

УДК 630\*52:630\*174.754+630\*16:582.475.4

*В.А. Усольцев<sup>1,2</sup>, М.М. Семышев<sup>3</sup>, А.В. Борников<sup>4</sup>, Д.С. Гаврилин<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Уральский государственный лесотехнический университет;

<sup>2</sup>Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург;

<sup>3</sup> Управление природных ресурсов и регулирования природопользования акимата Костанайской области, Казахстан;

<sup>4</sup> Оренбургский государственный аграрный университет, г. Оренбург

### **ЭКОЛОГИЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛИСТВЕННИЦЫ НА СЕВЕРНОМ И ЮЖНОМ ПРЕДЕЛАХ АРЕАЛА**



Широко распространенные бореальные и горные леса северного полушария сформированы в основном вечнозелеными видами, что объясняется более эффективным использованием элементов питания и других ресурсов среды вечнозелеными видами в сравнении с листопадными (Mooney, Gulmon, 1982). Тем не менее, лиственница, как листопадное хвойное древесное растение, является обычным видом-лесообразователем в большей части горных и бореальных лесов северного полушария. По этому поводу С. Гоуэр и Дж. Ричардс (Gower, Richards, 1990) пишут: «Повсеместное распространение лиственниц в горных и бореальных лесах является интригующей загадкой, если иметь в виду, что в жестких лесорастительных условиях вечнозеленый статус вида более предпочтителен. Поэтому лиственница должна обладать такими специфическими характеристиками, которые позволяли бы ей выживать, расти и воспроизводиться в условиях, где обычно доминируют вечнозеленые» (с. 818). По свидетельству Д.Ф. Ефремова, почвенная мерзлота сокращает у лиственницы период жизнедеятельности тонких корней, определяющих физиологическую активность дерева, до двух недель в году (цит. по: Усольцев, 2008).

Л.Н. Тюлина (1929) характеризует лиственницу из всех хвойных пород как наиболее выносливое дерево по отношению к климатическим

крайностям: она идет далее всех на север, образуя полярный предел лесной области (рис. 1), а на юге проникает далеко в Монголию, оставляя за собой прочие хвойные и образуя южную границу леса уже на границе с пустыней. Но есть и более южные местонахождения ее в Китае (Дугаржав, 1996).

