

ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС. ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

УДК 621.9

А. С. Федоренчик, доцент; М. Е. Семенюк, магистрант

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ РАЗРАБОТКИ ЛЕСОСЕК НА РУБКАХ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАЛОГАБАРИТНОЙ ТЕХНИКИ

The basic circuits of work of small-sized tractor technics for wood conditions of Belarus are considered, at various kinds of cutting of intermediate and cutting of principal-harvesting. Schedules of dependence of productivity of minitechnics from production factors are constructed, at the various organization of work on wood-cutting area.

Введение. Основным источником древесного сырья в Республике Беларусь являются лесные ресурсы, общий запас которых составляет около 1,4 млрд. м³ при суммарном ежегодном приросте древесины в 26...28 млн. м³. Объем лесозаготовок по всем видам лесопользования равен приблизительно 14,3 млн. м³. На рубки промежуточного пользования приходится около 4,3 млн. м³ древесины от общего объема лесозаготовок.

Условия лесозаготовительного производства Республики Беларусь имеют свои особенности. Лесосечный фонд характеризуется значительной изреженностью, высокой степенью заболоченности, неодинаковой густотой дорог и значительными колебаниями размеров лесосек, отводимых в рубку.

С учетом этого, а также множества видов и способов рубок выбор оптимального технологического процесса лесозаготовок должен проводиться для конкретных природно-производственных условий в соответствии с требованиями устойчивого ведения лесного хозяйства. А это, в свою очередь, требует наличия лесозаготовительной техники различного типа, отличающейся массой, габаритами, мощностью, видом технологического оборудования.

В лесхозах республики различные виды рубок промежуточного и главного пользования выполняются практически идентичными системами машин. Использование бензиномоторных пил и колесных тракторов среднего класса на трелевке в сильно отличающихся своими

размерами, возрастом, густотой древостоях не позволяет оптимизировать технологический процесс лесозаготовок в этих условиях по причине завышения энергозатрат на заготовку 1 м³, роста площадей лесосеки под организационно-технологические элементы, увеличения степени повреждений у остающегося на дорашивание древостоя при несплошных рубках и нерационального использования потенциальных возможностей трелевочной техники.

1. Классификация и схемы применения малогабаритной тракторной техники (МГТТ). В настоящее время одним из вариантов решения проблемы может явиться применение МГТТ. В западноевропейских и скандинавских странах данный тип машин широко используется для подтрелевки лесоматериалов к технологическим коридорам, заготавливаемых в условиях загущенных насаждений, низкой несущей способности грунтов, при разработке небольших по площади лесонасаждений.

Для систематизации знаний о них и оценки возможностей применения в природно-производственных условиях страны нами выполнена классификация вышеуказанных машин (таблица).

В таблице показано, что все многообразие МГТТ может быть сгруппировано в 3 типа. Для промышленного использования целесообразно рекомендовать прежде всего «профессиональный тип». Типы машин «мини» и «стандарт» могут быть использованы в фермерских хозяйствах.

Таблица

Основные типы малогабаритной тракторной техники

Тип МГТТ	Основные классификационные признаки МГТТ		
	Масса, кг	Мощность, л. с. (кВт)	Давление на грунт, кПА
Мини	До 250	До 5,5 (4,04)	До 15
Стандарт	От 260-300	От 5,5 (4,04) до 9 (6,6)	От 16 до 20
Профессиональные	От 300 и выше	От 9 (6,6) и выше	Выше 20

Отметим, что мини-техника может иметь различное технологическое оборудование: лесовозный прицеп, самозагружающийся лесовозный прицеп, механический кран, установленный совместно с гидравлической лебедкой, и др. Для уменьшения ручного труда на МГТТ устанавливается гидроманипулятор с челюстным захватом или совмещенный гидроманипулятор с механической лебедкой.

На сегодняшний день при использовании мини-техники на рубках ухода существует ряд схем разработки лесосек.

На (рис. 1) представлена схема заготовки древесины при прореживании в молодняках с возрастом не более 15 лет. В этом случае используется мини-трактор типа «железная лошадь» шведской фирмы Husqvarna, предназначенный для трелевки деревьев. Он снабжен коником с треугольными зубьями для лучшего фиксирования перемещаемого дерева. На полянке трактор совершает челночные ходы.

