

Ю. П. Пуятин, Э. И. Пуятина

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СОЗДАНИЯ КУЛЬТУР СОСНЫ НА СВОЙСТВА ПОЧВЫ И РОСТ СОСНЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОГО ЗАУРАЛЬЯ

Успешность выращивания сосны в условиях лесостепной зоны Зауралья во многом зависит от того, насколько полностью удастся подавить конкуренцию со стороны сорной растительности и при этом сохранить необходимые запасы влаги в почве. Применение гербицидов позволяет решить эти задачи при некотором сокращении механических обработок почвы. Особенно это важно в связи с тем, что многократный интенсивный механический уход в лесостепи и степи приводит к распылению почвы и ухудшению ее физических свойств (Зыков, 1970).

Вопросами минимальной обработки почвы занимаются как за границей, так и в нашей стране (Фри, 1960; Ключников, 1963). В частности, Л. Ю. Ключниковым получены положительные результаты при применении минимальной обработки и гербицидов в культурах сосны на песках.

Многие исследователи подчеркивают эффективность сочетания химических и агротехнических мер борьбы с сорной растительностью (Положий, 1954; Чесалин, 1963; Ладонин, Войтов, 1964; Стонов и др.; 1964). Практические рекомендации для северо-западных районов страны по применению гербицидов в сочетании с агротехническими приемами в лесных питомниках и культурах разработаны ЛенНИИЛХ (Козлова, Бельков, 1962, 1964). Исследования последних лет, выполненные рядом научно-исследовательских учреждений, показали, что возможна частичная и даже полная замена механических уходов химическими (Козлова, 1967; Маттис, 1967, 1969; Козлова и др., 1969; Костромин, 1969; Трошина, 1969). При этом, как правило, физические и химические свойства почвы не претерпевают существенных изменений.

При использовании гербицидов возникает необходимость проследить за биологической активностью почвы. В отношении действия гербицидов на микроорганизмы почвы высказываются различные точки зрения. По данным А. В. Воеводина и А. В. Бешенова (1962), микрофлора почвы не угнетается атразином, далапоном, симазиним, 2,4-Д. С. М. Маштаков и др. (1961), Н. А. Красильников (1966) отмечают ингибирующее влияние 2,4-Д на микроорганизмы. Исследования, проведенные З. В. Ивановой (1967), В. И. Шубиным и др. (1967, 1969), А. К. Эглите (1967), З. А. Степановой (1969) на лесных объектах, показатели, что в большинстве случаев действие гербицидов на почвенную микрофлору является кратковременным, а при использовании небольших доз существенно не проявляется. Наличие в почве малоразложившихся органических веществ снижает отрицательное действие гербицидов (Эглите, 1967).

В целом, по данным упомянутых выше авторов, изменения физических и химических свойств и биологической активности почвы при полной или частичной замене механических обработок химическим уходом столь незначительны, что не оказывают существенного влияния на рост семян древесных пород.

Подобные исследования на Урале не проводились. Кроме того, к началу наших работ в литературе имелись лишь отрывочные сведения по этим вопросам, да и то в большинстве своем относящиеся к области сельского хозяйства. В связи с этим Уральская ЛОС ВНИИЛМ в 1966-1970 гг. провела в Курганском лесхозе (лесостепное Зауралье) пятилетние стационарные исследования по изучению влияния способов создания культур сосны с применением гербицидов на физические и химические свойства почвы, деятельность целлюлозо-разрушающих микроорганизмов, засоренность посадочных мест и рост саженцев. Частично эти вопросы нашли отражение в печати (Путятин, Путятин, 1970). В настоящей статье влияние различных технологий создания культур сосны с применением гербицидов на свойства почвы рассматривается более подробно.

Лесхоз расположен в центральной части Курганской области. По И. А. Фрейберг (1965), северная часть лесхоза входит в подрайон древнепесчаных отложений, а южная — в подрайон преобладания лесопригодного типа условий местопроизрастания центрального лесохозяйственного района. Климат континентальный. Средняя продолжительность безмороз-

ного периода 116-126 дней. Суховеи наблюдаются в 10-67 днях в году. Средняя годовая температура равна + 1,0°C. Сумма осадков за год составляет 300-350 мм.

Большой удельный вес в объеме лесохозяйственных работ занимают лесовосстановительные мероприятия — ежегодно культуры производятся в среднем на площади 500 га, а уход за ними — на площади более 3 тыс. га. При этом уход за лесными культурами в основном (на 90-100%) выполняется вручную. Это показывает насколько остро стоит вопрос о сокращении трудозатрат и какую роль должны сыграть химические средства борьбы с нежелательной растительностью.

