



На правах рукописи

ГРИШЛОВ ДМИТРИЙ АНДРЕЕВИЧ

**ФОРМИРОВАНИЕ КРОНЫ ДЕКАПИТИРОВАННЫХ ДЕРЕВЬЕВ
СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ НА ПЛАНТАЦИЯХ В ПРИГОРОДНОЙ
ЗОНЕ КРАСНОЯРСКА**

06.03.01 – Лесные культуры, селекция, семеноводство

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Красноярск – 2021

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

Научный руководитель – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Матвеева Римма Никитична

Официальные оппоненты – Тараканов Вячеслав Вениаминович - доктор
сельскохозяйственных наук, Институт леса им.
В.Н. Сукачева СО РАН – обособленное
подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, Западно-
Сибирское отделение, директор

Хамитова Светлана Михайловна – кандидат
сельскохозяйственных наук, ФГБНУ
«Всероссийский научно-исследовательский
институт фитопатологии», лаборатория
фитосанитарного мониторинга и
биологизированного земледелия, научный
сотрудник

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Братский государственный
университет», г. Братск

Защита диссертации состоится 16 декабря 2021 г. в 10⁰⁰ часов на заседании
диссертационного совета Д212.249.06 при ФГБОУ ВО «Сибирский государственный
университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева» по адресу:
660049, г. Красноярск, пр. Мира, 82.

E-mail: mrepyah@yandex.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Сибирский
государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф.
Решетнева», на сайте СибГУ: www.sibsau.ru.

Автореферат разослан 14 октября 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
канд. с.-х. наук, доцент



Репях Марина Вадимовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Актуальность проводимых исследований заключается в изучении влияния декапитации верхней части кроны сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) разного географического происхождения и возраста с целью формирования низкорослых плантаций, позволяющих проводить селекционные исследования без подъема в крону на большую высоту.

Степень разработанности проблемы. Исследования по данной проблеме проводились сотрудниками кафедры селекции и озеленения с 1996 по 2013 гг. [Водин, 1999; Матвеева и др., 2006; Братилова, Шамова, 2014]. Был проведен первый прием декапитации деревьев в 1996 и 2005 гг. Были установлены особенности формирования кроны сосны кедровой сибирской в первые годы после декапитации. Не изучено формирование кроны деревьев разного географического происхождения и возраста при двух приемах декапитации.

Цель исследования: изучить формирование кроны сосны кедровой сибирской, декапитированной в 22, 28 и 41-42-летнем возрасте; провести второй прием декапитации и сопоставить восстановительную способность деревьев в зависимости от географического происхождения и возраста.

Задачи исследования:

1. Проанализировать особенности формирования кроны деревьев ленингорского и алтайского происхождений в 56-летнем возрасте в течение 14-ти лет после первого и второго приемов декапитации на плантации «Метеостанция».

2. Сопоставить показатели формирования кроны деревьев алтайского, бирюсинского, ермаковского, сонского, танзыбейского, черемховского и шумихинского происхождений в возрасте 55-56 и 36 лет дивногорского происхождения в течение 12 лет после первого и 2 лет после второго приёмов декапитации на плантации «Известковая» и 50 лет на плантации «ЛЭП-1».

3. Отселектировать деревья, отличающиеся повышенной восстановительной способностью кроны после декапитации и репродуктивным развитием, на плантации «ЛЭП-1».

Научная новизна. Впервые за 14-летний период после декапитации изучены особенности роста деревьев сосны кедровой сибирской, декапитированных в возрасте 22, 28 и 41-42 года разного географического происхождения. Установлены факторы, влияющие на интенсивность формирования кроны и репродуктивное развитие.

Теоретическая и практическая значимость работы. Проведение декапитации деревьев имеет большое теоретическое значение, так как многие вопросы создания низкорослых плантаций древесных растений, таких как сосна кедровая сибирская, имеющая высоту 35-45 м, недостаточно изучены. В практическом плане такие низкорослые плантации рекомендуют для использования при заготовке черенков с целью размножения деревьев прививкой, сборе шишек, проведении гибридизации без подъема в верхнюю часть кроны.

Методология и методы исследования. Исследования проведены с использованием комплексного подхода при изучении показателей декапитированных деревьев. Обработка полевого материала проводилась с применением современных методов математической статистики и использованием программных пакетов Statistica, Excel.

Положения, выносимые на защиту:

1. Восстановительная способность кроны декапитированных деревьев сосны

кедровой сибирской зависит от их географического происхождения, индивидуальной изменчивости показателей отдельных деревьев и возраста.

2. Лучшее формирование кроны при интенсивной обрезке отмечено у деревьев с оставлением большего количества лидирующих боковых побегов.

3. Между количеством лидирующих боковых побегов после первого приема декапитации и образованием боковых ветвей после второго наблюдается значительная корреляционная связь.

Степень достоверности и апробации результатов. Достоверность исследований подтверждается экспериментальным материалом. Исследования проведены на учебно-научных объектах СибГУ. Измерены показатели 104 деревьев и боковых ветвей после первого и второго приёмов декапитации. Сопоставлены данные 9910 измерений. Определены следующие показатели: высота дерева до первого и второго спилов, приросты лидирующих побегов за несколько лет, длина хвои, количество боковых ветвей, диаметры ствола у основания дерева, побегов возле первого и второго спилов и в середине приростов на спиленной части, длина боковых ветвей на лидирующих побегах после второй декапитации, угол прикрепления боковых ветвей к побегу в верхней мутовке, диаметр кроны, образование шишек и макростробилов на деревьях, произрастающих на плантации «ЛЭП-1».

Результаты исследований были апробированы на Международных научных и научно-практических конференциях «Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений» (Красноярск 2018-2019); «Лесной и химический комплексы – проблемы и решения» (Красноярск 2016, 2017, 2019); Материалы ежегодной конференции «Мир человека» (Красноярск 2017); «Молодежь. Общество. Современная наука, техника и инновации» (Красноярск, 2019); Всероссийской научно-практической конференции «Научное творчество молодежи – лесному комплексу России» (Екатеринбург, 2020). Исследования проведены с участием в проекте «Исследования динамики биоразнообразия и воспроизводства экосистем в условиях Сибири (2014-2016 гг.)», в соответствии с государственным заданием Минобрнауки РФ.

