

УДК 630\*231.332:630\*32(571.55)

## ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА РОСТ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ И ЛИСТВЕННИЦЫ В ВОСТОЧНОМ ЗАБАЙКАЛЬЕ

© 2015 г. В.П. Бобринев, Л.Н. Пак

Институт природных ресурсов, экологии и криологии  
672014 Чита, ул. Недорезова, 16а, а/я № 521, Россия  
E-mail: pak\_lar@bk.ru

Поступила в редакцию 30.12.2014 г.

Изложены результаты опытов по использованию минеральных удобрений при выращивании лесных культур сосны обыкновенной и лиственницы Гмелина в Восточном Забайкалье. Установлено положительное влияние внесения удобрений в посадочное место на приживаемость, сохранность и рост культур. Быстрый рост культур в высоту под действием удобрений исключает проведение дорогостоящих агротехнических уходов и ускоряет их перевод в лесопокрытую площадь.

*Ключевые слова:* удобрения, лесные культуры сосны и лиственницы, Восточное Забайкалье.

### ВВЕДЕНИЕ

В целях повышения приживаемости и сохранности лесных культур, повышения продуктивности и ускорения их смыкания, а также перевода в лесопокрытую площадь в лесном хозяйстве применяются минеральные удобрения. Однако отсутствие в условиях Восточного Забайкалья (Забайкальский край) научно обоснованной системы использования минеральных удобрений при лесовосстановлении сдерживает их широкое применение.

Для использования минеральных удобрений в регионе при создании лесных культур существуют все необходимые природные предпосылки. Во-первых, леса произрастают на бедных почвах, ограничивающих рост деревьев, вследствие чего смыкание лесных культур происходит во 2-м десятилетии, в то время как в других регионах (лесорастительных условиях) страны эти процессы завершаются в 1-м десятилетии в возрасте 6–8 лет [1–4]. Во-вторых, удаленность лесокультурного фонда, горный характер рельефа и дефицит рабочей силы создают трудности в проведении дополнительных агротехнических мероприятий и приводят к увеличению стоимости лесокультурных работ.

Цель работы – определение норм, способов и сроков внесения минеральных удобрений и их влияния на рост лесных культур сосны и лиственницы в Восточном Забайкалье.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили на лесокультурных площадях (вырубках) в лесостепной зоне в брус-

ничном и разнотравном типах леса Читинского лесничества. Почва этих типов леса слабо обеспечена азотом (гумус – 1.2–1.5%) и фосфором – 3–4 мг на 100 г почвы, средне – калием (7–8 мг на 100 г почвы) [5]. Для доведения до среднего содержания элементов питания на основании химического анализа почвы участка была принята следующая оптимальная доза внесения удобрений [6] – N60P120K40. Удобрения вносили по факториальной схеме с уменьшением и увеличением содержания по отношению к оптимальной дозе в 2 раза (табл. 1). В качестве удобрений использовали  $N_{aa}$ ,  $P_{сдл}$ ,  $K_c$ . Удобрения на лесокультурных площадях вносили весной (после подготовки почвы) 2-мя способами: сплошным (вразброс по всей площади) и локальным (в посадочное место саженца радиусом 10–15 см), спустя 2, 8, 16, 24 года после посадки культур.

Лесные культуры закладывали весной трехлетними сеянцами сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и двухлетними – лиственницы Гмелина (*Larix gmelinii*) из расчета 3000 посадочных мест на 1 га. Средняя высота отсортированных сеянцев сосны была 18–20 см, лиственницы – 25–27 см.

Почву под культуры готовили весной плугом ПКЛ-70 на глубину 8–10 см. Посадку лесных культур проводили вручную под меч Колесова с внесением удобрений. В каждом варианте высаживали по 400 шт. сеянцев в четырехкратной повторности.

В культурах определяли приживаемость, сохранность, рост культур в высоту и по диаметру путем сплошного перече́та. Результаты исследования обработаны с помощью методов математической статистики [7].

**Таблица 1.** Схема внесения удобрений в опытах

Вариант, №	Доза внесения удобрений, кг/га	Вариант, №	Доза внесения удобрений, кг/га
1	N30 (минимальная)	12	N120P240
2	N60 (оптимальная)	13	N30K20
3	N120 (максимальная)	14	N60K40
4	P60	15	N120K80
5	P120	16	P60K20
6	P240	17	P120K40
7	K20	18	P240K80
8	K40	19	N30P60K20
9	K80	20	N60P120K40
10	N30P60	21	N120P240K80
11	N60P120	22	контроль (без удобрений)

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование показало, что приживаемость сеянцев сосны при локальном внесении оптимальной дозы полного удобрения по сравнению с контролем увеличивалась на 20–21% в брусничном типе леса и на 17–18% – в разнотравном типе (табл. 2). При сплошном внесении полного удобрения приживаемость в брусничном типе леса увеличивалась на 11–12%, в разнотравном – на 7–8%.