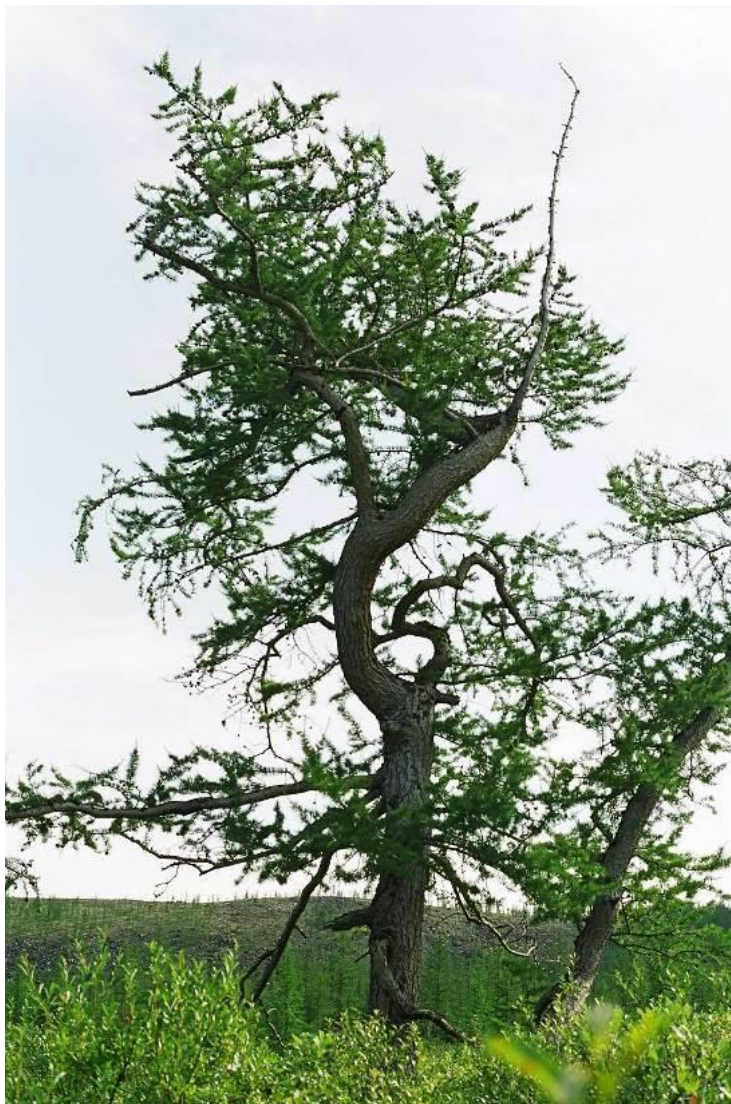


Рис. 1. Лиственница сибирская в бассейне р. Соби (Полярный Урал) на экотоне верхней границы леса. Возраст 250 лет, высота 12 м, диаметр ствола 45 см. Фото С. Г. Шиятова

Сопоставив многочисленные подтверждения выходов лиственницы на границу со степью в разных областях Сибири и на Урале, Л.Н. Тюлина (1929) делает предположение, что именно устойчивость лиственницы как к физической сухости почв на границе со степью, так и к физиологической сухости на мерзлотных грунтах, помогает ей справляться с этими крайними условиями, в которые лиственница оттесняется другими породами благодаря своему светолению.

Д.А. Герасимов (1926) относит максимум распространения лиственницы на Южном Урале к континентальному и теплому бореальному периоду и первой половине более влажного атлантического периода. В последовавший затем суббореальный период (соответствующий послеледниковому максимуму тепла, имевшему место 2-3 тыс. лет назад) и вплоть до середины более влажного и прохладного субатлантического периода (около 700 г. н. э.) лиственничные леса были вытеснены степями. В то время как в горах Монголии, начиная с субатлантического периода, вплоть до настоящего времени ареал лиственницы непрерывно сокращался (Дугаржав, 1996), на Южном Урале с середины субатлантического периода в условиях более влажного климата степи интенсивно покрывались лиственничными лесами.

В Общем Сырте (53° с. ш., 57° в.д.), примыкающем к Южному Уралу с запада, еще в конце XIX века находили совершенно здоровые лиственницы возрастом более 400 лет с корой толщиной 27 см. У основания кроны, поднятой на высоту 32 м, деревья имели диаметр 18 см. Древесина такой лиственницы – чрезвычайной твердости, «у комлевой части не берется ни пилой, ни топором; для срезки ее устраивают особые подмости, чтобы срезать ее выше человеческого роста» (Симон, 1910. С. 1137). Здесь на девонских песчаниках «...посреди насаждений имеются громаднейшие пни лиственниц и остатки от сосновых пней. При Петре эта часть леса была записана в корабельную. При Екатерине здесь проезжал академик Лепехин; он писал, что всюду видел лиственничный лес, который преобладал. Теперь лиственничных лесов незаметно» (там же, с. 1134).

Остатки этих лесов в виде «живых великанов лет 400» с диаметром на высоте груди 1,5 м Л.Н. Тюлина (1929) повсеместно встречала на опушках степных полей и юго-восточных склонах Ильменского хребта преимущественно на карбонатных породах. Они имели корявый ствол с отмершей вершиной и чрезвычайно мелкослойную древесину, т. е. несли на себе «следы более чем 300-летней жестокой борьбы леса с последними остатками степи» (с. 10).