Личный вклад. Проводил декапитацию деревьев в 2017 году, сбор полевого материала, обработку и анализ данных.

Структура и объем научной квалификационной работы. Диссертация состоит из введения, 5-ти глав, заключения и приложения. Текстовая часть содержит 51 таблицу, 23 рисунка. Список литературы включает 149 наименований, в том числе 12 источников на иностранных языках. Работа изложена на 180 страницах, содержит 2 приложения на 73 страницах.

Публикации. По теме диссертации имеются 10 научных статей, в том числе 3 в рецензируемом журнале (по списку ВАК).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour) является ценным лесообразующим видом, естественно произрастающим на территории Сибири РФ и Монголии. Насаждения сосны кедровой сибирской отличаются высокой фитонцидностью [Таланцев, 1981; Титов, 2020 и др.]. Кедровые орехи имеют большое

пищевое значение. В них обнаружено содержание макро- и микроэлементов, нуклеиновых кислот; древесина данного вида используется при изготовлении мебели, музыкальных инструментов, в строительстве [Руш, 1971; Бех, 1979, Бобров, 1986; Кубрина, 2005; Путенихин и др., 2017 и др.]. Для получения ценных семян создаются лесосеменные плантации [Кузнецова, 1998, 2017; Chatupka, 2002; Наквасина, 2004; Титов, 2004, 2020; Никитенко, 2010; Николаева, Жигунов, 2012; Матвеева и др., 2013, 2019]. Однако проведение селекционных исследований с использованием деревьев данного вида затруднено в связи с необходимостью подъема в крону на большую высоту (при нарезке черенков с верхней части кроны, сборе шишек, проведении гибридизации).

С целью снижения высоты деревьев хвойных пород рекомендуют проводить их декапитацию [Белобородов, 1979; Долголиков, 1981; Родин, Тимофеев, 1989; Щерба, Водин, 2000; Тараканов и др., 2001; Bae et al, 2008; Mederski et al, 2013; Arango Fernandes et al, 2017 и др.]. Однако, несмотря на важность решения данной проблемы многие вопросы декапитации остаются неизученными. Неизвестно, как происходит восстановление кроны при интенсивной обрезке после двух приемов декапитации сосны кедровой сибирской в зависимости от географического происхождения и возраста.

2 ОБЪЕКТЫ, ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований явилась сосна кедровая сибирская разного географического происхождения и возраста после первого и второго приемов декапитации деревьев, произрастающих на плантациях, расположенных в Караульном лесничестве Учебно-опытного лесхоза СибГУ имени академика М.Ф. Решетнева.

Плантации находятся в пригородной зоне Красноярска. Климат в районе исследования благоприятный для произрастания сосны кедровой сибирской. Почва на участках серая лесная, легко суглинистая, слабо оподзоленная. Схема посадки 5x5 метра.

На плантации «Метеостанция» декапитированы деревья сосны кедровой сибирской алтайского и лениногорского происхождений. На плантации «Известковая»: алтайского, бирюсинского, дивногорского, ермаковского, сонского, танзыбейского, черемховского и шумихинского происхождений в возрасте 41-42 года, а также дивногорского происхождения в возрасте 22 года. Первая декапитация проведена в 2005 году, вторая – в 2017 году. На плантации «ЛЭП-1» сопоставлена урожайность контрольных и декапитированных деревьев дивногорского происхождения в возрасте 28 лет в 1996 году и 37 лет в 2005 году.

Программа исследований включала:

1. Сопоставить показатели формирования кроны декапитированных деревьев в зависимости от географического происхождения и возраста.
2. Установить особенности роста боковых побегов за 12-летний период после первого приема декапитации деревьев.
3. Провести второй прием декапитации в 2017 году.
4. Установить восстановительную способность деревьев на опытных участках после двух приемов декапитации и отселектировать лучшие для дальнейшего размножения.

Были измерены высота, диаметр ствола до первого спила, приросты в высоту боковых побегов, заменивших центральный, и другие показатели контрольных и декапитированных деревьев до и после первого приема декапитации по общепринятым методикам [Молчанов, Смирнов, 1967; Белобородов, 1979; Родин, Мерзленко, 1983; Братилова, Шамова, 2014 и др.]. В 2017 году проведён второй приём декапитации деревьев на плантациях «Метеостанция» и «Известковая» с измерением показателей оставленной части, прироста ветвей, диаметра кроны, диаметра побега в средней части, количество и длина боковых ветвей, а также длина хвои. Определены углы прикрепления боковой ветви на верхней мутовке до и спустя два года после второй декапитации. На плантации «ЛЭП-1» в 2017 г. сопоставлено образование шишек и макростробилов у контрольных и декапитированных деревьев. Результаты исследований обработаны статистически по программам с использованием ПЭВМ. Уровень изменчивости оценивали по шкале, предложенной С.А. Мамаевым [1973].

3 ФОРМИРОВАНИЕ КРОНЫ ДЕКАПИТИРОВАННЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ НА ПЛАНТАЦИИ «МЕТЕОСТАНЦИЯ»

3.1 Декапитация 42-летних деревьев лениногорского происхождения

У декапитированных деревьев сосны кедровой сибирской лениногорского происхождения при первом приеме декапитации в 2005 г. была удалена верхняя часть дерева с оставлением ствола высотой 1,3-1,5 м и 3-7 боковых лидирующих побегов, способных заменить центральный.

В 2017 году сопоставлены показатели деревьев за 12 лет после первого приема декапитации. Максимальная высота была у дерева 4-98 (7,3 м), диаметр ствола – у деревьев 4-73 и 3-33 (24 см).

Между диаметром ствола (x) и высотой (y) деревьев в 2017 году перед вторым приемом декапитации установлена значительная корреляционная связь ($r=0,513$). Уравнение имеет вид:

$$y = -0,0175x^2 + 0,750x - 1,335.$$

У контрольных (недекапитированных) соседних деревьев высота варьировала от 12,1 до 14,6 м при среднем значении 13,1 м, то есть на 104,7 % больше, чем у декапитированных. Диаметр ствола контрольных деревьев превышал аналогичное значение у декапитированных на 49,0 %.

