

УДК 630*231

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.6.39

**РАЗВИТИЕ НИЖНИХ ЯРУСОВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ
ПОД ПОЛОГОМ ТРОПИЧЕСКОГО ЛЕСА В УСЛОВИЯХ ВЬЕТНАМА****Н.В. Беляева¹, д-р с.-х. наук, проф.;** *ResearcherID:* [W-2629-2017](#),*ORCID:* [0000-0001-8673-2824](#)**Нгуен Тхи Тху Хьонг¹, аспирант****Д.А. Данилов², д-р с.-х. наук, проф.****А.В. Грязькин¹, д-р биол. наук, проф.;** *ResearcherID:* [C-6699-2018](#),*ORCID:* [0000-0002-7901-2180](#)¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия, 194021;

e-mail: galbel06@mail.ru, nguyenuhong143@gmail.com, lesovod@bk.ru

²Ленинградский НИИСХ «Белогорка», ул. Институтская, д. 1, дер. Белогорка, Ленинградская область, Россия, 188338; e-mail: stown200@mail.ru

Приведены результаты исследований естественного возобновления древесных пород на постагрогенных землях и землях бывших поселений в условиях Вьетнама. Для эксперимента использованы земли парка Кук Фьонг, ранее затронутые хозяйственным воздействием. Были подобраны два опытных объекта: земли бывших поселений и постагрогенные земли. При закладке пробных площадей, проведении исследований и обработке полученных результатов использованы методики, разработанные вьетнамскими учеными, а также сотрудниками кафедры лесоводства Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета. Исследования показали, что на землях бывших поселений состав подроста относительно сложный. Число видов, присутствующих в составе подроста, колеблется от 2 до 9. Данные породы являются пионерами на начальном этапе восстановления древесной растительности на землях бывших поселений и имеют большое экологическое значение, но короткий жизненный цикл. В составе подроста встречаются также виды, имеющие длинный жизненный цикл. Они, как правило, светолюбивы, быстро растут и способны выдержать конкуренцию с другими видами за элементы питания и свет. Во взрослом возрасте они присутствуют в составе древостоя. Наличие этих видов увеличивает видовое разнообразие древесных пород и повышает устойчивость насаждения в целом. На постагрогенных землях состав подроста относительно простой. Число видов, присутствующих в его составе, колеблется от 2 до 4, что в 2 раза ниже, чем на землях бывших поселений. Эти растения имеют короткий жизненный цикл, незначительное экономическое значение и обладают низкой способностью к конкуренции за свет и элементы питания. Виды, имеющие длинный жизненный цикл, на постагрогенных землях отсутствуют. И на землях бывших поселений, и на постагрогенных землях преобладает жизнеспособный и крупный по высоте подрост семенного происхождения. На обоих объектах видовое разнообразие живого напочвенного покрова и подлеска невелико и практически одинаково. Живой напочвенный покров представлен травами и полукустарниками, подлесок – кустарниками. Это светолюбивые, быстрорастущие виды. Среднее проективное покрытие живого напочвенного покрова и подлеска на обоих участках превышает 85 %, что затрудняет развитие подроста древесных пород. В целом подрост, живой напочвенный покров и подлесок на землях бывших поселений более разнообразны по видовому составу и структуре, чем на постагрогенных землях. Однако густота подроста на обоих участках недостаточна для формирования в дальнейшем высокопродуктивного тропического фитоценоза. В связи с этим и на землях бывших поселений и на постагрогенных землях необходимо осуществлять меры содействия последующему успешному лесовозобновлению.

Для цитирования: Беляева Н.В., Нгуен Тхи Тху Хьонг, Данилов Д.А., Грязькин А.В. Развитие нижних ярусов растительности под пологом тропического леса в условиях Вьетнама // Лесн. журн. 2019. № 6. С. 39–51. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.6.39

Ключевые слова: постагрогенные земли, земли бывших поселений, естественное лесовозобновление, нижние ярусы растительности, подрост, подлесок, живой напочвенный покров

Введение

Тропический лес Вьетнама, имея сложную структуру и многоярусность, способствует интенсивному круговороту воды и ограничению вредного воздействия природных факторов (сильные ветры, температурные колебания и т. п.), гарантирует безопасность людей, живущих в этом регионе. Поэтому роль тропического леса очень важна для экономики страны и жизни общества.

Тропический дождевой лес имеет весьма высокое биоразнообразие и видовое богатство, поэтому он привлекал многих ученых, таких как Р. Катинот (1965), Ю. Одум (1975) и др. Эти авторы изучали морфологическую структуру леса на основе лесных карт и планов. Структурные элементы характеризовались и классифицировались с использованием концепции жизненных форм растений, зон перекрытия видов, популяций. Их работы заложили основу для будущих прикладных исследований.

В 60-х гг. прошлого века Р. Катинот изучал морфологическую структуру лесов Африки. Основное внимание он уделял экологическим факторам, обуславливающим формирование структуры насаждений, пользуясь при этом классификациями и понятиями о жизненных формах и ярусности растительности [9].

Ю. Одум усовершенствовал теорию экологической системы (экосистемы), сформулированной Тэнслеем еще в 1935 г. Эта теория дает научное обоснование для изучения структурной характеристики тропического леса с экологической точки зрения [11].