Один из немногих уникальных памятников природы сохраняется до сих пор среди бескрайних степей Оренбуржья, в нескольких сотнях метров от границы с Казахстаном (рис. 2). Несмотря на преклонный возраст, лиственница обильно плодоносит, причем семена отличаются хорошей всхожестью. В 2012 году рядом с материнским деревом было высажено несколько саженцев из ее семян, и они успешно прижились, достигнув в 2013 году высоты около 1 м. Этот удивительный феномен противоречит хорошо известному факту, что по мере продвижения с севера на юг в зональном профиле и от подгольцового пояса к предгорьям - в высотном возрастает партенокарпия и активность конофагов, в результате чего на Южном Урале и в предгорьях Хангая выход качественных семян равен нулю (Новоженков, 1973; Яновский, 1980).

Летом 2013 года дерево было «проверено на живучесть» вандалами. Они обложили ствол дерева автомобильными покрышками и подожгли, устроив ему «инквизиторское аутодафе». Но дерево не пострадало: откуда им было знать, что толщина коры у таких ветеранов достигает четверти метра, а крона лиственницы восстанавливается из спящих почек даже после полного обгорания при верховых пожарах (Стариков, 1959).

Примерно в 70 км от этого памятника природы на территории Северного Казахстана (Камыстинское учреждение лесного хозяйства Костанайской области) подобные лиственничные ветераны встречаются в степных березовых колках в окружении молодого потомства (рис. 3).

И.М. Крашенинников (1937) полагал, что южноуральские лиственнично-сосново-березовые леса представляют собой сохранившуюся «плейсто-



ценовую лесостепь», аналогичную лиственнично-сосново-березовой лесостепи холодных и сухих эпох плейстоцена горной Сибири и Северной Монголии. Однако к настоящему времени перестойные степные лиственницы, показанные на рис. 2 и 3, - это «последние из могикан».



Рис. 2. Реликтовая 500-летняя лиственница в полынно-типчаково-ковыльной степи. Оренбургская область, Адамовский район, 18 км к северу от с. Брацлавка. Высота 12 м, диаметр ствола 80 см. Фото А.В. Борникова.

В 1970-е годы Казахским научно-исследовательским институтом лесного хозяйства и агролесомелиорации осуществлялись широкомасштабные работы по созданию опытных полезащитных лесных полос. В бывшей Кустанайской области для этого использовали в основном, березу и лиственницу. Береза позднее сильно пострадала при обработке полей гербицидами, а лиственница уцелела. Более того, в лиственничных полезащитных полосах идет сегодня успешное естественное возобновление (рис. 4).

Это довольно неожиданное явление, поскольку вследствие интенсивного роста на западном и южном пределах ареала чистые лиственничники формируют слишком толстую подстилку из ежегодно опадающей хвои, а сквозистость лиственничного полога способствует задернению почвы. Все это в совокупности препятствует укоренению самосева, и подрост там практически отсутствует. Обследовав состояние культур лиственницы на Уфимском плато, С.И. Конашова (2000) констатирует, что отсутствие подроста под пологом лиственницы оставляет будущее этих насаждений без перспективы на воспроизводство.





Рис. 3. Реликтовые лиственницы в степном березовом колке Камыстинского учреждения лесного хозяйства Костанайской области (слева) и лиственничный подрост в их окружении (справа). Фото М.М. Семьшева.

Но все в природе взаимосвязано: если в естественных лиственничниках на севере Красноярского края подстилка и дернина разбивается лесными копытными животными (Фалалеев, 1958), то в антропогенных лесах эту функцию выполняет крупный рогатый скот: как было выявлено в Свердловской и Кировской областях, пастьба скота приводит к нарушению дернины и подстилки и повышению не только общего количества подроста лиственницы под пологом, но и его доли относительно подроста сосны (Коновалов, 1959; Гроздов, 1960). Возможно, пастьба скота на осенних полях содействовала естественному возобновлению лиственницы в полевых защитных полосах Костанайской области. Но вокруг единичных деревьев лиственницы в колках накопление мощной подстилки маловероятно, и для формирования лиственничного подроста благоприятные условия здесь складываются, по-видимому, вследствие разреженного полога порослевых березовых колков, причем на участках, не подверженных задернению (рис. 3, справа внизу).