Средний прирост побега по годам у декапитированных деревьев с 2013 по 2017 гг. составил 26,5-33,3 см.

Изменчивость приростов проявляется среди боковых побегов, заменяющих центральный, на каждом декапитированном дереве. Так, на дереве 4-19 из пяти боковых побегов выделяются по интенсивности роста два (№ 3 и 4). Превышение по среднему приросту за 5 лет составило 38,3 и 27,3 %, соответственно.

Прирост лидирующих побегов декапитированных деревьев варьирует от 24,4 до 45,8 см при среднем значении 30,7 см. Наибольший показатель (дерево 4-46) превышает среднее значение на 49,2 % (рис. 1).

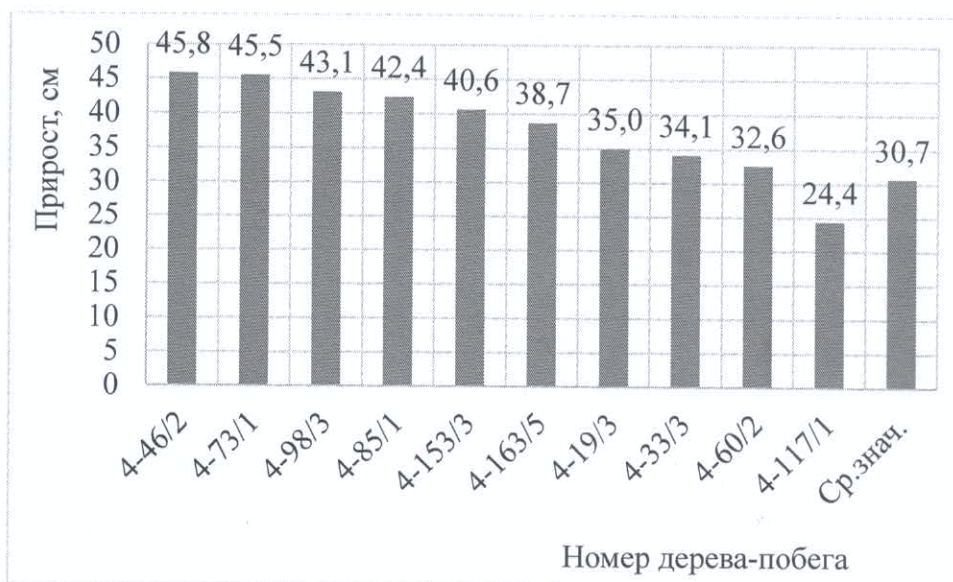


Рисунок 1 – Прирост лидирующих побегов декапитированных деревьев

Сопоставлены годовые приросты побегов дерева 4-98 с 1999 по 2017 гг. до и после декапитации (табл. 1).

Таблица 1 – Годичный прирост побега до и после декапитации

Год	Прирост		Год	Прирост		Год	Прирост	
	см	% к Хср		см	% к Хср		см	% к Хср.
До первого приёма декапитации								
1999	22,1	74,2	2000	19,7	66,1	2001	10,3	34,6
2002	7,0	23,5	2003	5,5	18,4	2004	16,5	55,4
Среднее значение							13,5	
От первого до второго приёма декапитации								
2005	50,5	169,5	2006	48,2	161,7	2007	52,3	175,5
2008	42,5	142,6	2009	41,7	139,9	2010	19,5	65,4
2011	30,1	101,0	2012	44,2	148,3	2013	32,5	109,1
2014	30,3	101,7	2015	43,1	144,6	2016	34,5	115,8
Среднее значение							37,3	
Среднее значение по опыту							29,8	100,0

Установлено, что до первой декапитации дерева прирост лидирующего побега варьировал от 5,5 до 22,1 см, составляя в среднем 13,5 см. В первые годы после декапитации прирост побега увеличился. С 2005 по 2009 гг. он был равен 41,7-52,3 см, превышая среднее значение по опыту на 39,9-75,5 %.

Минимальное количество боковых ветвей было у дерева 4-60 в 2013 г., максимальное (65 шт.) – у дерева 4-163 в 2017 г. (рис. 2).