При внесении минимальной дозы удобрения (в 2 раза меньше оптимальной) приживаемость сосны увеличивалась на 2–4% по сравнению с контролем. При максимальной дозе внесения удобрений (в 2 раза больше оптимальной), особенно при локальном внесении, приживаемость сосны несколько снижалась в результате повреждения корневой системы саженцев растворами удобрений. При отдельном внесении азотных, фосфорных и калийных удобрений приживаемость увеличивалась при локальном внесении на 8–16%, при сплошном – на 1–6%. Необходимо отметить, что приживаемость сеянцев на вырубке в разнотравном типе леса была на 11–14% больше, чем на вырубке в брусничном типе леса, благодаря повышенному содержанию влаги в почве на 3–4%.

Высокая сохранность сосны отмечена в тех же вариантах, что и наилучшая приживаемость. Отпад лесных культур за 2 года в этих вариантах составил 2–4%. Отпад в варианте с локальным внесением удобрений с повышенной нормой составил 5–8%. Следовательно, внесение повышенной дозы удобрений снижало не только приживаемость сосны, но и их сохранность, причем в брусничном типе леса культура сосны повреждалась больше, чем в разнотравном. Сохранность культуры в контроле в результате заглущения травянистой растительностью снижалась на 15–20%.

Локальное внесение удобрений увеличивало приживаемость саженцев лиственницы Гмелина по сравнению с контролем на вырубках: в брусничном типе леса – на 10–14% в вариантах 2, 14, 20; в разнотравном типе леса – на 8–15% в вариантах 14, 20 (табл. 2). Увеличение дозы локального внесения удобрений до максимальной (вариант 21) снижало приживаемость лиственницы в результате ожога корневой системы саженцев при повышении концентрации почвенного раствора. Сплошное внесение удобрений в максимальной дозе в вариантах 12, 15 увеличивало приживаемость лиственницы на 4–6%. Таким образом, приживаемость лиственницы Гмелина при сплошном внесении удобрений в обоих типах леса была на 8–10% меньше, чем при локальном.

Внесение фосфорных удобрений незначительно повышало приживаемость лиственницы, которая оказалась более отзывчивой к азотным удобрениям, подкисляющим почву. Приживаемость лиственницы Гмелина в разнотравном типе леса была несколько больше, чем в брусничном типе леса, в том числе и в контроле, в результате лучшего режима влажности и плодородия почвы. Приживаемость лиственницы была больше на 3–8%, чем приживаемость сосны.

Большая сохранность лесных культур лиственницы Гмелина отмечена в вариантах 2, 20, где приживаемость была высокой, отпад составил 1–2%. В вариантах 8, 14, 17, где под действием локального внесения удобрений снижалась приживаемость, отмечено снижение сохранности: отпад в этих вариантах составлял 3–4%. Из этого следует, что локальное внесение повышенной дозы удобрений отрицательно влияло не только на приживаемость, но и на сохранность лиственницы. Сохранность культур в контроле снижалась на 15–20%.

**Таблица 2.** Приживаемость и сохранность культур сосны лиственницы в зависимости от способа внесения удобрений и типа леса (варианты с лучшими дозами внесения)