Из выше упомянутых «специфических характеристик» лиственницы важнейшей является специфика углеродного баланса, связанная со структурой фитомассы и ее первичной продукции в лиственничных экосистемах. Сопоставим названные показатели на северном и южном пределах ее ареала. Данные для лиственничников на северном пределе представлены





Рис. 4. Полезащитные полосы из лиственницы в Боровском учреждении лесного хозяйства Костанайской области и лиственничный подрост разного возраста под их пологом. Фото М.М. Семьшева.

Алданским нагорьем в Якутии (Усольцев, 2010) (рис. 5) и низовьями реки Пур в плакорных условиях (рис. 6) и в пойме (рис. 7) (Усольцев и др., 1999). В том и другом случаях лиственничники произрастают на многолетней мерзлоте. Для сравнения взяты условия сухой степи в Тургайском прогибе в Северном Казахстане, где нами в августе 2013 г. заложено 10 пробных площадей в 40-41-летних культурах лиственницы (рис. 8). Методика полевых и камеральных работ изложена ранее (Усольцев, 2007).

По данным сводки (табл. 1) можно сделать предварительные выводы о некоторых особенностях биопродуктивности фитомассы лиственничников в разных экорегионах. В частности, в III классе возраста надземная фитомасса древостоев лиственницы сибирской в сухой степи при годовом количестве осадков около 250 мм в 12 раз выше, чем у Полярного круга на вечной мерзлоте на плакорах, в 2 раза выше, чем там же, на припойменных террасах р. Пур и в 4 раза выше, чем лиственницы Гмелина на вечной мерзлоте в Якутии. Меньше всего различие лиственничников по фитомассе между су-



хой степью и лесотундрой на припойменных террасах: в последнем случае в результате теплового стока условия произрастания соответствуют примерно подзоне средней тайги Урала (около III-IV классов бонитета).

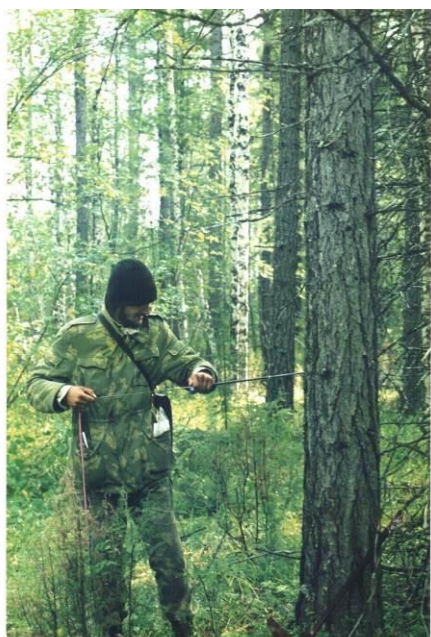
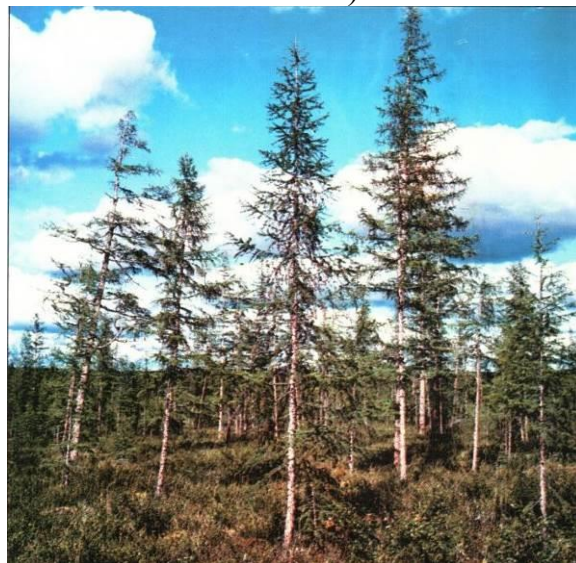


Рис. 5. Типичный лиственничник Алданского нагорья на р. Кенкеме, Якутия (62<sup>0</sup>с.ш., 129<sup>0</sup>в.д.). Фото Масато Шибуйи.