Однако уже в 70-х гг. XX в. Г.Н. Баур [1] впервые исследовал экологические проблемы эксплуатации леса в целом и тропического леса в частности, детально изучил факторы, влияющие на структуру леса, а также лесохозяйственные мероприятия, которые применяются во влажном тропическом лесу. По мнению автора, в тропических лесах Вьетнама выполняются лесохозяйственные мероприятия, направленные на достижение двух различных целей: первая – улучшение смешанных и разновозрастных лесов путем вырубki перестойных и малоценных деревьев для создания оптимальных условий роста более перспективных экземпляров, вторая – содействие возобновлению леса. Лесовозобновление осуществляется искусственным путем или освобождением яруса возобновляющегося подроста из-под полога древостоя в целях замены деревьев, удаленных в процессе рубки. Автор обобщил большой опыт лесозащиты в условиях тропического леса.

Проблематика вырубki лесов и последствий этого воздействия на восстановление растительного покрова во Вьетнаме нашла отражение в работах ряда авторов [14–16, 24].

За последние 30 лет изучению экологии и структуры лесных биоценозов Вьетнама уделяется значительное внимание, что обусловлено необходимостью вести лесное хозяйство целенаправленно и более интенсивными методами, при этом сохраняя биоразнообразие лесных экосистем [19, 22, 23].

Проведены многочисленные исследования, посвященные изучению структуры древостоев вторичных лесов, и проанализированы процессы восстановления после вырубок в различных географических районах Вьетнама, освещены вопросы совместного использования лесов и выращивания сельскохозяйственных культур [17, 21, 24, 25].

Однако вопрос восстановительных стадий лесов на постагрогенных землях региона исследования до настоящего времени не был освещен в полной мере.

Цель данной работы – изучение особенностей возобновления нижних ярусов растительности (подроства, подлеска и живого напочвенного покрова) на постагрогенных землях и землях бывших поселений в условиях Вьетнама.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являлись земли национального парка Кук Фьонг, ранее (до переселения) затронутые хозяйственным воздействием со стороны жителей селения Данг. Этот парк был создан в 1962 г. по решению государственных органов в целях сохранения его лесного фонда, природы и биоразнообразия; развития экологического туризма; исследования и изучения лесных проблем. Территория парка покрыта разнообразным растительным покровом. Почвы парка образованы на известковых горных породах, обладают хорошей способностью удерживать воду, имеют средний размер механических элементов гранулометрического состава, обладают рыхлостью (60...65 %), богаты гумусом (4...5 %), т. е. имеют хорошие агрохимические свойства. Все это позволяет называть их плодородными.

Были подобраны два опытных объекта: 1 – земли бывших поселений; 2 – постагрогенные (бывшие сельскохозяйственные) земли. На каждом объекте закладывали не менее 3 лент. На каждой ленте располагалось по 15 пробных площадей (ПП) размером 250 м² (10 × 25 м). На каждой ПП заложено 6 учетных площадок площадью 4 м² (2 × 2 м). Учетные площадки расположены случайно [4, 5, 10].

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили общепринятыми методами с использованием Excel [13, 26]:

$$m = 5 \lg n; \quad (1)$$

$$k = (X_{\max} - X_{\min})/m, \quad (2)$$

где m – количество групп деревьев; n – количество деревьев на ПП, шт.; k – расстояние между группами деревьев, м; X_{\max} , X_{\min} – максимальное и минимальное значения измеряемого параметра.

Для установления видового состава древостоев использовали метод определения уровня (*Important value* – IV , %) по Даниелу–Мармиллоду [7, 8, 20]:

$$IV_i = \frac{N_i + G_i}{2}, \quad (3)$$

где IV_i – доля i -го вида в составе древостоя, %; N_i – доля i -го вида в общем количестве деревьев, %; G_i – доля i -го вида в суммарной площади сечения на высоте 1,3 м, %.

Для определения видового разнообразия применяли индекс разнообразия, предложенный Э. Симпсоном в 1949 г. [13, 18]:

$$D_i = 1 - \sum_{x=1}^{n_i} P_i^2; \quad (4)$$

$$P_i = n_i/N, \quad (5)$$

где n_i – количество особей вида i , шт.; P_i – сравниваемые виды, шт.; N – общее количество особей, шт.

При этом индекс разнообразия Симпсона должен удовлетворять условию $0 \leq D_i \leq 1$, только в этом случае можно говорить о биоразнообразии.

Густоту подроста (численность на 1 га) определяли по формуле [13]:

$$\frac{N}{ha} = \frac{n}{S} 10\,000, \quad (6)$$

где $\frac{N}{ha}$ – количество особей, шт./га; n – количество особей одного вида или количество особей на ПП, шт.; S – площадь ПП, м².

Подрост делили на 4 категории крупности: всходы (до 0,5 м), мелкий (0,5...1,0 м), средний (1,1...1,5 м) и крупный (более 1,5 м) [3, 6, 12].

Определяли также состояние подроста по внешним признакам (жизнеспособный, нежизнеспособный, поврежденный и сухой) [3, 6, 13] и рассчитывали процент жизнеспособного, нежизнеспособного, поврежденного или сухого подроста по формуле [13]:

$$N, \% = \frac{n}{N} 100, \quad (7)$$

где n – сумма жизнеспособного, нежизнеспособного, поврежденного или сухого подроста, шт.; N – общее количество подроста, шт.

Жизнеспособный подрост делили на две категории: хороший и удовлетворительный. Поврежденный и сухой подрост относили к категории некачественного.

Проективное покрытие живого напочвенного покрова и подлеска определяли, используя методику кафедры лесоводства Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета [2].