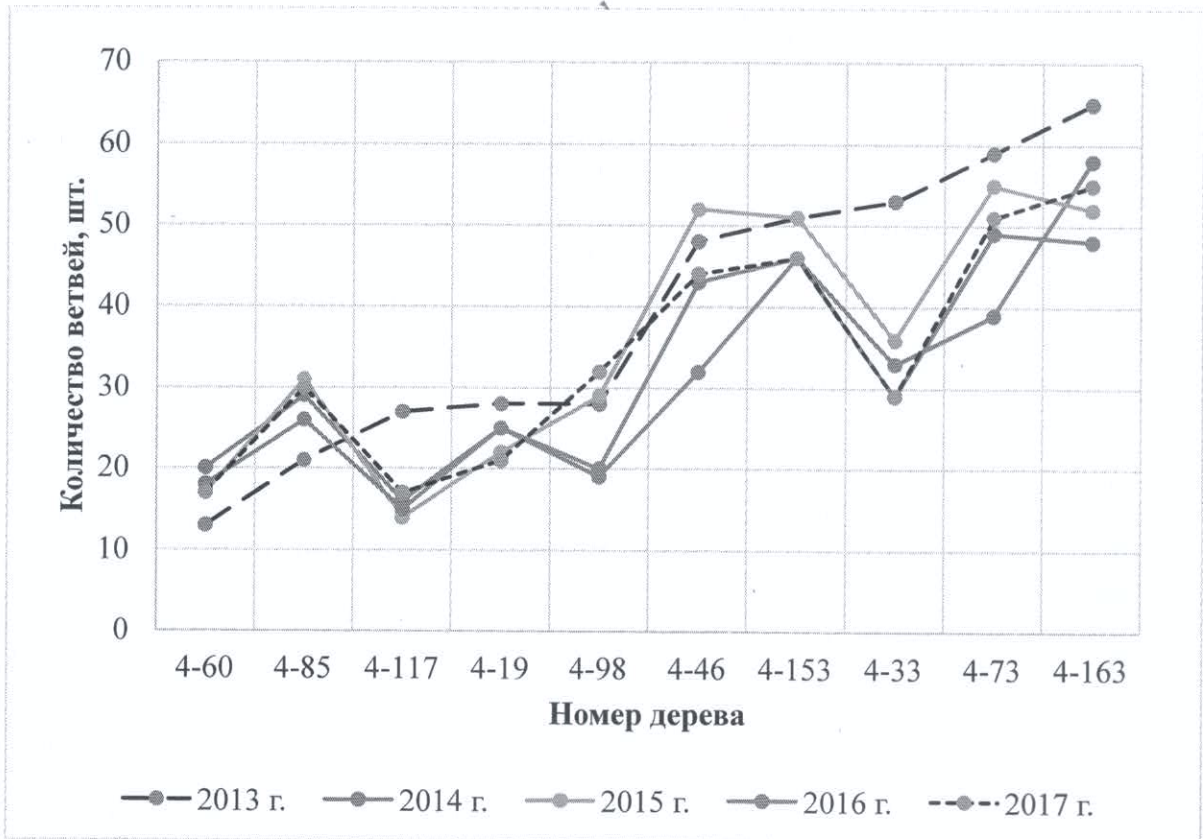


Рисунок 2 - Количество боковых ветвей в мутовках с 2013 по 2017 гг.

Между количеством лидирующих побегов при первом приеме декапитации (x) и суммарным количеством образовавшихся боковых ветвей (y) на побегах за 5-летний (2013-2017 гг.) период наблюдается тесная прямая связь ($r=0,779$). Уравнение имеет вид:

$$y = -4,177x^2 + 71,374x - 99,169.$$

Диаметр кроны декапитированных деревьев лениногорского происхождения в 2019 году варьировал от 3,6 до 5,7 м. Наибольший диаметр кроны был у деревьев 4-33, 4-117, 4-73, наименьший 4-19, 4-85.

Длина боковых ветвей изменялась от 82,2 (дерево 4-60) до 141,7 (4-73) см. Длина хвои на побеге 2017 года была от 10,4 (4-73) до 13,1 (4-33) см.

3.2 Декапитация 41-42-летних деревьев алтайского (урочище Атушкень) происхождения

После первой декапитации высота ствола дерева в секции № 5 алтайского происхождения в среднем составляла 1,5 м. Количество лидирующих побегов равно 2-5 шт. По 5 шт. - у деревьев 5-17 и 5-107, по 2 шт. - у деревьев 5-46 и 5-54. Максимальная высота в 2017 г. была у декапитированного дерева 5-107 (9,9 м), минимальная – у 5-54 (5,6 м).

У контрольных (недекапитированных) деревьев высота варьировала от 14,4 до 17,2 м при среднем значении 15,5 м, то есть в 2,2 раза больше, чем у декапитированных. Диаметр ствола контрольных деревьев превышал аналогичное значение у декапитированных в 1,4 раза.

Было установлено, что через 7 лет после декапитации прирост побега составил 18,3 см, в последующие годы прирост увеличивался. Максимальное значение 33,5 см было в 2016 г., через 11 лет после декапитации. Средний прирост декапитированных деревьев за 5-летний период (2013-2017 гг.) варьировал от 18,0 до 34,1 см.

Средняя длина боковых ветвей декапитированных деревьев составила от 0,85 до 1,31 м, достигая максимальных значений у деревьев 5-64 и 5-107.

3.3 Влияние географического происхождения на формирование кроны декапитированных деревьев

Установлено, что деревья алтайского и лениногорского происхождения, произрастающие в одинаковых условиях на плантации «Метеостанция», отличаются интенсивностью роста и формированием кроны. Количество лидирующих побегов на верхней мутовке после первой декапитации (2005 г.) значительно превышало у сосны кедровой сибирской лениногорского происхождения в сравнении с алтайским (табл. 2).

Таблица 2 – Количество лидирующих побегов на верхней мутовке после первого приема декапитации в 2005 г. у деревьев разного географического происхождения

Географическое происхождение	max	min	Хср.	$\pm m$	V, %	P, %	t_{ϕ} при $t_{05} = 1,99$
Алтайское	5	2	3,6	0,09	18,3	2,5	11,3
Лениногорское	7	3	5,3	0,12	16,6	2,3	-

Достоверность различий подтверждается статистически ($t_{\phi} > t_{05}$).

Количество боковых ветвей в мутовках деревьев алтайского происхождения с 2013 по 2017 гг. варьировало от 2 до 13 шт., лениногорского - от 6 до 16 шт. при среднем значении 8,4 и 10,1 шт., соответственно (табл. 3).

Таблица 3 – Сравнительный анализ количества и длины боковых ветвей у сосны кедровой сибирской алтайского и лениногорского происхождений

Географическое происхождение	Хср.	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	t_{ϕ} при $t_{05} = 1,99$
Количество боковых ветвей, шт.						
Алтайское	8,4	0,46	2,29	27,3	5,4	3,10
Лениногорское	10,1	0,30	2,20	21,8	3,0	-
Длина боковых ветвей, м						
Алтайское	1,06	0,10	0,53	50,0	9,4	0,91
Лениногорское	1,16	0,05	0,34	29,3	4,0	-

Количество боковых ветвей у деревьев лениногорского происхождения больше, чем у алтайского, что подтверждается t-критерием. Длина боковых ветвей различается между вариантами незначительно.

Высота, диаметр ствола деревьев алтайского и лениногорского происхождений в 2017 г. перед вторым приемом декапитации приведены в табл. 4.

Таблица 4 – Процент превышения высоты, диаметра ствола у деревьев в зависимости от географического происхождения

Географическое происхождение	max	min	Хср.	% превышения
Высота, м				
Алтайское	6,7	5,1	5,9	100,0
Лениногорское	7,3	5,2	6,4	108,5
Диаметр ствола, см				
Алтайское	30,0	18,0	25,1	123,0
Лениногорское	26,0	12,0	20,4	100,0

Интенсивный рост по высоте после первого приёма декапитации отмечен у деревьев лениногорского, по диаметру ствола – алтайского происхождения. Диаметр кроны не имел существенных различий между сравниваемыми вариантами.