Вариант	Приживаемость, сохранность, % <i>M ± m</i>			
	локальное внесение удобрений		сплошное внесение удобрений	
	тип леса			
	брусничный	разнотравный	брусничный	разнотравный
Сосна обыкновенная				
N60	<u>82.5±3.1</u>	<u>83.4±3.2</u>	<u>76.1±3.0</u>	<u>75.5±3.0</u>
	82.8±3.2	82.6±3.1	74.0±3.0	73.8±3.1
P120	<u>83.4±3.1</u>	<u>84.6±3.1</u>	<u>75.0±3.0</u>	<u>81.3±3.1</u>
	81.7±3.1	82.1±3.0	73.4±3.0	79.0±3.2
K40	<u>74.9±3.0</u>	<u>79.4±3.0</u>	<u>73.9±2.9</u>	<u>77.1±3.1</u>
	72.4±3.0	77.8±3.1	71.6±2.9	75.3±3.0
N60P120	<u>78.5±3.0</u>	<u>85.7±3.1</u>	<u>78.0±3.0</u>	<u>80.9±3.1</u>
	76.3±3.0	83.4±3.1	76.3±3.0	78.2±3.0
N60K40	<u>72.7±2.9</u>	<u>72.2±3.0</u>	<u>72.6±2.9</u>	<u>80.7±3.0</u>
	71.0±2.9	71.8±3.0	71.4±2.9	78.6±3.0
P120K40	<u>76.2±3.0</u>	<u>75.5±2.9</u>	<u>72.4±2.9</u>	<u>78.2±3.0</u>
	74.0±3.0	74.0±2.9	70.1±2.9	76.8±3.0
N60P120K40	<u>87.9±3.1</u>	<u>90.0±3.2</u>	<u>72.0±3.0</u>	<u>83.1±3.1</u>
	86.8±3.1	89.5±3.2	71.4±3.0	82.6±3.1
Контроль	<u>66.0±2.7</u>	<u>72.1±2.8</u>	<u>70.3±2.9</u>	<u>75.4±2.9</u>
	51.3±2.6	52.2±2.8	54.7±2.9	54.9±2.9
Лиственница Гмелина				
N60	<u>87.5±3.1</u>	<u>82.0±3.6</u>	<u>82.2±3.6</u>	<u>83.1±3.7</u>
	86.3±3.0	80.0±3.1	81.6±3.3	82.3±3.4
P120	<u>80.1±3.0</u>	<u>80.6±3.4</u>	<u>81.3±3.7</u>	<u>77.6±3.5</u>
	76.4±3.0	76.2±3.1	77.1±3.5	72.4±3.3
K40	<u>83.4±3.1</u>	<u>81.5±3.5</u>	<u>77.1±3.4</u>	<u>78.5±3.5</u>
	80.7±3.1	75.9±3.3	71.7±3.0	70.9±3.3
N60P120	<u>77.2±2.8</u>	<u>81.3±3.5</u>	<u>80.3±3.7</u>	<u>80.1±3.6</u>
	76.3±2.7	76.4±3.2	76.9±3.5	76.1±3.4
N60K40	<u>72.7±2.9</u>	<u>72.5±3.0</u>	<u>72.6±2.9</u>	<u>80.0±3.7</u>
	71.0±2.9	71.8±3.0	71.4±2.9	76.2±3.5
P120K40	<u>77.4±2.9</u>	<u>80.1±3.4</u>	<u>81.7±3.7</u>	<u>81.8±3.7</u>
	74.9±2.8	76.2±3.1	77.4±3.5	7.8±3.1
N60P120K40	<u>89.4±3.3</u>	<u>94.8±3.7</u>	<u>84.4±3.8</u>	<u>85.0±3.8</u>
	88.1±3.2	93.6±3.5	83.1±3.1	84.4±3.5
Контроль	<u>73.9±2.8</u>	<u>78.9±2.9</u>	<u>73.6±3.1</u>	<u>75.3±3.1</u>
	54.3±2.7	57.1±2.6	56.4±2.9	54.1±3.0

Примечание. Над чертой – приживаемость, под чертой – сохранность, %.

В табл. 3 приведены результаты опытов по влиянию удобрений (локальное внесение) на прирост в высоту и по диаметру 5–30-летних культур сосны и лиственницы, показавших хороший рост. Для сосны приведен вариант с внесением полного удобрения N60P120K40, для лиственницы –

N60K40. Локальное внесение полного удобрения под сосны, посаженные на вырубке в брусничном типе леса, увеличивало их прирост в высоту в 30-летнем возрасте на 126% по сравнению с контролем, в разнотравном типе леса – на 131%, по диаметру – на 142–146%. При внесении удобре-

**Таблица 3.** Динамика роста в высоту и увеличение диаметра ствола 30-летних сосны и лиственницы на вырубках в брусничном и разнотравном типах леса при внесении удобрений локальным способом