Результаты исследования и их обсуждение

Изучение естественного возобновления леса показывает его состояние и направление развития древесного фитоценоза в будущем и является основой для научных подходов, а также для разработки лесохозяйственных мероприятий, позволяющих контролировать процесс восстановления лесов с учетом экономического развития, повышения устойчивости окружающей среды и биоразнообразия.

Характеристика подроста на ПП представлена в табл. 1.

Таблица 1

Состав подроста на объектах исследования

ПП	Состав древостоя Состав подроста	ПП	Состав древостоя Состав подроста
	<i>Объект 1 (земли бывших поселений)</i>		<i>Объект 2 (постагрозенные земли)</i>
16	3,85Rg3,85Va1,15Mt1,15Ln 2,7D2Va1,33Cl0,67S0,67Rg0,67Ch0,67Ln 0,67Dk0,62Mt	1	33,1Bl25,2Sm21,5D12,4Nh7,8N 9D1Nh

Окончание табл. 1

ПП	Состав древостоя Состав подроста	ПП	Состав древостоя Состав подроста
Объект 1 (земли бывших поселений)		Объект 2 (постраженные земли)	
17	5,33Va2Mt2Rg 0,67Tn 3,58Va2,86Mt1,43D0,71S0,71Ln0,71Lm	2	97,3D2,7Bl 5,6D2,2Bl2,2Nh
18	7,78Bl1,11Ln1,11Nh 3,32Bl1,67D1,67D1,67Nh1,67Ln	3	81,8D18,2Sm 4,7D1,5Dn1,9Bl1,9Nh
19	4,29Ln2,5Tn2,5Tr0,71D 3,33Bl3,33Ln2,22Dn1,12Dk	4	90,9D9,1Bl 6,11D2,22Va1,67Bl
20	6,67Va2,22Ln1,11Bl 3,07Bl2,31Va2,31Rg0,77Dn0,77D0,77N	6	51,6D48,4Bl 6Bl2D2Ln
21	6,66Va3,34Tn 4Nh3Bl3Va	9	35,7D33,4Ln23Bl7,9D 6,43D2,86Nh0,71Bl
22	3,86Ck3,86Bl2,28Mr 3,64Bl1,82D1,82D1,82Nh0,9Ln	10	46,5Bl29,5Nh24Sm 5,83D1,67Dn1,67S0,83N
23	3,33D1,67Va1,67Nh1,11Bl1,11Cl1,11Rg 1,99D1,33Dk1,33Rc1,07Dn1,07St1,07Cl1, 07Va1,07Hb	11	29,9Bl39,5Rg30,6D 7,5D2,5Nh
24	3,85Rg3,85Va1,15Cl1,15Bl 3,31Hb2,07Rg1,23Rg1,23Rc1,23D0,93Va	12	79,2D13,5Bl7,3Nh 7D1Nh1Ln1Va
25	6,66Bl3,34Rg 3,34Bl3,33Ln3,33Rg	13	58,4D21,8Nh19,8Bl 5Bl2,5S1,25Ln1,25Dk
26	7D3Bl 3,27D3,27Dk1,73Bl1,73S	14	51,1D31,1Ln17,8Bl 3,33Bl3,33Nh2,1Dk1,33D
27	4,54Bl2,73Rg2,73Cl 3,34Dk3,33D3,33Hb		
28	5,66Bl2,17Rg2,17Th 4D4Bl2Ln		
29	3,73Nh3,73Bl2,54Rg 4D4Bl2D		
30	5,5Bl4,5Nh 5,84D4,16Bl		

Примечание. Подрост: Rg – *Cinnamomum obtusifolium* (Roxb) Nees; Va – *Saraca dives* Pierre; Mt – *Streblus macrophyllus* Blume; Ln – *Macaranga denticulata* (Blume) Muell. Arg; S – *Dracontomelon duperreanum* Pierre; Bl – *Litsea glutinosa* (Lour.); Nh – *Bischofia javanica* Blume; Ch – *Camellia chrysantha* (Hu) Tuyama; D – *Schefflera Heptaphylla* (L.); Dk – *Radermachera ignea* (Kurz) Steenis; Lm – *Pterospermum heterophyllum* Hance; D – *Broussonetia papyrifera* (L.); Cl – *Caryodaphnopsis tonkinensis* (Lecomte) Airy Shaw; Th – *Cratoxylum cochinchinense* Blume; Dn – *Maesa perlarius* (Lour) Merr; Rc – *Carallia diplopetalata* Hand; St – *Toxicodendron succedanea* (L.) Kuntze; Hb – *Clausena lansium* (Lour.) Skeels.

Древостой: Rg – *Cinnamomum obtusifolium* (Roxb) Nees; Va – *Saraca dives* Pierre; Mt – *Streblus macrophyllus* Blume; Ln – *Macaranga denticulata* (Blume) Muell. Arg; Tn – *Cratoxylum cochinchinense* Blume; Bl – *Litsea glutinosa* (Lour.); Nh – *Bischofia javanica* Blume; Tr – *Vernicia montana* (Lour.); D – *Schefflera Heptaphylla* (L.); Ck – *Mallotus philippinensis* Lam.; Mr – *Litsea balansae* Lecomte; D – *Broussonetia papyrifera* (L.); Cl – *Caryodaphnopsis tonkinensis* (Lecomte) Airy Shaw; Th – *Cratoxylum cochinchinense* Blume, N – *Radermachera ignea* (Kurz) Steenis; Sm – *Horsfieldia amygdalina* (Wall.); S – *Amesiodendron chinense* (Merr.) Hu.