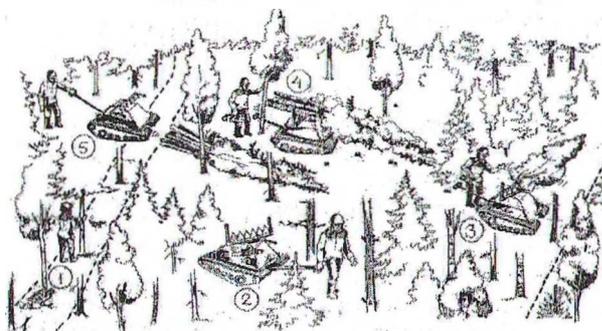


Рис. 1. Схемы заготовки деревьев при прореживании лесонасаждения

Валку деревьев, погрузку их на коник, управление трактором и выгрузку осуществляет один и тот же рабочий. Вместе с трактором он синхронно продвигается вглубь насаждения, останавливаясь у очередного вырубленного дерева, которое валит на коник. После достижения требуемой загрузки рабочий подводит трактор к технологическому коридору, где осуществляет выгрузку тонкомерных деревьев. Уложенные вдоль технологического коридора пачки деревьев в дальнейшем могут перерабатываться на топливную щепу передвижной рубительной машиной или процессором на сортименты [2].

При проведении рубок, как правило, в средневозрастных насаждениях для условий Республики Беларусь при заготовке сортиментов можно рекомендовать применение МГТТ, работающей по следующим 4 схемам:

1. Валку леса, обрезку сучьев, раскряжевку хлыстов, погрузку сортиментов и их транспортировку в пункт складирования древесины и выгрузку выполняет оператор мини-трактора.

2. Валку леса, обрезку сучьев, раскряжевку хлыстов выполняет вальщик. Погрузку сорти-

ментов, их транспортировку в пункт складирования древесины и выгрузку выполняет оператор мини-трактора.

3. Валку леса, обрезку сучьев, раскряжевку хлыстов, погрузку сортиментов, их подтрелевку к магистральному волоку и выгрузку – выполняет оператор мини-трактора. Подвозку пачек лесоматериалов на погрузочный пункт выполняет оператор погрузочно-транспортной машины (ПТМ).

4. Валку леса, обрезку сучьев, раскряжевку хлыстов выполняет вальщик. Погрузку сортиментов, подтрелевку их к магистральному волоку выполняет оператор мини-трактора. Транспортировку лесоматериалов на погрузочный пункт выполняет оператор погрузочно-транспортной машины.

2. Аналитические исследования эффективности работы МГТТ. В целях анализа эффективности этих схем были получены формулы, характеризующие производительность техники в данных условиях.

Производительность МГТТ в общем виде выражается формулой

$$\Pi = \frac{(T - t_{п-з}) \cdot A \cdot \varphi}{T_{ц}} \quad (1)$$

где T – продолжительность смены, с; $t_{п-з}$ – время на выполнение подготовительно-заключительных операций, с; A – объем единицы готовой продукции, м³; φ – коэффициент использования времени смены.

Для анализа влияния различных природно-производственных факторов, размерных показателей лесосеки и технических характеристик машины на её производительность требуется детализация формулы (1).

Время цикла, когда весь комплекс работ выполняет один рабочий, можно определить из выражения:

$$\begin{aligned} T_{ц} = & \frac{l_{х.х.}}{v_x} + \left(\frac{100}{v_{м.д.}} \cdot \sqrt{\frac{V}{q \cdot k_i}} + t_{пр} + t_{ор} + \right. \\ & + \frac{\pi \cdot d_c^2 \cdot p}{4 \cdot \Pi_{ч.п.} \cdot \varphi_{з.о.}} + t_{ср} + \frac{F}{\Pi_{ч.п.} \cdot \varphi_{з.о.}} + \frac{2 \cdot l_x}{v_{м.о.}} + \frac{l_x}{v_{д.р.}} + \\ & + \frac{\pi \cdot d^2 \cdot p}{4 \cdot \Pi_{ч.п.} \cdot \varphi_{з.в.}} \cdot \left(\frac{l_x - l_b}{l_c} + 1 \right) + t_y \cdot \frac{M}{V} + \frac{l_p}{v_p} + \\ & \left. + t_a \cdot \frac{M \cdot (l_x - l_b)}{V \cdot l_c} \right) \quad (2) \end{aligned}$$