Вариант	Средняя высота и средний диаметр, см $M \pm m$					
	возраст, лет					
	5	10	15	20	25	30
Сосна обыкновенная						
Брусничный тип леса						
N60P120K40	<u>52.3 ± 2.0</u> –	<u>140 ± 5</u> 3.1 ± 0.1	<u>239 ± 10</u> 5.2 ± 0.2	<u>360 ± 15</u> 7.6 ± 0.3	<u>538 ± 20</u> 9.6 ± 0.4	<u>710 ± 30</u> 11.5 ± 0.4
Контроль без удобрений	<u>40.1 ± 1.8</u> –	<u>118 ± 5</u> 2.4 ± 0.1	<u>210 ± 10</u> 3.9 ± 0.1	<u>284 ± 12</u> 5.4 ± 0.2	<u>410 ± 16</u> 6.8 ± 0.3	<u>560 ± 27</u> 8.1 ± 0.3
Разнотравный тип леса						
N60P120K40	<u>56.6 ± 2.1</u> –	<u>161 ± 9</u> 3.3 ± 0.1	<u>259 ± 11</u> 5.5 ± 0.2	<u>406 ± 16</u> 7.9 ± 0.3	<u>591 ± 22</u> 9.9 ± 0.4	<u>789 ± 32</u> 12.1 ± 0.5
Контроль без удобрений	<u>43.8 ± 2.0</u> –	<u>134 ± 5</u> 2.5 ± 0.1	<u>242 ± 10</u> 3.9 ± 0.1	<u>310 ± 13</u> 5.7 ± 0.2	<u>441 ± 16</u> 7.0 ± 0.3	<u>601 ± 26</u> 8.3 ± 0.3
Лиственница Гмелина						
Брусничный тип леса						
N60K40	<u>68.5 ± 2.4</u> –	<u>171 ± 6</u> 2.4 ± 0.1	<u>275 ± 11</u> 3.9 ± 0.1	<u>420 ± 15</u> 5.8 ± 0.2	<u>626 ± 22</u> 7.4 ± 0.3	<u>838 ± 32</u> 10.1 ± 0.3
Контроль без удобрений	<u>51.8 ± 2.1</u> –	<u>126 ± 5</u> 2.2 ± 0.1	<u>205 ± 7</u> 3.6 ± 0.1	<u>310 ± 13</u> 5.5 ± 0.2	<u>415 ± 15</u> 6.9 ± 0.3	<u>605 ± 28</u> 8.1 ± 0.3
Разнотравный тип леса						
N60K40	<u>76.8 ± 3.0</u> –	<u>194 ± 8</u> 2.7 ± 0.1	<u>311 ± 13</u> 4.1 ± 0.1	<u>465 ± 20</u> 6.3 ± 0.3	<u>702 ± 26</u> 7.8 ± 0.3	<u>892 ± 32</u> 10.8 ± 0.4
Контроль	<u>56.8 ± 2.2</u> –	<u>139 ± 4</u> 2.3 ± 0.1	<u>225 ± 9</u> 3.7 ± 0.1	<u>329 ± 11</u> 5.7 ± 0.2	<u>467 ± 21</u> 7.1 ± 0.3	<u>631 ± 28</u> 8.4 ± 0.3

Примечание. Над чертой – средняя высота, под чертой – средний диаметр.

ний в сочетаниях (азотные с калийными и азотные с фосфорными) зафиксировано повышение прироста на 10–15%. При сплошном внесении этой же дозы прирост 30-летней сосны в высоту увеличивался на 8–12%. При раскопках горизонтальных корней сосны было установлено, что у 3–4-летних сосен они достигали длины 20–25 см, у 5–6-летних – 40–50 см, поэтому удобрения, внесенные сплошным способом, усваивались на небольшой площади в пределах полосы, подготовленной плугом ПКЛ-70.

На основании проведенных опытов можно сделать вывод, что лучшие условия для роста и развития сосны на вырубках в брусничном и разнотравном типах леса создаются при локальном внесении полного удобрения N60P120K40 (или N<sub>20</sub>P<sub>40</sub>K<sub>14</sub> на одно посадочное место).

Лиственница по-разному реагировала на внесение удобрений. Калийные удобрения в вариантах 8, 14 незначительно повышали при-

живаемость лиственницы по сравнению с внесением полного удобрения в варианте 20. Прирост 30-летней лиственницы при внесении азотно-калийных удобрений (вариант 14) увеличился в брусничном типе леса на 138%, в разнотравном – на 141%, по диаметру – на 125–129%. Опыты показали, что оптимальные условия для роста и развития лиственницы складывались в брусничном и разнотравном типах леса при локальном внесении минеральных удобрений N60K40 (или N<sub>20</sub>K<sub>14</sub> на одно посадочное место).

Многие авторы [8, 9] указывают, что внесение удобрений положительно влияет на рост сосны в течение 8–10 лет. При внесении удобрений культуры сосны и лиственницы увеличивали годичный прирост в высоту: на 2–3-й годы роста – на 60–70, на 4–5-й годы – на 40–50, на 6–8-й годы – на 30–40, на 9–10-й годы – на 10–20% по сравнению с контролем. Происходило это, как показали исследования (табл. 3), в результате уменьшения

количества питательных веществ в почве, усвоения удобрений растениями и вымывания их в более глубокие горизонты; к 8–10-му годам прирост сильно уменьшался. Следовательно, удобрения можно вносить 1 раз в 8–10 лет.