Анализ данных табл. 1 показывает, что на объекте 1 (земли бывших поселений) состав подроста достаточно сложный. Число видов, присутствующих в составе подроста, колеблется от 2 до 9. Однако следует отметить, что разница в индексах состава отдельных видов незначительная, что свидетельствует об отсутствии доминантов на данном опытном участке.

Наиболее часто встречающимися видами на землях бывших поселений являются *Broussonetia papyrifera* (L.), *Litsea glutinosa* (Lour.) и *Macaranga denticulata* (Blume) Muell. Arg. Это быстрорастущие и светолюбивые виды, которые играют особую роль в процессе восстановления леса. Они на первом этапе процесса восстановления леса сначала образуют биотоп, а затем защитный полог для прорастания и развития других древесных видов. У них короткий жизненный цикл, низкая устойчивость и конкурентоспособность в борьбе за питательные вещества и свет, и в будущем они сменяются более устойчивыми к окружающей среде видами.

В составе подроста были выявлены также виды, имеющие длинный жизненный цикл (например, *Dracontomelon duperreanum* Pierre). Хотя в подросте у таких видов коэффициент состава незначителен (это очень светолюбивые породы), но в дальнейшем они могут стать доминирующими в сообществе древесных растений благодаря их большой устойчивости к негативным биотическим и абиотическим факторам.

При рассмотрении состава подроста на объекте 2 (постагрогенные земли) установлено, что на этом объекте состав подроста относительно простой. Число видов, присутствующих в составе подроста, колеблется от 2 до 4. Доминирующими видами на постагрогенных землях являются *Broussonetia papyrifera* (L.), *Bischofia javanica* Blume, *Radermachera ignea* (Kurz) Steenis и *Saraca dives* Pierre, которые имеют короткий жизненный цикл, незначительное экономическое значение и обладают низкой способностью к конкуренции за свет и элементы питания. В связи с этим за время развития растительного сообщества они сменяются другими светолюбивыми видами, более устойчивыми и конкурентоспособными.

На объекте 2 не выявлены виды, имеющие длинный жизненный цикл, как на объекте 1. В целом на землях бывших поселений видовой состав подроста более разнообразен, чем на постагрогенных землях.

Результаты исследования качества подроста на объектах 1 и 2 представлены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели оценки качества подроста на объектах исследования

ПП	Густота подроста (численность), экз./га	Распределение подроста по категориям качества, %			Количество растений, имеющих перспективное развитие, %	Распределение подроста по источникам возобновления, %	
		Хорошие	Удовлетворительные	Некачественные		Семена	Поросль
<i>Объект 1 (земли бывших поселений)</i>							
16	600	33,33	66,67	0	100	93,33	6,67
17	560	21,43	71,43	7,14	92,86	92,90	7,10
18	240	16,67	66,67	16,66	83,34	100	0
19	360	77,78	22,22	0	100,00	100	0

Окончание табл. 2

ПП	Густота подроста (численность), экз./га	Распределение подроста по категориям качества, %			Количество растений, имеющих перспективное развитие, %	Распределение подроста по источникам возобновления, %	
		Хорошие	Удовлетворительные	Некачественные		Семена	Поросль
20	520	84,62	7,69	7,69	92,31	100	0
21	400	50,00	50,00	0	100	100	0
22	440	27,27	54,55	18,18	81,82	100	0
23	600	33,33	60,00	6,67	93,33	100	0
24	480	58,33	41,67	0	100	100	0
25	120	66,67	33,33	0	100	100	0
26	280	14,29	85,71	0	100	100	0
27	120	0	100	0	100	100	0
28	200	60,00	40,00	0	100	100	0
29	200	0	100	0	100	100	0
30	240	50,00	50,00	0	100	100	0
<i>Объект 2 (постагрогенные земли)</i>							
1	400	10,00	90,00	0	100	100	0
2	480	41,67	50,00	8,33	91,67	100	0
3	760	57,89	26,32	15,79	84,21	100	0
4	720	38,89	44,44	16,67	83,33	100	0
6	200	60,00	40,00	0	100	100	0
9	560	35,71	50,00	14,29	85,71	100	0
10	480	25,00	66,67	8,33	91,67	100	0
11	160	25,00	75,00	0	100	100	0
12	400	10,00	90,00	0	100	100	0
13	320	50,00	50,00	0	100	100	0
14	600	46,67	53,33	0	100	100	0

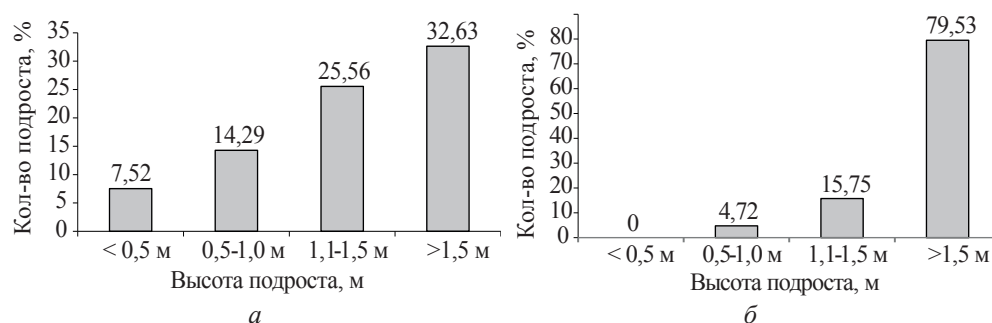
Анализ данных табл. 2 показывает, что на объектах 1 (земли бывших поселений) и 2 (постагрогенные земли) густота подроста незначительная и составляет соответственно 120...600 и 160...760 экз./га.