где $\frac{l_{х.х.}}{v_x}$ – время на холостое движение машины, с;

$\frac{100}{v_{м.д.}} \cdot \sqrt{\frac{V}{q \cdot k_i}}$ – время передвижения моториста между деревьями, с;

$t_{пр}$ – время подготовки рабочего места, с; $t_{ор}$ – время на при-

ведение оборудования в рабочее положение, с; $\frac{\pi \cdot d_c^2 \cdot p}{4 \cdot \Pi_{ч.п.} \cdot \Phi_{з.о.}}$ – время на выполнение подпилы и спиливание дерева, с; $t_{ст}$ – время на сталкивание и падение дерева, с; $\frac{F}{\Pi_{ч.п.} \cdot \Phi_{з.о.}}$ – время на обрезку сучьев, с; $\frac{2l_x}{v_{м.о.}}$ – время движения моториста вдоль ствола, с; $\frac{l_x}{v_{д.р.}}$ – время на перемещение хлыста по ролику, с; $\frac{\pi \cdot d^2 \cdot p}{4 \cdot \Pi_{ч.п.} \cdot \Phi_{з.в.}} \cdot \left(\frac{l_x - l_b}{l_c} + 1\right) + t_y$ – время на раскряжевку хлыста и укладку сортиментов, с; $\frac{l_p}{v_p}$ – время на транспортировку древесины, с; $t_b \cdot \frac{M \cdot (l_x - l_c)}{V \cdot l_c}$ – время на выгрузку пачки сортиментов, с [1].

Производительность МГТТ по второй схеме, где предусмотрена работа двух человек, имеет свои особенности. В этом случае производительность рабочего, занятого валкой, обрезкой сучьев и раскряжевкой, рассчитывается отдельно от производительности оператора МГТТ, выполняющего погрузку и транспортировку древесины.

Время цикла обработки одного дерева вальщиком определится по формуле

$$T_{ц} = \frac{100}{v_{м.д.}} \cdot \sqrt{\frac{V}{q \cdot k_i}} + t_{п.р.} + \frac{\pi \cdot d_c^2 \cdot p}{4 \cdot \Pi_{ч.п.} \cdot \Phi_{з.в.}} + t_{ст} + \frac{F}{\Pi_{ч.п.} \cdot \Phi_{з.о.}} + \frac{2 \cdot l_x}{v_{м.о.}} + \frac{\pi \cdot d^2 \cdot p}{4 \cdot \Pi_{ч.п.} \cdot \Phi_{з.в.}} \cdot \left(\frac{l_x - l_b}{l_c} + 1\right) \quad (3)$$

Время, затрачиваемое на операции по трелевке древесины в расчете на одну пачку, найдется из выражения

$$T_{ц} = t_c + t_y \cdot \frac{M}{V} + t_{р.х.} + t_b \cdot \frac{M \cdot (l_x - l_b)}{V \cdot l_c} + t_{х.х.}, \quad (4)$$

где t_c – время на сбор лесоматериалов, с; $t_y \cdot \frac{M}{V}$ – время на укладку сортиментов на коники, с; $t_{р.х.}$ – время на рабочий ход машины, с; $t_b \cdot \frac{M \cdot (l_x - l_b)}{V \cdot l_c}$ – продолжительность выгрузки

пачки, с; $t_{х.х.}$ – время на холостой ход машины, с [1].

Использование мини-техники при сортиментной заготовке древесины имеет ряд своих отличий по отношению к схеме, представленной на рис. 1. В комплект технологического оборудования входит коник, установленный на базе мини-трактора, и комби-прицеп, который присоединяется к трактору. В задней части прицепа имеется приемный ролик, на который валится дерево, что облегчает обрезку сучьев, так как дерево находится в приподнятом относительно земли положении.

По данной технологии (рис. 2) разработка лесосеки начинается с крайней правой полосы.