4 ФОРМИРОВАНИЕ КРОНЫ ДЕКАПИТИРОВАННЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ КЕДРОВОЙ НА ПЛАНТАЦИЯХ «ИЗВЕСТКОВАЯ» И ЛЭП-1»

4.1 Формирование кроны за 12-летний период после первого приема декапитации деревьев 41-42-летнего возраста

На плантации «Известковая» были декапитированы в 2005 году 41-42-летние деревья разного географического происхождения: алтайского (ур. Курли), бирюсинского, ермаковского, сонского, танзыбейского, черемховского, шумихинского, произрастающие под электрическими проводами.

Высота ствола при первом приеме декапитации составила $1,7 \pm 0,05$ м.

Количество лидирующих побегов после первого приема декапитации варьировало от 2 до 7 шт. (табл. 5).

Таблица 5 – Количество лидирующих побегов у деревьев после декапитации в 2005 году

Номер дерева	Количество лидирующих побегов		Номер Деревя	Количество лидирующих побегов	
	шт.	% к Хср.		шт.	% к Хср.
Ку -8	2	45,5	Би-63	6	136,4
Ку-38	4	90,9	Ер-31	6	136,4
Ку-54	7	159,1	Со-36	5	113,6
Ку-70	2	45,5	Та-28	5	113,6
Ку-86	2	45,5	Та-45	3	68,2
Ку-103	3	68,2	Та-62	7	159,1
Ку-120	4	90,9	Че-9	3	68,2
Ку-136	4	90,9	Че-27	4	90,9
Ку-153	5	113,6	Че-46	5	113,6
Би-29	5	113,6	Шу-50	5	113,6
Среднее значение по опыту				4,4	100,0

Наибольшее количество боковых побегов, заменивших центральный, было у деревьев алтайского (Ку-54) и танзыбейского (Та-62) происхождений.

Спустя 12 лет после первой декапитации деревьев уровень изменчивости показателей варьирует от низкого до высокого (табл. 6).

Таблица 6 – Изменчивость высоты, диаметра ствола декапитированных деревьев на плантации «Известковая»

Показатель	Хср.	±m	V, %	P, %	Уровень изменчивости
Высота дерева до вторичной декапитации, м	7,3	0,21	12,6	2,8	средний
Высота дерева после вторичной декапитации, м	3,3	0,24	32,5	7,3	высокий
Удаленная часть дерева при вторичной декапитации, м	4,0	0,09	11,1	2,2	низкий
Диаметр ствола возле поверхности почвы, см	21,2	0,81	17,3	3,8	средний
Диаметр ствола на уровне 1-го спила, см	11,3	0,71	28,3	6,3	высокий

За 12-летний период высота декапитированного дерева в среднем составила $7,3 \pm 0,21$ м. Диаметр ствола возле поверхности почвы равен $21,2 \pm 0,81$ см.

Выделены деревья по наибольшему диаметру кроны: Ку-103, Би-63, Ку-54, у которых превышение над средним значением составило 20,9-27,9 %.

Показатели деревьев перед вторым приемом декапитации (2017 г.), имеющих наибольшие значения, приведены в табл. 7.

Таблица 7 – Показатели деревьев сосны кедровой сибирской перед вторым приемом декапитации на плантации «Известковая»

Номер дерева	Диаметр кроны		Протяженность кроны		Максимальное количество ветвей в мутовке		Диаметр ствола возле поверхности почвы	
	м	% к Хср.	м	% к Хср.	шт.	% к Хср.	см	% к Хср.
Би-63	5,2	120,9	7,6	135,7	18	137,4	24	113,2
Ку -86	4,6	107,0	7,3	130,4	14	106,9	26	122,6
Ку -103	5,4	125,6	6,3	112,5	15	114,5	24	113,2
Та-28	4,6	107,0	6,1	108,9	17	129,8	24	113,2
Среднее значение	4,3	100,0	5,6	100,0	13,1	100,0	21,2	100,0

Через 12 лет после первого приема декапитации высота деревьев варьировала от 5,6 до 9,2 м, достигая максимального значения у дерева бирюсинского происхождения Би-63, высота которого была на 26,0 %, диаметр кроны – на 20,9 %, протяженность кроны – на 35,7 %, количество ветвей в мутовке – на 37,4 %, диаметр ствола – на 13,2 % в сравнении со средним значением по опыту.

Наблюдается умеренная связь между диаметром ствола и диаметром кроны ($r=0,414$), тесная – диаметром ствола и максимальным количеством ветвей в мутовке ($r=0,596$).

Были сопоставлены высота и диаметр кроны в зависимости от числа боковых ветвей, оставленных на деревьях при первом приеме декапитации (табл. 8).

Таблица 8 –Изменчивость показателей деревьев перед второй декапитацией (2017 г.) в зависимости от количества лидирующих побегов

Количество боковых ветвей, шт.	max	min	Хср.	$\pm\sigma$	$\pm m$	V, %	P, %	t_{Φ} при $t_{05} = 2,08$
Высота, м								
2-4	8,7	5,6	6,5	1,01	0,32	15,5	4,9	2,43
5-7	9,2	6,8	7,5	0,78	0,25	10,4	3,2	-
Диаметр кроны, м								
2-4	5,4	2,6	4,1	0,91	0,29	22,2	7,1	0,35
5-7	5,5	3,6	4,5	0,62	0,20	13,8	4,4	-

Установлено, что количество боковых ветвей, оставленных после декапитации, влияет на их интенсивность роста. Так, при 5-7 боковых ветвях максимальная высота составляла 9,2 м, средняя 7,5 м, при 2–4 она равнялась 8,7 и 6,5 м, соответственно. Критерий достоверности различий по высоте фактический больше табличного ($t_{\Phi} > t_{05}$). Различие между диаметром кроны незначительное ($t_{\Phi} < t_{05}$).

Количество боковых ветвей в мутовках за пятилетний период колебалось от 4 до 21 шт., достигая максимального значения у деревьев Ку-103, Би-63, Со-36, Та-28 (табл. 9).