Можно выделить следующие причины плохого естественного лесовозобновления: удаленность от соседних лесов (источника семян); большое проективное покрытие; значительная высота живого напочвенного покрова и подлеска.

При такой густоте подроста через 18–20 лет исследуемая территория не будет полностью покрыта лесом, т. е. на ней требуется осуществлять меры содействия восстановлению леса и повышению его густоты.

Следует отметить, что на обоих объектах преобладает качественный и удовлетворительный подрост (более 80 %). В дальнейшем эти экземпляры растений смогут успешно развиваться, конкурировать за свет и элементы питания с живым напочвенным покровом и подлеском и сформировать древесный ярус. Кроме того, на большинстве объектов значительное число экземпляров подроста древесных пород имеет семенное происхождение.

В ходе анализа высотной структуры подроста установлено, что на обоих объектах преобладает крупный по высоте подрост (см. рисунок).



Распределение подроста по высоте: *а* – на землях бывших поселений; *б* – на постагрогенных землях

The distribution of undergrowth throughout the height: *a* – lands of former settlements; *b* – post-agrogenic lands

Следует отметить, что количество подроста на постагрогенных землях (объект 2) в 2,5 раза больше, чем на землях бывших поселений (объект 1). Объясняется это активным развитием живого напочвенного покрова и подлеска на объекте 2, которые составляют значительную конкуренцию мелкому и среднему подросту за свет, влагу и элементы питания. Кроме того, на объекте 1 отмечено появление всходов (до 0,5 м), которые отсутствуют на объекте 2. Это еще раз свидетельствует о том, что на землях бывших поселений естественное возобновление протекает успешнее, чем на постагрогенных землях.

Все вышесказанное подтверждается анализом развития живого напочвенного покрова и подлеска на опытных участках (табл. 3).

Таблица 3

Характеристика живого напочвенного покрова и подлеска на объектах исследования

Основные виды	Проективное покрытие, %	Высота, м
<i>Объект 1 (земли бывших поселений)</i>		
Травы: <i>Lophantherum Gracile</i> Brongn, <i>Microsorium pteropus</i> (Blume), <i>Piper betle</i> L., <i>Alpinia conchiger</i> Griff., <i>Costus speciosus</i> (J.Konig) Sm., <i>Pluchea indica</i> (L.) Less, <i>Alocasia macrorrhizos</i> (L.) G.Don, <i>Atomum villosum</i> Lour. Полукустарники: <i>Rubus fruticosus</i> Кустарники: <i>Schleichera oleosa</i> (Lour.) Merr, <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Максимальное – 100,00 Минимальное – 54,20 Среднее – 86,11	Максимальная – 1,13 Минимальная – 0,45 Средняя – 0,75
<i>Объект 2 (постагрогенные земли)</i>		
Травы: <i>Lophantherum Gracile</i> Brongn, <i>Microsorium pteropus</i> (Blume), <i>Costus speciosus</i> (J.Konig) Sm., <i>Pluchea indica</i> (L.) Less, <i>Alocasia macrorrhizos</i> (L.) G.Don,	Максимальное – 100,00 Минимальное – 55,00 Среднее – 93,72	Максимальная – 1,28 Минимальная – 0,66 Средняя – 0,92

Окончание табл. 3

Основные виды	Проективное покрытие, %	Высота, м
<i>Atomum villosum</i> Lour., <i>Piper lolot</i> C.DC., <i>Saccharum arundinaceum</i> Retz.	Максимальное – 100,00 Минимальное – 55,00	Максимальная – 1,28 Минимальная – 0,66
Полукустарники: <i>Rubus fruticosus</i>	Среднее – 93,72	Средняя – 0,92
Кустарники: <i>Schleichera oleosa</i> (Lour.) Merr		

Анализ данных табл. 3 показывает, что на обоих объектах исследования видовое разнообразие живого напочвенного покрова и подлеска невелико и практически одинаковое: количество видов составляет 10. Живой напочвенный покров представлен травами (преобладает *Lophantherum gracile* Brongn.) и полукустарниками (преобладает *Rubus fruticosus*), подлесок – кустарниками (*Schleichera oleosa* (Lour.) Merr и *Hibiscus rosa-sinensis* L.). Это светолюбивые и быстрорастущие виды, которые всегда поселяются на заброшенных землях Вьетнама.

Среднее проективное покрытие живого напочвенного покрова и подлеска на обоих участках превышает 85 %, средняя высота видов составляет более 0,75 м, что затрудняет развитие подроста древесных пород из-за усиления между ними конкуренции за свет и элементы питания.

Следует отметить, что среднее проективное покрытие живого напочвенного покрова и подлеска, а также их высота на сельскохозяйственных землях (объект 2) больше, чем на землях бывших поселений (объект 1), чем и объясняется менее успешное развитие подроста на постагrogenных землях.

Однако на подрост, достигший высоты 1,5 м и более, живой напочвенный покров и подлесок оказывают уже незначительное влияние. Корни этих деревьев глубоко проникают в почву, из которой и добывают необходимые элементы питания.

