вейника (от 5 % в первый год после создания минерализованных полос до 95 % на пятый год).

Другим важным показателем, характеризующим развитие напочвенного покрова, является его проективное покрытие. Выявлено, что процент проективного покрытия (Π) зависит от числа лет после минерализации почвы и дней после начала вегетации. Статистическая модель имеет вид

$$\Pi = \exp(-0,99767 - 0,02892\ln^2 D + 4,49722\ln \Gamma - 1,31027\ln^2 \Gamma); \quad (2)$$

$$R^2 = 0,995; t = |8,6; 6,4; 30,2; 14,9|.$$

Средний процент проективного покрытия через год после минерализации полос был незначительным, однако уже на второй год увеличился до 5...9 %, а к концу пятого года превышал 40 %. Как и для средней высоты, максимальное увеличение темпов роста вейника наблюдается на второй и третий годы после подготовки почвы.

При анализе наземной массы вейника лесного (M_n) по годам после подготовки почвы и дням вегетации получено уравнение регрессии

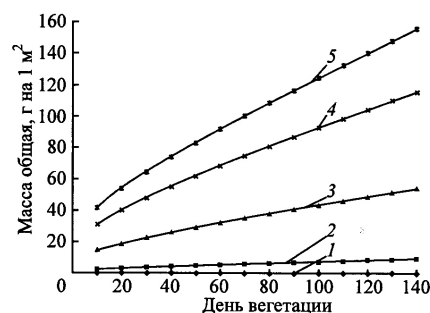
$$M_n = \exp(-5,00793 + 0,05767\ln^2 D + 9,65997\ln \Gamma - 3,00852\ln^2 \Gamma); \quad (3)$$

$$R^2 = 0,991; t = |16,2; 4,8; 24,8; 13,3|.$$

Уже в течение второго года после рубки наземная масса растения увеличивается существенно (в 5–6 раз), а в последующие годы примерно в 3 раза.

С увеличением возраста до 5 лет активность накопления биомассы в течение сезона возрастает постоянно, что связано с развитием подземной части растения и аккумулярованием питательных веществ в корневищах. При таких темпах роста вейник уже через несколько лет покрывал бы всю территорию вырубki, однако затенение иван-чаем и естественное возобнов-

Рис. 2. Развитие общей массы вейника лесного в течение периода вегетации. Обозначения см. на рис. 1



ление лиственных пород в основном порослевого происхождения способно уменьшить его доминирование. Развитие подземной и наземной массы растения взаимосвязано. К пятому году после начала развития растения масса корневищ превышает массу наземной части. Значимыми показателями для построения пространственно-временной модели являются день от начала вегетации и год после подготовки почвы. При этом масса корней весной бы-

ла несколько меньше осенней, что, по-видимому, связано с отмиранием их части в зимнее время. Таким образом, для массы подземной части вейника после анализа данных получено уравнение

$$M_{\text{п}} = \exp(-5,34258 + 0,07738 \ln^2 D + 8,42286 \ln \Gamma - 2,16028 \ln^2 \Gamma); \quad (4)$$

$$R^2 = 0,973; \quad t = |9,9; 3,7; 12,4; 5,5|.$$

Для общей биомассы растения модель имеет вид

$$M_{\text{общ}} = \exp(-4,45406 + 0,0687 \ln^2 D + 8,96553 \ln \Gamma - 2,54942 \ln^2 \Gamma); \quad (5)$$

$$R^2 = 0,984; \quad t = |10,9; 4,3; 17,6; 8,6|.$$

Графическое изображение модели (5) представлено на рис. 2. Развитие общей биомассы растения, выраженное в граммах абс. сухого вещества на 1 м^2 минерализованной полосы, соответствует основным закономерностям развития наземной и подземной частей растения.

Кроме модели роста биомассы в связи с годом развития и днем вегетационного периода исследованы значимые показатели для накопления биомассы и выяснено, что она зависит в большей степени от средней высоты растения и дня от начала вегетации, чем от давности обработки почвы и процента проективного покрытия. На основании уравнений (3) – (5) и моделирования биомассы вейника лесного получены уравнения связи биомассы со средней высотой растения и днем вегетации. Так, для роста наземной части уравнение имеет вид

$$M_{\text{н}} = \exp(-3,80387 - 1,01832 \ln D + 3,35656 \ln H_{\text{ср}}); \quad (6)$$