Таблица 9 –Количество боковых ветвей на деревьях с 2013 по 2017 гг.

Номер дерева	Количество боковых ветвей		Номер дерева	Количество боковых ветвей	
	шт.	% к Хср.		шт.	% к Хср.
Ку -8	14	109,4	Би-63	18	140,6
Ку -38	11	85,9	Ер-31	15	117,2
Ку -54	12	93,8	Со-36	18	140,6
Ку -70	7	54,7	Та-28	17	132,8
Ку -86	14	109,4	Та-45	4	31,3
Ку-103	21	164,1	Та-62	9	70,3
Ку -120	12	93,8	Че-9	11	85,9
Ку -136	16	125,0	Че-27	10	78,1
Ку -153	15	117,2	Че-46	11	85,9
Би-29	9	70,3	Шу-50	12	93,8
Среднее значение				12,8	100,0

4.2 Формирование кроны деревьев за два года после второго приема декапитации

Был проведен сравнительный анализ диаметра кроны деревьев после второго приема декапитации (табл. 10).

Таблица 10 – Диаметр кроны деревьев после второго приема декапитации

Номер дерева	Диаметр кроны		Номер дерева	Диаметр кроны	
	м	% к Хср.		м	% к Хср.
Ку-8	4,4	104,8	Би-63	5,2	123,8
Ку -38	3,6	85,7	Ер-31	4,9	116,7
Ку -54	3,5	83,3	Со-36	3,6	85,7
Ку -70	2,6	61,9	Та-28	4,6	109,5
Ку -86	4,6	109,5	Та-45	3,6	85,7
Ку-103	5,4	128,6	Та-62	4,4	104,8
Ку -120	4,8	114,3	Че-9	3,6	85,7
Ку -136	4,6	109,5	Че-27	3,8	90,5
Ку -153	4,8	114,3	Че-46	4,0	95,2
Би-29	4,0	95,2	Шу-50	4,1	97,6
Среднее значение				4,2	100,0

Наибольший диаметр кроны был у деревьев алтайского (Ку-103) и бирюсинского (Би-63) происхождений. Превышение над средним значением составило 28,6 % и 23,8 %, соответственно.

Интенсивный прирост побега после декапитации отмечен у деревьев Би-63, Ку -54 и Ку -86. Наименьший прирост побега был у деревьев алтайского Ку-38 (51,0 %) и черемховского Че-9 (73,0 %) происхождений. Он составлял 51,0 и 73,0 % в сравнении с контролем.

4.3 Формирование кроны после декапитации 22-летних деревьев дивногорского происхождения

На плантации «Известковая» была проведена декапитация 22-летних деревьев дивногорского происхождения в 2005 и 2017 годах. Средняя высота через 12 лет после декапитации варьировала от 6,0 м (Ди-24-11) до 6,6 м (Ди-30-12).

На каждом декапитированном дереве выделяются лидирующие один или два побега, значительно превышающие минимальные или средние значения. Так, у деревьев Ди 24-11, Ди 27-11, Ди 32-12, Ди 39-14 высота превышает среднее значение по опыту на 12,6-15,9 %. На дереве 30-12 лидирует два побега № 4 и № 5. Превышение их высоты над средним значением составляет 16,7–23,9 %. Наибольшая высота отмечена у дерева Ди-30-12, отличающегося и наибольшим количеством лидирующих побегов.

Между количеством лидирующих побегов (x) и высотой деревьев (y) установлена значительная связь ($r=0,639$), уравнение имеет вид:

$$Y = 0,261x + 6,319.$$

Сопоставлены приросты побега декапитированных деревьев с 2013 по 2017 гг. Прирост побега за пятилетний период (2013-2017 гг.) в среднем составил 40,5 см. У отдельных деревьев он варьировал от 27,0 до 50,3 см. Лидирующие побеги на каждом дереве имели максимальный прирост от 44,4 до 56,6 см (дерево Ди 24-11, побег № 2; Ди 27-11 - № 2; Ди 30-12 побеги 4 и 5; Ди 32-12 № 3; Ди 35-13 №2; Ди 29-12 №2, Ди 39-14 №3). Данные побеги заменяют центральный.

Средний диаметр побега за 5-летний период (2013-2017 гг.) был больше у деревьев Ди 29-12 на 32,4 % и Ди 32-12 на 16,2 % в сравнении со средним значением по опыту.

Количество боковых ветвей на мутовке также варьировало как между деревьями, так и на отдельных побегах одного дерева.

Среднее количество боковых ветвей между сравниваемыми деревьями колеблется в пределах 24,3–44,0 шт. (рис. 3).