Заключение

На землях бывших поселений состав подроста относительно сложный. Число видов, присутствующих в его составе, колеблется от 2 до 9. Доминанты представлены светолюбивыми породами *Broussonetia papyrifera* (L.), *Litsea glutinosa* (Lour.) и *Macaranga denticulata* (Blume) Muell. Arg независимо от состава материнского древостоя. Данные породы являются пионерами на начальном этапе восстановления древесной растительности на землях бывших поселений и имеют большое экологическое значение, но короткий жизненный цикл. Кроме доминирующих пород, в составе подроста встречаются виды, имеющие длинный жизненный цикл, например *Dracontomelon duperreanum* Pierre. Они, как правило, светолюбивые, быстрорастущие и способные выдерживать конкуренцию с другими видами за элементы питания и свет. Во взрослом возрасте они присутствуют в составе древостоя, что увеличивает видовое разнообразие древесных пород и повышает устойчивость насаждения в целом.

На постагrogenных землях состав подроста относительно простой. Число видов, присутствующих в его составе, колеблется от 2 до 4, что в 2 раза ниже, чем на землях бывших поселений. На бывших сельскохозяйственных землях

также независимо от состава древостоя произрастают светолюбивые, быстрорастущие виды. Доминирующими являются *Broussonetia papyrifera* (L.), *Bischofia javanica* Blume, *Radermachera ignea* (Kurz) Steenis и *Saraca dives* Pierre. Эти растения имеют короткий жизненный цикл, незначительное экономическое значение и обладают низкой способностью к конкуренции за свет и элементы питания. В связи с этим за время развития растительного сообщества они сменяются другими светолюбивыми видами, более устойчивыми и конкурентоспособными. Виды, имеющие длинный жизненный цикл, на постагрогенных землях отсутствуют.

И на землях бывших поселений, и на постагрогенных землях преобладает жизнеспособный и крупный по высоте подрост семенного происхождения. В дальнейшем эти экземпляры растений смогут успешно развиваться, конкурировать за свет и элементы питания с живым напочвенным покровом и подлеском и сформировать древесный ярус.

На обоих объектах исследования видовое разнообразие живого напочвенного покрова и подлеска невелико и практически одинаково. Живой напочвенный покров представлен травами (преобладает *Lophantherum gracile* Brongn.) и полукустарниками (преобладает *Rubus fruticosus*), подлесок – кустарниками (*Schleichera oleosa* (Lour.) Merr и *Hibiscus rosa-sinensis* L.). Это светолюбивые, быстрорастущие виды, которые всегда поселяются на заброшенных землях Вьетнама. Среднее проективное покрытие живого напочвенного покрова и подлеска на обоих участках превышает 85 %, средняя высота видов составляет более 0,75 м, что затрудняет развитие подростка древесных пород из-за усиления между ними конкуренции за свет и элементы питания.

В целом подрост, живой напочвенный покров и подлесок на землях бывших поселений более разнообразны по видовому составу и структуре, чем на постагрогенных землях. Данное явление связано с тем, что многие древесные породы высаживались на указанных территориях целенаправленно местным населением.

Густота подростка на обоих участках недостаточна для формирования в дальнейшем высокопродуктивного тропического леса. В связи с этим и на землях бывших поселений, и на постагрогенных землях необходимо осуществлять меры содействия последующему успешному лесовозобновлению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Бур Г.Н. Экологические основы тропического лесопользования: пер. с англ. на вьетнам. Вьонг Тан Нхи. Ханой: Науч.-техн. изд-во, 1976. 560 с. [Baur G.N. *Ecological Basics of Tropical Forest Use*. Hanoi, Scientific and Technical Publishing House, 1976. 560 p.]
2. Беляева Н.В. Закономерности изменения структуры и состояния молодого поколения ели в условиях интенсивного хозяйственного воздействия: дис. ... д-ра с.-х. наук. СПб.: СПбГЛТУ, 2013. 353 с. [Belyaeva N.V. *Regularities of Structural and State Variation of the Spruce Young Growth under Intensive Utility Impact*: Dr. Agric. Sci. Diss. Saint Petersburg, SPbGLTU, 2013. 353 p.]
3. Беляева Н.В., Грязькин А.В. Трансформация структуры молодого поколения ели после проведения несплошных рубок // Лесн. журн. 2012. № 6. С. 44–51. (Изв. высш. учеб. заведений) [Belyaeva N.V., Gryazkin A.V. Transformation of the Spruce Young Growth Structure Subsequent to Selective and Gradual Cutting. *Lesnoy Zhurnal*

[Forestry Journal], 2012, no. 6, pp. 44–51]. URL: <http://lesnoizhurnal.ru/upload/iblock/e87/%D0%9B%D0%A56.pdf>

4. *Ву Динь Хуе*. Стандарт оценки природы // Лесохозяйств. журн. 1969. С. 28–30. [Vu Din Hue. Standard of Nature Assessment. *Lesokhozyaystvennyy zhurnal*, 1969, pp. 28–30].

5. *Ву Динь Хуе*. Обзор ситуации естественного возобновления в северных лесах Вьетнама: науч. докл. Ханой, 1975. [Vu Din Hue. *Overview of the Situation of Natural Forestation in the Northern Forests of Vietnam: A Scientific Report*. Hanoi, 1975].