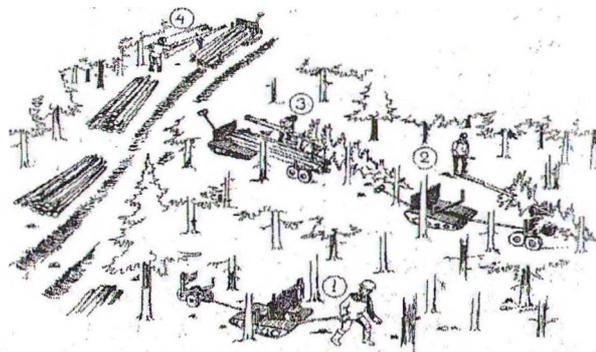
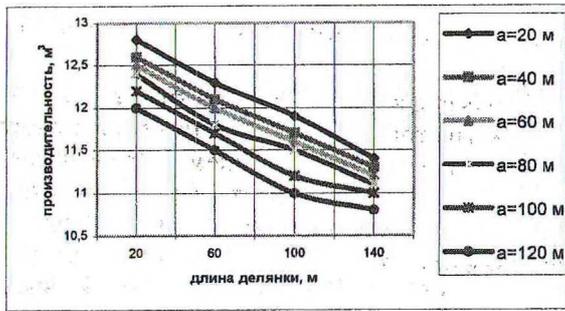


Рис. 2. Схема заготовки сортиментов на рубках ухода

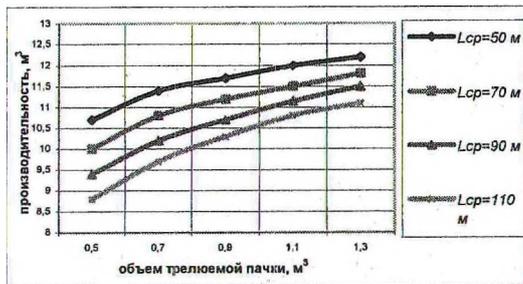
Оператор подводит машину непосредственно к вырубаемому дереву, производит валку, обрезку сучьев и раскряжевывает хлыст на сортименты нужной длины. Затем производится погрузка и транспортировка сортиментов к технологическому коридору, где осуществляется их выгрузка. По окончании выгрузки технологический процесс повторяется снова. В соответствии со схемой в условиях деланки движение оператора представлено в виде петли [2].

Аналогичным образом, но с разделением функций заготовки и транспортировки выполняется работа по второй схеме. Учет влияния на производительность МГТТ таких факторов, как параметры деланки, среднее расстояние трелевки $l_{ср}$, объем трелюемой пачки, для первой схемы представлен на рис. 3 а, б, для второй технологической схемы на рис. 3 в, г).

Одним из перспективных вариантов технологии сортиментной заготовки древесины может явиться применение малогабаритной техники в комплексе с погрузочно-транспортной машиной (рис. 4). МГТТ используется для подтрелевки древесины к технологическому коридору, а погрузочно-транспортная машина осуществляет вывозку на погрузочный пункт.



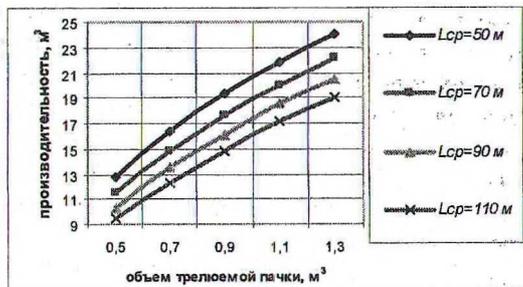
a



б



в



г

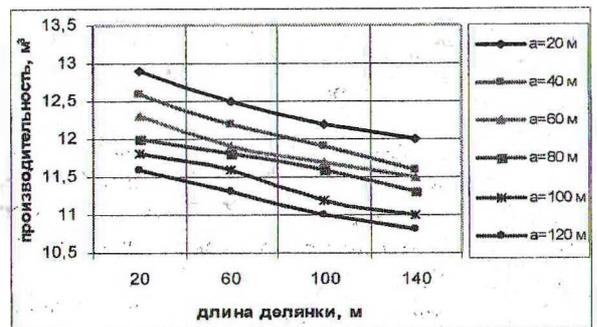
Рис. 3. Зависимости производительности мини-техники от параметров делянки, объема трелеваемой пачки и среднего расстояния трелевки, где мини-трактор является основной трелевочной единицей: а, б – обслуживание техники одним рабочим; в, г – обслуживание техники двумя рабочими

Согласно данной технологии могут быть организованы работы по 3-й и 4-й схемам, отличающимся количеством используемых рабочих и разделением выполнения операций валки дерева, его обработки, подтрелевки сортиментов к волоку и вывозки древесины на погрузочный пункт.