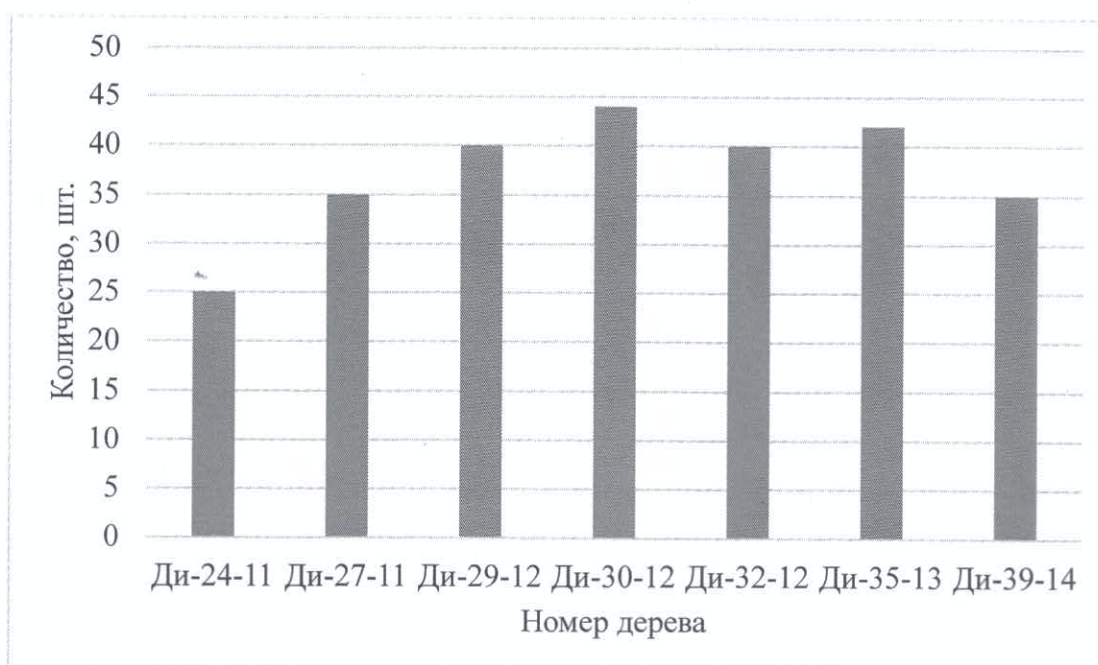


Рисунок 3– Среднее количество боковых ветвей на лидирующих побегах

У отдельных деревьев данный показатель варьирует значительно. Особенно это проявляется у дерева Ди 30-12. При среднем значении 44 шт. минимальное значение равно 24 шт. (побег № 6), максимальное 62 шт. (побег № 2).

После второго приема декапитации в 2017 г. изменчивость наблюдалась по количеству побегов, максимальному приросту с 2017 по 2019 гг., длине боковых ветвей в 2019 г., изменению угла прикрепления боковых ветвей, диаметру кроны.

После второго приема декапитации наибольшее количество боковых ветвей было образовано у деревьев Ди-30-12 и Ди-29-12. Превышение над средним значением составило 42,1 и 36,6 %. Максимальный прирост побега был у деревьев Ди-29-12 и Ди-32-12, диаметр кроны – у деревьев Ди-30-12, Ди-32-12 и Ди-29-12.

Максимальное изменение угла прикрепления боковых ветвей на верхней мутовке было у деревьев Ди-30-12, Ди-29-12 и Ди-35-13, что свидетельствует о большей восстановительной способности кроны.

4.4 Показатели роста и репродуктивного развития декапитированных деревьев на плантации «ЛЭП-1»

На плантации «ЛЭП-1» первый прием декапитации деревьев сосны кедровой сибирской 28-летнего биологического возраста был проведен в 1996 году, второй – в 2005 году [Братилова, Шамова, 2013].

В 50-летнем биологическом возрасте (2017 г.) высота декапитированных деревьев составила $7,9 \pm 0,19$ м, контрольных – $8,9 \pm 0,10$ м.

Было установлено, что диаметр лидирующих побегов зависел от их количества на дереве после первого приема декапитации (табл. 11).

Таблица 11 – Влияние количества лидирующих побегов на их диаметр, см

Количество побегов, шт.	Диаметр	$\pm m$	V, %	t_{ϕ} при $t_{05}=2,01$	Уровень изменчивости
1	9,5	0,34	34,0	2,32	высокий
3	10,9	0,50	29,8	-	высокий

Диаметр боковых ветвей при наличии трех лидирующих побегов на дереве достоверно больше, чем при одном ($t_{\phi} > t_{05}$).

На данном участке в 2017 году были выделены урожайные деревья. Количество деревьев с шишками в контрольном варианте составило 36 %, в опытных – 46 %. Деревья, отличающиеся лучшим репродуктивным развитием, отселектированы для размножения и проведения дальнейших исследований.

5 ОТСЕЛЕКТИРОВАННЫЕ ДЕРЕВЬЯ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ

5.1 На плантации «Метеостанция» в 56-летнем возрасте

На плантации «Метеостанция» среди деревьев, декапитированных дважды в 42- и 54-летнем возрасте были отселектированы экземпляры, отличающиеся наибольшим количеством боковых ветвей после первого и второго приемов декапитации: 4-163 ленинградского и 5-38 алтайского происхождения.

5.2 На плантации «Известковая» в 55-56-летнем возрасте

Наибольшее количество боковых ветвей на верхней мутовке 2017 г. было у деревьев Та-28, Би-63, Ер-31, Ку-54. У них же отмечен больший показатель после первой декапитации. Превышение над средним значением составило 13,6-59,1 % в сравнении со средним значением. На мутовках 2013-2017 гг. количество боковых ветвей у отселектированных деревьев колебалось от 39 до 60 шт. Максимальный показатель был у дерева Та-28 танзыбейского происхождения (табл. 12).

Таблица 12 – Отселектированные деревья по образованию боковых ветвей

Географическое происхождение	Номер дерева	Боковые ветви после декапитации			
		2005 г.		2017 г.	
		шт.	% к Xср.	шт.	% к Xср.
1	2	3	4	5	6
Алтайское (ур. Курли)	Ку-54	7	159,1	39	128,7
Бирюсинское	Би-63	6	136,4	46	151,8

Окончание таблицы 12

1	2	3	4	5	6
Ермаковское	Ер-31	6	136,4	41	135,3
Танзыбейское	Та-28	5	113,6	60	198,0
Среднее значение		4,4	100,0	30,3	100,0

5.3 На плантации «Известковая» в 36-летнем возрасте

Наибольшие показатели были у дерева Ди-30-12. Превышение количества боковых ветвей на оставленной верхней мутовке после первого приема декапитации было на 76,5 %, после второй - на 79,1 % больше в сравнении со средними значениями.

5.4 На плантации «ЛЭП-1» в 50-летнем возрасте

На плантации «ЛЭП-1» при первом приеме декапитации 28-летних деревьев в 1996 году и втором – в 37-летнем возрасте через 13 лет (2017 г.) был установлен большой уровень изменчивости по образованию шишек и макростробилов. Шишки образовались у 46,0 % декапитированных деревьев, в контрольном варианте деревьев с шишками было 36,0 %. Количество шишек и макростробилов между декапитированными и контрольными деревьями отличалось незначительно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведение декапитации деревьев с моноподиальным типом ветвления, имеющих большую высоту, представляет научное значение для создания низкорослых плантаций, где можно проводить селекционные исследования (гибридизацию), сбор шишек, не поднимаясь высоко в крону. Однако для решения этого вопроса требуется продолжительный период наблюдений. Данные, полученные за 14-летний период, включающие анализ роста деревьев на плантациях «Метеостанция» и «Известковая» после первой декапитации с 2005 по 2017 г.г. и второй – с 2018 по 2019 гг., а также на плантации «ЛЭП-1», позволили сделать некоторые выводы.