6. *Грязькин А.В., Беляева Н.В.* Структура фенологических форм молодого поколения ели в условиях Ленинградской области // Лесн. журн. 2013. № 2. С. 84–92. (Изв. высш. учеб. заведений). [Gryazkin A.V., Belyaeva N.V. The Structure of Phenological Forms of the Young Generation Spruce in the Leningrad Region. *Lesnoy Zhurnal* [Forestry Journal], 2013, no. 2, pp. 84–92]. URL: <http://lesnoizhurnal.ru/upload/iblock/083/lh9.pdf>

7. *Дао Конг Хань*. Исследование структурных особенностей вечнозеленого широколиственного леса в районе Хьонг Шон провинции Хатинь и предложения технических лесоводческих мероприятий для лесоэксплуатации и ухода за лесом: дис. ... канд. лесоводств. наук. Вьетнам. науч. лесохозяйств. акад., 1996. 144 с. [Dao Kong Han. *Study of the Structural Features of the Evergreen Broad-Leaved Forest in the Area of Huong Chon, Hà Tĩnh Province and Proposed Technical Silvicultural Measures for Forest Management and Care: Cand. Agric. Sci. Diss. Vietnamese Scientific Forestry Academy*, 1996. 144 p.].

8. *Донг Шу Хьен*. Создание таблицы объема и видового числа для лесов во Вьетнаме. Ханой: С.-х. изд-во, 1974. 95 с. [Dong Shu Hien. *Creating a Table of Volume and a Form Factor of Forests in Vietnam*. Hanoi, Agricultural Publishing House, 1974. 95 p.].

9. *Катинот Р.* Лесоводство в густом лесу Африки: пер. с англ. на вьетнам. / Вьонг Тан Нхи. Ханой: Науч.-лесотехн. акад., 1965. 285 с. [Katinot R. *Silviculture in the Dense Forest of Africa*. Hanoi, Scientific and Forestry Academy, 1965. 285 p.].

10. *Нгуен Зюи Чуен*. Изучение закона распределения естественного восстановления лиственного вечнозеленого смешанного леса в Кюи Чау, Нге Ан: результаты научно-технических исследований с 1991 по 1995 г. Ханой: С.-х. изд-во, 1996. С. 53–56. [Nguyen Zui Chuen. *Study of the Distribution Law of the Natural Regeneration of Deciduous Evergreen Mixed Forest in Cui Chau, Nge An: Results of Scientific and Technical Research from 1991 to 1995*. Hanoi, Agricultural Publishing House, 1996, pp. 53–56].

11. *Одум Ю.* Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с. [Odum Yu. *Fundamentals of Ecology*. Moscow, Mir Publ., 1975. 740 p.].

12. *Фам Нгок Тхьонг*. Некоторые особенности естественного возобновления древесной растительности после сменной культивации в Бак Кан // Журн. сельского хозяйства и развития сельских районов. 2003. С. 98–104. [Fam Ngok Thyong. Some Features of the Natural Reforestation of Woody Vegetation after Shifting Cultivation in Bac Kan. *Zurnal sel'skogo khozyaystva i razvitiya sel'skikh rayonov*, 2003, pp. 98–104].

13. *Хоанг Ким Нгу, Фунг Нгок Лан*. Лесная экология. Ханой: С.-х. изд-во, 2005. 387 с. [Hoang Kim Ngu, Fung Ngok Lan. *Forest Ecology*. Hanoi, Agricultural Publishing House, 2005. 387 p.].

14. *Чан Нгу Фьонг*. Предварительные исследования леса в северном Вьетнаме. Ханой: Науч. техн. изд-во, 1970. 257 с. [Jan Ngu Phuong. *Preliminary Study of Forest in Northern Vietnam*. Hanoi, Scientific and Technical Publishing House, 1970. 257 p.].

15. Ahlbäck A.J. On Forestry in Vietnam, the New Reforestation Strategy and UN Assistance. *The Commonwealth Forestry Review*, 1995, vol. 74, no. 3, pp. 224–229.

16. De Koninck R. *Deforestation in Viet Nam*. Ottawa, ON, International Development Research Centre, 1999. 101 p.

17. Foody G.M., Curran P.J. Estimation of Tropical Forest Extent and Regenerative Stage Using Remotely Sensed Data. *Journal of Biogeography*, 1994, vol. 21, no. 3, pp. 223–244.
18. Fox J.E.D. Constraints on the Natural Regeneration of Tropical Moist Forest. *Forest Ecology and Management*, 1976, vol. 1, pp. 37–65. DOI: [10.1016/0378-1127\(76\)90006-2](https://doi.org/10.1016/0378-1127(76)90006-2)
19. Gomiero T., Pettenella D., Trieu G.P., Paoletti M.G. Vietnamese Uplands: Environmental and Socio-Economic Perspective of Forest Land Allocation and Deforestation Process. *Environment, Development and Sustainability*, 2000, vol. 2, iss. 2, pp. 119–142. DOI: [10.1023/A:1011443731674](https://doi.org/10.1023/A:1011443731674)
20. Guevara S., Meave J., Moreno-Casasola P., Laborde J. Floristic Composition and Structure of Vegetation under Isolated Trees in Neotropical Pastures. *Journal of Vegetation Science*, 1992, vol. 3, iss. 5, pp. 655–664. DOI: [10.2307/3235833](https://doi.org/10.2307/3235833)
21. Heinimann A., Messerli P., Schmidt-Vogt D., Wiesmann U. The Dynamics of Secondary Forest Landscapes in the Lower Mekong Basin. *Mountain Research and Development*, 2007, vol. 27, no. 3, pp. 232–241. DOI: [10.1659/mrd.0875](https://doi.org/10.1659/mrd.0875)
22. Morrison E., Dubois O. Sustainable Livelihoods in Upland Vietnam: Land Allocation and Beyond. *Forestry and Use Series 14*. London, International Institute for Environment and Development (IIED), 1998. 64 p.
23. Mutuo P.K., Cadisch G., Albrecht A., Palm C.A., Verchot L. Potential of Agroforestry for Carbon Sequestration and Mitigation of Greenhouse Gas Emissions from Soils in the Tropics. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 2005, vol. 71, iss. 1, pp. 43–54. DOI: [10.1007/s10705-004-5285-6](https://doi.org/10.1007/s10705-004-5285-6)
24. Tachibana T., Nguyen T.M., Otsuka K. Agricultural Intensification versus Extensification: A Case Study of Deforestation in the Northern-Hill Region of Vietnam. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2001, vol. 41, iss. 1, pp. 44–69. DOI: [10.1006/jeem.1998.1131](https://doi.org/10.1006/jeem.1998.1131)
25. Van Vliet N., Mertz O., Heinimann A., Langanke T., Pascual U., Schmoock B., Adams C., Schmidt-Vogt D., Messerli P., Leisz S., Castella J.-C., Jørgensen L., Birch-Thomsen T., Hett C., Bech-Bruun T., Ickowitz A., Vu K.C., Yasuyuki K., Fox J., Padoch C., Dressler W., Ziegler A.D. Trends, Drivers and Impacts of Changes in Swidden Cultivation in Tropical Forest-Agriculture Frontiers: A Global Assessment. *Global Environmental Change*, 2012, vol. 22, iss. 2, pp. 418–429. DOI: [10.1016/j.gloenvcha.2011.10.009](https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.10.009)
26. Zolkos S.G., Goetz S.J., Dubayah R. A Meta-Analysis of Terrestrial Aboveground Biomass Estimation Using Lidar Remote Sensing. *Remote Sensing of Environment*, 2013, vol. 128, pp. 289–298. DOI: [10.1016/j.rse.2012.10.017](https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.10.017)