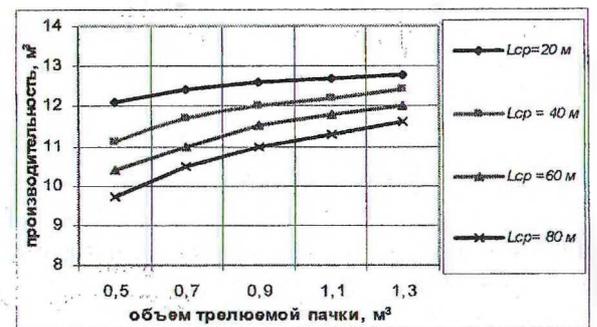


Рис. 4. Схема заготовки сортиментов на рубках ухода в комплексе с погрузочно-транспортной машиной

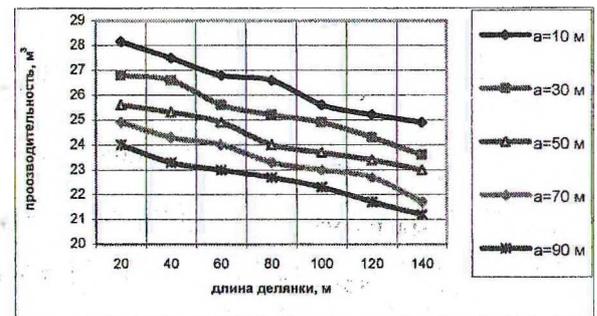
Зависимости производительности мини-техники от параметров делянки, среднего расстояния трелевки, объема трелеваемой пачки для 3-й и 4-й схем представлены на (рис. 5).



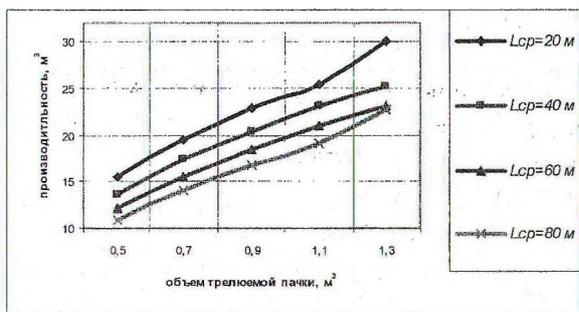
a



б



в



2

Рис. 5. Зависимости производительности мини-техники от параметров делянки, объема трелюемой пачки и среднего расстояния трелевки при совместной работе мототрактора и ПТМ:

а, б – обслуживание техники одним рабочим;
в, г – обслуживание техники двумя рабочими

Выводы. Анализируя результаты, представленные на (рис. 3 и 5), можно отметить, что производительность МГТТ при разделении функций валки, обрезки сучьев и трелевки как по схемам рис. 3 в, г, так и по схемам рис. 5 в, г выше, чем при выполнении всех операций одним оператором в зависимости от длины делянки в 1,6–2,2 раза.

Важное влияние на производительность оказывает объем трелюемой пачки. Так, для всех схем при изменении объема пачки от 0,5 до 1,1 м³ наблюдается устойчивый рост производительности с учетом других параметров в 1,4–1,8 раза.

Ширина делянки для всех схем оказывает меньшее влияние, чем длина. Так, увеличение ширины делянки с 60 до 120 метров приводит к уменьшению производительности МГТТ до 30%, что указывает на возможность ее увеличения, а следовательно, расстояния между

пасечными волокнами. Тем самым может быть уменьшена суммарная площадь пасечных волокон, что особенно важно при разработке насаждений, имеющих жизнеспособный подрост.

На основании такого заключения для практики может быть рекомендован ряд технологических схем как на рубках главного, так и промежуточного пользования.

Например, на рубках главного пользования при заготовке сортиментов системой машин (бензиномоторная пила + ПТМ + МГТТ) (рис. 6) ширина пасек в отличие от традиционной схемы разработки лесосеки системой машин (бензиномоторная пила + ПТМ) может быть увеличена в 2–3 раза. Это позволит не только сохранить подрост и улучшить состояние лесосеки после рубки, но и увеличит производительность ПТМ за счет вывозки сортиментов подтрелюемых МГТТ из «мертвой зоны» к пасечному волоку и уложенных в минипакеты.