Борозды, подготовленные плугом ПКЛ-70, в местных условиях на вырубках в брусничном и разнотравном типах леса в течение первых 2-х лет слабо зарастают травянистой растительностью из-за отсутствия семян и сухости верхнего слоя почвы в борозде. В последующие годы в плужных бороздах появляется больше травянистых растений. Сосны в 2-летнем возрасте на удобренном фоне (вариант 20) достигали высоты 35–45 см, в контроле – 20–25 см; лиственницы – соответственно 60–70 см и 30–35 см. Травяной покров в бороздах к этому времени достигал высоты 20–25 см, степень покрытия – 0.3. Таким образом, лесные культуры, посаженные крупномерным посадочным материалом, с локальным внесением минеральных удобрений не заглушались травянистой растительностью, имели хорошую приживаемость, сохранность и хороший прирост в высоту. Такие культуры не требуют дополнения, дорогостоящих агротехнических уходов, они на 2–3 года быстрее смыкаются и их переводят в покрытую лесом площадь.

### ВЫВОДЫ

1. При выращивании лесных культур сосны и лиственницы на вырубках в брусничном и разнотравном типах леса минеральные удобрения необходимо вносить локальным способом. Такой способ внесения удобрений сокращает их расход, увеличивает приживаемость на 15–20, сохранность – на 4–10, прирост в высоту – на 26–41, по диаметру – на 25–29%.

2. Оптимальная норма локального внесения минеральных удобрений под лесные культуры

на вырубках в брусничном и разнотравном типах леса равна: для сосны – N60P120K40, для лиственницы – N60K40 или для сосны – N<sub>20</sub>P<sub>40</sub>K<sub>14</sub>, для лиственницы – N<sub>20</sub>K<sub>14</sub> на одно посадочное место.

3. Применение минеральных удобрений при выращивании лесных культур в условиях Восточного Забайкалья сокращает трудовые и денежные затраты за счет отказа от дополнения, агротехнических уходов и более раннего перевода культур в покрытые лесом земли.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Будниченко Н.И. Влияние минеральных удобрений на рост лесных культур сосны обыкновенной // Лесоведение и лесное хозяйство. 1970. С. 101–104.
2. Победов В.С. Применение удобрений в лесном хозяйстве. М.: Лесн. пром-ть, 1972. С. 200.
3. Победов В.С. Приживаемость и рост культур сосны в зависимости от удобрений и способов их внесения // Вопр. интенсификации лесн. хоз-ва. 1967. С. 49–53.
4. Бобринев В.П., Пак Л.Н. Влияние удобрений на рост семян и приживаемость лесных культур сосны // Вестн. КрасГАУ. 2012. С. 137–141.
5. Победов В.С., Булавик И.М., Лебедев Е.А. Справочник по удобрениям в лесном хозяйстве. М.: Агропромиздат, 1986. 172 с.
6. Методические рекомендации. Агротехника, технология и организация выращивания посадочного материала в Читинской области. Чита: Читин. кн. изд-во, 1986. 72 с.
7. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Агропромиздат, 1984. 424 с.
8. Гаврилова О.И., Кищенко И.Т. Влияние минеральных удобрений на рост культур сосны обыкновенной на песчаных почвах южной Карелии // Лесн. журн. 2003. № 6. С. 7–15.
9. Шубин В.И. Рост культур сосны при различной интенсивности внесения удобрений // Удобрения и гербициды в лесных питомниках и культурах. Петрозаводск: КарФ АН СССР, 1987. С. 68–81.

## Influence of Fertilizers on the Growth of Forest Pine and Larch Cultures in Eastern Transbaikalia

V.P. Bobrinev, L.N. Pak

*Institute of natural resources, ecology and cryology  
ul. Nedorezova, 16a, P.O.Box No. 521, Chita 672014, Russia  
E-mail: pak\_lar@bk.ru*

The article describes the results of experiments on the use of mineral fertilizers in cultivation of forest cultures pine and larch Gmelin in Eastern Transbaikalia. A positive role of fertilizers in the seat on the survival, safety and the growth of crops was displayed. The rapid growth of crops in height under the influence of fertilizers exclude expensive cultural care and accelerates their translations in the area covered by forest.

*Key words: influence of fertilizers, growth, forest, pine, larch, Eastern Transbaikalia.*