Рис. 6. Типичный «островок» лиственницы сибирской в тундре на плакорах (67<sup>0</sup>с.ш., 78<sup>0</sup>в.д.). Фото В.Н. Седых.

Рис. 7. Столетний лиственничник зеленомошно-ягодниковый в пойме р. Пур. Фото В.А. Усольцева.



## Заключение

Таким образом, в условиях крайнего дефицита влаги лиственница сибирская характеризуется фитомассой, в 12 раз превышающей названный показатель в условиях другой крайности, на вечной мерзлоте в плакорных условиях лесотундры. Причина такой разницы становится понятной при сопоставлении морфоструктуры лиственничников на рис. 5, 6 и 7. Фитомасса лиственницы в степи в 4 раза превышает названный показатель лиственницы Гмелина в Якутии и в 2 раза – лиственницы сибирской в условиях надпойменных террас низовий р. Пур, примерно соответствующих средне-таежной подзоне.

Более детальному анализу структуры и географии фитомассы и первичной продукции рода *Larix* в пределах евразийского ареала будет посвящено специальное исследование.



Рис. 8. Чистые культуры лиственницы, заложенные в начале 1970-х годов в Сабанкульском лесничестве бывшего Боровского лесхоза бывшей Кустанайской области (53°с.ш., 64°в.д.). На прилегающих открытых пространствах встречается лиственничный подрост. Фото М.М. Семьшева. Ноябрь 2013 г.

## Список использованной литературы



*Герасимов Д.А.* Геоботаническое исследование торфяных болот Урала (краткое предварительное сообщение) // Торфяное дело. 1926. № 3. С. 53-58.

*Гроздов Б.В.* Дендрология. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1960. 355 с.

*Дугаржав Ч.* Лиственничные леса Монголии (современное состояние и воспроизводство): Автореф. дис... д.с.-х.н. Красноярск: Ин-т леса СО РАН, 1996. 59 с.

*Конашова С.И.* Эколого-лесоводственные основы формирования и повышения устойчивости рекреационных лесов: Автореф. дис....докт. с.-х. наук. Екатеринбург: УГЛТА, 2000. 36 с.

*Коновалов Н.А.* Лиственница Сукачева на Среднем Урале // Тр. Уральск. лесотехн. ин-та. Вып. 16. Свердловск, 1959. С. 135 – 150.

Таблица 1

Показатели надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии лиственных древостоев, полученные на пробных площадях\*