DEVELOPMENT OF THE VEGETATION LOWER LAYER UNDER THE TROPICAL FOREST CANOPY IN VIETNAM

*N.V. Beliaeva*¹, Doctor of Agriculture, Prof.; ResearcherID: [W-2629-2017](https://orcid.org/0000-0001-8673-2824),

ORCID: [0000-0001-8673-2824](https://orcid.org/0000-0001-8673-2824)

*Nguyen Thi Thu Huong*¹, Postgraduate Student

*D.A. Danilov*², Doctor of Agriculture, Prof.

*A.V. Gryazkin*¹, Doctor of Biology, Prof.; ResearcherID: [C-6699-2018](https://orcid.org/0000-0002-7901-2180),

ORCID: [0000-0002-7901-2180](https://orcid.org/0000-0002-7901-2180)

¹Saint-Petersburg State Forest Technical University, Institutskiy per., 5, Saint Petersburg, 194021, Russian Federation; e-mail: galbel06@mail.ru, nguyenuhong143@gmail.com, lesovod@bk.ru

²Federal State Educational Scientific Institution “Leningrad Scientific Research Institute of Agriculture “Belogorka”, ul. Institutskaya, 1, der. Belogorka, Leningrad region, 188338, Russian Federation; e-mail: stown200@mail.ru

The article presents the study results of natural regeneration of tree species on post-agrogenic lands and lands of former settlements in Vietnam. The experiment was carried out on the lands of the Cuc Phuong National Park, previously affected by management impact. Two experimental sites were selected: lands of former settlements and post-agrogenic lands. Methods developed by the Vietnamese scientists, as well as by the staff of the Forestry Department of the Saint-Petersburg State Forest Technical University have been used when laying out study plots, carrying out research, and processing the results. The studies have revealed that the undergrowth composition on the lands of former settlements is relatively complex. The number of species presented in the undergrowth composition ranges from 2 to 9. These species are pioneers at the initial stage of woody vegetation recovery on the lands of former settlements and they are of great environmental importance, though have a short life cycle. Species having a long life cycle are also found in the undergrowth. They are usually light-demanding, fast-growing and competitive with the other species for nutrients and light. In adulthood, they are presented in the stand composition. The presence of these species increases the tree species diversity and broadly improves the stability of plantation. The undergrowth composition on the post-agrogenic lands is relatively simple. The number of species presented in it varies from 2 to 4, which is twice lower, than on the former settlements lands. These plants have a short life cycle, little economic value and low ability to compete for light and nutrients. Species that have a long life cycle are absent on the post-agrogenic lands. Viable and high undergrowth of seed origin prevails both on the lands of former settlements and on post-agrogenic lands. At both sites, the species diversity of the live ground cover and shrub layer is small and pretty much the same. The live ground cover is represented by herbs and sub-shrubs, and the shrub layer – by shrubs. These are light-demanding and fast-growing species. The average projective coverage of live ground cover and shrub layer in both sites exceeds 85 %, which complicates the development of woody species undergrowth. In general, undergrowth, live ground cover, and shrub layer on the lands of former settlements are more diverse in terms of species composition and structure, than on the post-agrogenic lands. However, the density of the undergrowth in both areas is insufficient for the formation of further highly productive tropical phytocenosis. In this regard, it is necessary to carry out assistance measures for the subsequent successful reforestation on both types of lands.

For citation: Beliaeva N.V., Nguyen Thi Thu Huong, Danilov D.A., Gryazkin A.V. Development of the Vegetation Lower Layer under the Tropical Forest Canopy in Vietnam. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2019, no. 6, pp. 39–51. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.6.39

Keywords: post-agrogenic lands, lands of former settlements, natural reforestation, vegetation lower layers, undergrowth, shrub layer, live ground cover.

Поступила 28.11.18 / Received on November 28, 2018