Как и для всей лесной техники, обеспечивающей транспортировку лесоматериалов, одним из важнейших факторов, влияющих на производительность МГТТ, является среднее расстояние трелевки.

При этом потери производительности с увеличением расстояния трелевки по любой схеме больше сказываются в том случае, когда оператор МГТТ не выполняет операции, связанные с валкой и последующей обрезкой сучьев.

В целях выравнивания производительностей вальщика, осуществляющего обрезку сучьев и раскряжевку хлыстов, и оператора МГТТ, а следовательно, достижения максимальной производительности по комплексу работ целесообразно в большинстве случаев за МГТТ закреплять площади от 250 до 500 м².

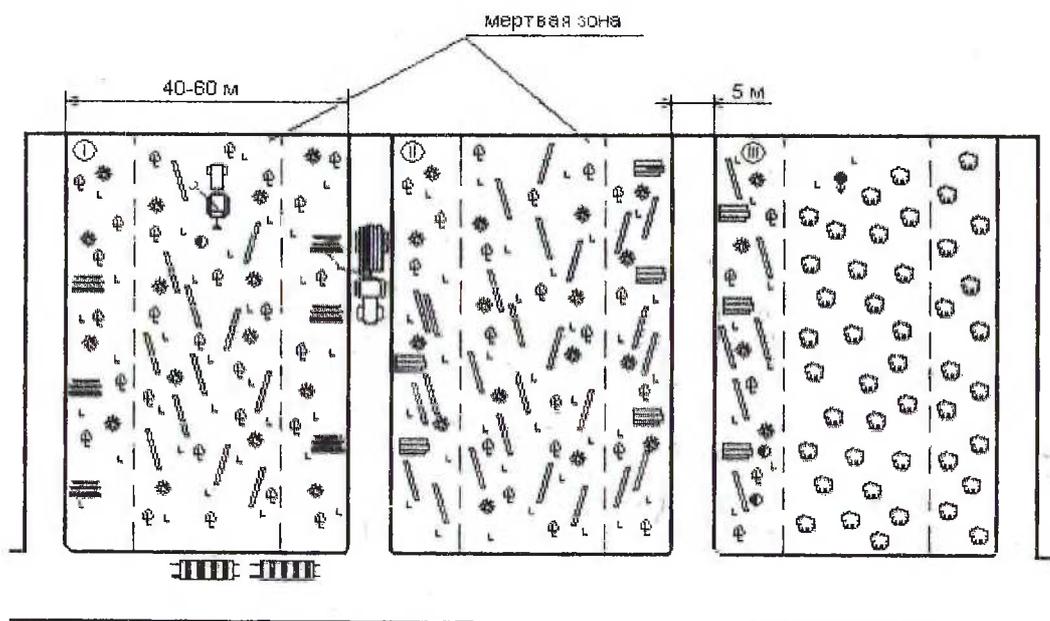


Рис. 6. Технологическая схема разработки лесосеки системой машин бензиномоторная пила + ПТМ + МГТТ

При проведении рубок ухода в молодняках и загущенных лесонасаждениях наиболее эффективным является использование МГТТ по схеме 1. В этом случае, несмотря на некоторое уменьшение производительности, обеспечивается наибольшая совместимость МГТТ с лесной средой, уменьшается количество и степень повреждения остающегося на доращивание древостоя, менее разрушаются лесные почвогрунты и уничтожается подрост.

Таким образом, применение МГТТ представляет практический интерес как на рубках главного, так и промежуточного пользования.

Внедрение же современных колесных модификаций МГТТ вследствие их более высокой маневренности и перемещения сулит большие выгоды.

Литература

1. Ширнин, Ю. А. Технология и оборудование малообъемных лесозаготовок и лесовосстановление / Ю. А. Ширнин, Ф. В. Пошарников. – Йошкар-Ола, 2001. – С. 122–132.
2. Small Scale technology in Forest. Skogsaktuellt nr 4 SLU Info/Skog. – Garpennberg Sweden, 1993. – P. 13–14.