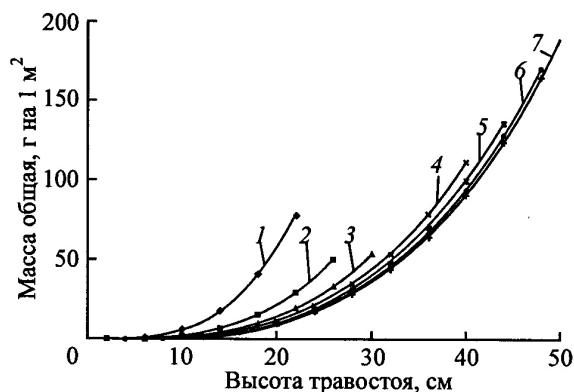
$$R^2 = 0,990; \quad t = |8,7; 10,1; 41,9|.$$

Графически модель представляет собой веер кривых, по которым, зная высоту травостоя и день от начала вегетации, достаточно легко определить массу наземной части вейника лесного на подготовленной минерализованной почве. Исследование наиболее значимых показателей, проведенное для массы подземной части вейника, показало наличие таких же зависимостей от высоты травостоя и дня вегетации, а также года после проведения обработки почвы:

$$M_{\text{п}} = \exp(-3,52404 - 4,70068 \ln D + 0,52373 \ln^2 D + 0,60147 \ln^2 \Gamma + 2,66064 \ln H_{\text{ср}}); \quad (7)$$

$$R^2 = 0,997; \quad t = |2,6; 6,6; 5,8; 9,5; 37,2|.$$

Рис. 3. Изменение средней общей массы растений вейника лесного в течение вегетационного периода: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 – соответственно 20, 40, 60, 80, 100, 120 и 140 дн.



При исследовании накопления общей биомассы вейником лесным

наиболее значимыми оказались высота травостоя и день от начала вегетации:

$$M_{\text{общ}} = \exp(3,02539 - 4,12786 \ln D - 0,40295 \ln^2 D + 3,26412 \ln H_{\text{ср}}); \quad (8)$$
$$R^2 = 0,992; t = |1,2; 3,0; 2,4; 40,2|.$$

Графическое изображение модели (8) представлено кривыми, исходящими из начала координат (рис. 3).

Таким образом, выяснено и математически обосновано, что средняя высота растения зависит от дня вегетации и в большей степени от года после проведения минерализации почвы. Максимальный прирост по средней высоте растения наблюдается на второй и третий годы после создания минерализованных полос, на четвертый и особенно пятый год прирост уменьшается, видимо, в связи с конкуренцией с лиственными породами и более высоким иван-чаем.

Процент проективного покрытия и сумма наземной и подземной биомассы также в большей степени зависят от года после проведения минерализации почвы. Безусловно, это связано с накоплением питательных веществ в корневищах растения, что способствует максимальному развитию растения на третий-четвертый год после начала роста. Уменьшение темпов роста на пятый год свидетельствует о постепенной последующей замене растений на вырубке более конкурентоспособными видами.

Изменение средней биомассы на единице площади зависит в основном от высоты травостоя и дня вегетации, а накопление подземной массы еще и от года после проведения обработки почвы.

Кратность проведения уходов за сеянцами хвойных пород при создании культур после вырубке сосняков черничных в условиях южной Карелии в конечном итоге определяют высота травостоя, биомасса растений, их количество и процент проективного покрытия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бельков, В.П. Влияние травяного покрова на рост и продуктивность лесных насаждений [Текст]: обзор /В.П. Бельков, А.К. Семенова. – М.: ЦБНТИлесхоз, 1973. – 23 с.
2. Воронова, В.С. О типах вырубок Карелии [Текст] / В.С. Воронова // Вопросы лесоведения и лесной энтомологии в Карелии. – М.; Л., 1962. – С. 5–21.
3. Крышень, А.М. Динамика растительности на свежих вырубках в ельниках черничных [Текст] / А.М. Крышень // Лесоведение. – 1998. – № 6. – С. 55–62.
4. Ронконен, Н.И. Вырубки и естественное возобновление на них [Текст] / Н.И. Ронконен // Лесовосстановление в Карельской АССР и Мурманской области. – Петрозаводск, 1965. – С. 36–65.
5. Шубин, В.И. Лесные культуры [Текст] / В.И. Шубин // Лесовосстановление в Карельской АССР и Мурманской области. – Петрозаводск, 1975. – С. 66–121.

Поступила 21.08.06

О.И. Gavrilova¹, V.K. Khlyustov², I.V. Morozova³

^{1, 3}Petrozavodsk State University

²Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Regularities of Forest Bluejoint Formation on Clear-cut Areas in Bilberry Pine Stands of Southern Karelia

Peculiarities of forest bluejoint development are studied according to mean height, surface and underground plant mass on prepared mineralized strips during the vegetation period and over 5 years after soil treatment. Primary successions of blue joint are analyzed according to species amount and its projective cover. A number of regression equations was obtained resulting from statistic simulation of the main growth factors.

Keywords: reforestation, forest cultures, clear-cut areas, ground cover, forest bluejoint.