1. Отмечен большой и очень большой уровень индивидуальной изменчивости показателей декапитированных деревьев разного географического происхождения и возраста.

2. Деревья ленингорского происхождения имели достоверно большие показатели по количеству лидирующих побегов при первой декапитации, среднему приросту побега за пятилетний период (2013 – 2017 гг.), количеству боковых ветвей перед вторым приёмом декапитации (2017 г.), высоте. Диаметр же ствола декапитированных деревьев алтайского происхождения превышал данный показатель у ленингорских.

3. Восстановительная способность кроны зависит от количества боковых ветвей, оставленных после декапитации. При 5-7 боковых ветвях после первой декапитации данный показатель выше, чем при 2-4 шт.

4. При первой декапитации 28-летних деревьев и второй в 37-летнем возрасте на плантации «ЛЭП-1» через 13 лет в 50-летнем биологическом возрасте 46 % декапитированных деревьев образовали шишки, в контроле – 36 %.

5. На плантациях «Метеостанция», «Известковая» были отселектированы деревья, отличающиеся повышенной восстановительной способностью кроны, на плантации «ЛЭП-1» - образованием шишек и макростробилов для проведения селекционных исследований и их размножения вегетативным способом.

Рекомендации

Декапитацию сосны кедровой сибирской можно проводить в возрасте 22-42 гг. с интенсивностью обрезки 40-70 %. При обрезке кроны необходимо оставлять наибольшее количество лидирующих боковых ветвей, учитывая индивидуальную и географическую изменчивость деревьев. Декапитированные деревья должны расти в условиях хорошего освещения.

Перспективы дальнейшей разработки темы заключаются в продолжении исследований по изучению восстановительной и репродуктивной способности декапитированных деревьев, отбору и выращиванию селекционного посадочного материала.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

в изданиях, рекомендованных ВАК

1. Матвеева, Р. Н. Показатели 50-летней сосны кедровой сибирской после декапитации кроны на плантации «ЛЭП-1» (пригородная зона Красноярска) / Р. Н. Матвеева, О.Ф. Буторова, В.В. Нарзыев, **Д. А. Гришлов**, В.С. Иванов // Хвойные бореальной зоны. -2018. -Т. 36, № 6. -С. 502-506.

2. Матвеева, Р.Н. Формирование кроны сосны кедровой сибирской после двух приемов декапитации / Р.Н. Матвеева, О.Ф. Буторова, **Д.А. Гришлов**, М.В. Гришлова // Хвойные бореальной зоны. -2020.-Том 38, № 1-2. – С.43-47.

3. **Гришлов, Д.А.** Изменчивость кроны при декапитации 42-летнего кедра сибирского / Д.А. Гришлов // Хвойные бореальной зоны. 2021.- Том 39, № 3. – С. 174-179.

В других изданиях

4. **Гришлов, Д. А.** Изменчивость показателей сосны кедровой сибирской алтайского и лениногорского происхождений после декапитации кроны / Д. А. Гришлов, М. В. Гришлова, Р. Н. Матвеева // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения. – Красноярск: СибГУ, 2017.- С. 48-51.

5. **Гришлов, Д. А.** Показатели сосны кедровой сибирской лениногорского происхождения после декапитации кроны на участке «Метеостанция» Учебно-опытного лесхоза СибГУ / Д. А. Гришлов, Р. Н. Матвеева // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: материалы 21 международной научной конференции.- Красноярск: СибГУ, 2018. – С. 55-58.

6. **Гришлов, Д. А.** Изучение роста сосны кедровой сибирской алтайского (ур. Курли) происхождения после декапитации на плантации «Известковая» / Д. А.

Гришлов, М. В. Гришлова // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения.- Красноярск: СибГУ, 2019.- С. 56-58.

7. **Grishlov, D. A.** Growth indicators of *Pinus sibirica* of different geographic origin after crown decapitation / D. A. Grishlov, M. V. Grishlova // Молодежь. Общество. Современная наука, техника и инновации [Электронный ресурс] : материалы XVIII Междунар. науч. конф. – Красноярск: СибГУ, 2019. – Электрон. текстовые дан. (1 файл, МБ). -С.361-363.

8. **Гришлов, Д. А.** Рост сосны кедровой сибирской дивногорского происхождения после декапитации / Д. А. Гришлов, Р. Н. Матвеева // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: Материалы 22 Международной научной конференции. - Красноярск: СибГУ, 2019. – С.49-51.

9. **Гришлов, Д.А.** Формирование кроны сосны кедровой сибирской алтайского происхождения после вторичной декапитации / Д.А. Гришлов, М.В. Гришлова, Р.Н. Матвеева // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: XVI Всероссийская научно-техническая конференция студентов и аспирантов. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. – С. 333-335.

10. **Гришлов, Д. А.** Формирование кроны кедра сибирского за 12-летний период после декапитации (пригородная зона Красноярска) / Д.А. Гришлов, Н.П. Братилова, Р.Н. Матвеева, О.Ф. Буторова // Наукові праці Лісівничої академії наук України.- 2021, Вип. 22. – С.89-97.

Отзывы на автореферат в 2-х экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим направлять по адресу: 660049, г. Красноярск, проспект Мира, 82, ученому секретарю диссертационного совета Д212.246.06.

В отзыве просим указать почтовый адрес организации, телефон и электронную почту лица, представившего отзыв.

Факс: (391) 266-03-90

E-mail: mrepyah@yandex.ru.

Подписано в печать 09.10. 2021 Сдано в производство 12.10.2021

Формат 60x84/16. Бумага офисная. Печать плоская.

Усл. печ. л. 1,0. Тираж 100 экз.

Заказ №3128.

Отпечатано в редакционно-издательском центре

СибГУ им. М.Ф. Решетнева

660049, Г. Красноярск, проспект Мира, 82. Тел. (391) 222-73-28