№ п/п	Тип леса и класс бонитета	Состав	А, лет	N, тыс. экз/га	D, см	H, м	M, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса, т/га				
								<i>P<sub>st</sub></i>	<i>P<sub>bark</sub></i>	<i>P<sub>br</sub></i>	<i>P<sub>f</sub></i>	<i>P<sub>a</sub></i>
<b>ЗАПАДНОСИБИРСКАЯ ПРОВИНЦИЯ.</b> Лесотундра, плакоры (Усольцев и др., 1999)												
Низовья р. Пур. 67° с.ш., 78° в.д.												
1	Лиш. V	10Л	45	1,740	6,6	7,6	24,2	11,5	1,93	2,56	0,74	14,8
2	Лиш. Va	8Л2Б	102	0,550	10,9	9,3	25,3	11,1	3,08	1,33	0,33	12,8
3	Лиш. Va	5Л3К2Е	100	0,677	11,9	9,5	38,0	16,6	4,84	2,82	1,06	20,5
4	Лиш. Va	7Л3Б	100	0,798	11,1	9,4	40,9	18,7	4,11	4,07	0,88	23,7
<b>ЗАПАДНОСИБИРСКАЯ ПРОВИНЦИЯ.</b> Лесотундра, пойменные террасы (Усольцев и др., 1999)												
Низовья р. Пур, р. Нгарка-Хадытояха, Уренгой. 67° с.ш., 78° в.д.												
1	Злм.-яг. III	7Л2С1Б	25	6,993	4,8	7,0	55,4	25,9	4,79	4,16	1,07	31,1
2	Злм.-яг. III	9Л1Б	27	5,188	5,1	6,9	42,1	19,8	3,55	3,42	1,29	24,5
3	Злм.-яг. III	10Л	27	8,555	5,8	8,0	111	53,1	7,87	6,70	2,43	62,2
4	Злм.-яг. IV	7Л3Б	29	10,74	4,7	6,8	77,9	36,3	6,91	5,18	2,00	43,5
5	Пойм. II	10Л	45	1,329	15,0	15,2	200	97,3	12,4	9,09	1,79	108,2
6	Злм.-яг. III	7Л3Б	46	7,050	7,1	11,0	168	77,6	15,5	4,94	1,99	84,5
7	Баг.-брс. Va	7Л1К1Е1Б	76	7,167	7,5	9,2	164	74,5	17,3	8,29	1,80	84,6
8	Баг.-брс. V	3Л3К3Б1Е	80	2,100	12,0	13,0	177	82,0	16,4	8,28	2,02	92,3
9	Злм.-яг. IV	8Л1К1Б	100	0,438	19,0	19,3	121	59,2	8,95	6,06	1,21	66,5
10	Баг.-брс. V	7Л2Б1К	119	1,825	14,7	16,3	262	120,1	25,5	9,31	2,65	132,1
11	Баг.-брс. V	6Л3К1Е	230	1,195	17,6	16,2	249	111,5	27,6	4,86	1,59	118,0
12	Пойм. III	8Л1Е1Б	260	0,944	31,3	23,7	446	207,9	39,8	14,1	2,82	224,8
13	Злм.-яг. IV	5Л4К1Е	350	0,484	24,0	21,0	218	106,2	15,5	9,55	1,29	117,9



№ п/п	Тип леса и класс бони- тета	Состав	А, лет	N, тыс. экз/га	D, см	H, м	M, м <sup>3</sup> /га	Фитомасса, т/га					
								<i>P<sub>st</sub></i>	<i>P<sub>bark</sub></i>	<i>P<sub>br</sub></i>	<i>P<sub>f</sub></i>	<i>P<sub>a</sub></i>	
<b>ВОСТОЧНОСИБИРСКАЯ ПРОВИНЦИЯ.</b> Средняя тайга (Усольцев, 2010).													
Якутия: Якутск. 300-350 м над ур.м. 60° 51' с.ш., 128° 16' в.д.													
1	Брс. Vб	10Л	49	50,80	2,66	3,78	79	36,9	-	2,39	4,31	43,6	
3	Брс. V	8Л1Е1Б	125	1,760	12,9	15,0	180	84,5	-	6,06	2,04	92,6	
4	Брс. V	8Л1Е1Б	125	2,246	10,9	13,6	155	72,9	-	5,80	1,95	80,7	
2	Брс. Vб	10Л	130	4,800	7,6	8,66	133	62,6	-	6,83	2,29	71,7	
6	Баг. Va	8Л2Б	131	1,175	13,9	12,6	141	66,0	-	4,72	1,58	72,3	
5	Олх. V	9Л1Б	137	1,425	15,9	13,6	237	111,1	-	6,83	2,26	120,2	
7	Лиш. Va	8Л2Е	380	0,607	20,4	15,3	177	83,3	-	4,38	1,43	89,1	
<b>ТУРГАЙСКИЙ ПРОГИБ.</b> Сухая степь. 53° с.ш., 64° в.д. (наши, вновь полученные данные)													
1	Св. Ia	10Л	41	1,516	19,6	17,3	498	209,9	-	17,2	4,44	231,5	
2	Св. Ia	10Л	41	0,811	21,4	15,5	275	109,2	-	14,9	6,24	130,3	
3	Св. Ia	10Л	40	1,600	19,2	15,6	410	168,6	-	15,3	6,56	190,5	
4	Св. I	10Л	40	1,633	18,1	14,4	326	135,5	-	21,5	7,87	164,9	
5	Св. I	10Л	40	1,825	16,5	15,4	398	167,3	-	15,0	3,65	186,0	
6	Св. I	10Л	40	1,200	18,9	14,9	297	116,7	-	14,0	4,00	134,7	
7	Сух. I,5	10Л	40	2,350	16,7	14,8	391	180,1	-	15,7	6,72	202,6	
8	Сух. I,5	10Л	40	1,750	17,9	14,4	343	142,6	-	22,2	8,14	173,0	
9	Сух. II	10Л	40	1,950	18,4	16,8	468	228,9	-	21,6	6,26	256,8	
10	Сух. II	10Л	40	1,475	18,7	15,6	365	143,4	-	17,4	4,94	165,8	

\*Обозначения: *A* – возраст; *N* – густота; *D* и *H* – средние диаметр и высота; *M* – запас стволовой древесины; *P<sub>st</sub>*, *P<sub>bark</sub>*, *P<sub>br</sub>*, *P<sub>f</sub>* и *P<sub>a</sub>* – фитомасса стволов в коре, коры, ветвей, хвои и надземная.

*Крашенинников И.М.* Анализ реликтовой флоры Южного Урала в связи с историей растительности и палеогеографией плейстоцена // Сов. ботаника. 1937. № 4. С. 16-45.

*Новоженков Ю.И.* Роль насекомых в возобновлении лиственницы на Урале // Биологические исследования в Ильменском заповеднике. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. С. 106-121.

*Симон Ф.П.* В лесах Общего Сырта // Лесной журнал. 1910. Т. 40. Вып. 10. С. 1119-1140.

*Стариков Г.Ф.* Поразительная жизнестойкость лиственницы // Лесное хоз-во. 1959. № 10. С. 95.

*Тюлина Л.Н.* К эволюции растительного покрова предгорий Южного Урала // Записки Златоустовского общ-ва краеведения. 1929. Вып. 1. 18 с.

*Усольцев В.А., Нагимов З.Я., Фимушин А.Б., Логинов М.В., Азаренок М.В., Колтунова А.И., Галако В.А.* Структура надземной фитомассы лиственничников в низовьях р. Пур // Лесная таксация и лесоустройство: Межвуз. сб. науч. трудов. Красноярск: СибГТУ, 1999. С. 24-28.

*Усольцев В.А.* Биологическая продуктивность лесов Северной Евразии: методы, база данных и ее приложения. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 636 с.

*Усольцев В.А.* Этюды о наших лесных деревьях. Екатеринбург: Банк культурной информации, 2008. 188 с.

*Усольцев В.А.* Фитомасса и первичная продукция лесов Евразии. Екатеринбург: УрО РАН, 2010. 570 с.

*Фалалеев Э.Н.* Некоторые данные о возобновлении лиственницы в северных районах Красноярского края // Лесной журн. 1958. № 3. С. 84-86.

*Яновский В.М.* Главнейшие вредители леса в Монгольской народной республике // Леса Монгольской народной республики (хозяйственное использование). Т. 12. М.: Наука, 1980. С. 116-137.

*Gower S.T., Richards J.H.* Larches: Deciduous conifers in an evergreen world // BioScience. 1990. Vol. 40. No. 11. P. 818-826.

*Mooney H.A., Gulmon S.L.* Constraints on leaf structure and function in reference to herbivory // BioScience. 1982. Vol. 32. P. 198-206.

**Рецензенты статьи:** главный научный сотрудник Ботанического сада УрО РАН, доктор биологических наук, профессор С.Н. Санников; ведущий научный сотрудник лаборатории дендрохронологии Института растений и животных УрО РАН, доктор биологических наук Р.М. Хантемиров; доктор биологических наук, профессор Уральского федерального университета Ю.И. Новоженков.