В лесхозе было заложено два стационарных опытных участка: первый — в северной части лесхоза на территории Чистопрудного лесничества, второй — на юге лесхоза в Шмаковском лесничестве. Стационар 1, площадью 0,75 га, расположен на верхней части дюнной гряды с очень пологими склонами. Почва светло-серая оподзоленная, песчаная, свежая (по А. Ф. Бахаревой (1959) — боровые пески). Травяной покров ковыльно-злаковоразнотравный. Участок окружен березово-осиновыми молодняками и культурами сосны. Возобновление отсутствует. Стационар 2, также площадью 0,75 га, расположен на очень пологом склоне с небольшими микрозападинками. Почва легкосуглинистая, серая лесная. Участок находится внутри березового колка. Злаковошироколистное разнотравье образует сильное задернение с проективным покрытием 0,9-1,0.

Оба стационара разбиты на четыре секции: А — контроль, Бг — лесовыращивание с применением гербицидов без агротехнического ухода (химуход), Баг — лесовыращивание с применением гербицидов и агротехнического ухода (агрохимуход), В — лесовыращивание обычными методами, принятыми в производстве (хозяйственный контроль).

В сентябре 1966 года на стационарах проведена подготовка почвы, включающая следующие операции: на стационаре 1, секции Бг и Баг — сплошное опрыскивание трихлорацетатом натрия (50 кг д. в./га), рыхление почвы полосами культиватором КЛБ-1,7 с распашкой середины полос вразвал конным плугом, опрыскивание полос симазинном (4 кг. д. в./га); секции В — вспашка бороздами плугом ПКЛ-70; на стационаре 2, секции Бг, Баг и В — вспашка почвы бороздами плугом ПКЛ-70; на секциях Бг и Баг — опрыскивание борозд и пластов симазинном (10 кг д. в./га). Весной 1967 года произведена посадка однолетних сеянцев сосны под меч Колесова в дно борозд. Дальнейший уход за культурами

включал полку, рыхление и оправку семян на стационаре 1 — раз в год, на стационаре 2 — два раза). Кроме того, на стационаре 2 в связи с сильным зарастанием посадочных мест травяной растительностью дополнительно велась обработка гербицидами на секциях Бг и Баг: в 1967 г. (28.VII) — натриевой солью 2,4-Д (2,5 кг д. в. /га), в 1968 г. (13.VII) — бутиловым эфиром 2, 4, 5-Т (2, 4 кг д. в. /га), в 1969 г. (26.IX) — родакором (8 кг д. в. /га).

Погодные условия в годы наблюдений имели следующие особенности. Вегетационный период 1966 года отличался затяжной весной, продолжительным умеренно влажным и теплым летом. В отдельные периоды наблюдались засушливые явления. В целом вегетационный период характеризовался увеличенным накоплением сумм положительных температур и достаточной обеспеченностью осадками. Вегетационный период 1967 года начался с теплой сухой погоды, обусловившей развитие в апреле — начале мая атмосферной засухи. В дальнейшем произошло похолодание и за вторую половину мая выпало столько осадков, сколько выпадает за апрель-май. Лето было теплым с достаточным количеством осадков и неустойчивой погодой. В 1968 году весна имела тот же ход погоды. Неустойчивая погода сохранялась в течение всего лета, вплоть до сентября. В целом вегетационный период 1968 года характеризуется недобором тепла. В 1969 году весна была недружной и холодной. Таким же было и лето. Исключительно редким явлением оказались поздние весенние и ранние осенние заморозки. И для этого вегетационного периода характерен значительный недобор тепла. Он имел место и в 1970 году. Начало весны было ранним и теплым, но в дальнейшем, с мая, установилась неустойчивая и дождливая погода, продолжавшаяся до сентября. Даже в июле наблюдалось значительное похолодание. Таким образом, в целом наблюдался переход от теплых с засушливыми явлениями вегетационных периодов к более холодным и избыточно увлажненным во второй половине периода стационарных наблюдений.

В программу ежегодных исследований входило изучение ряда физических и химических свойств почвы и деятельности целлюлозоразрушающих микроорганизмов. Наблюдения проводились три раза в течение вегетационного периода — весной, летом и осенью (в 1970 г. проведено одно контрольное наблюдение летом).

Наблюдения за изменением физических свойств почвы включали определение температуры, влажности, водопроница-

емости, твердости, плотности и удельного веса почвы. Основные наблюдения велись в слоях почвы: 0-5, 10-15, 25-30 и 45-50 см в пятикратной повторности; температура почвы замерялась на поверхности срочными термометрами и с помощью термометров Савинова в слоях почвы на глубине 5, 10, 15 и 20 см с часовым интервалом; водопроницаемость определялась для горизонтов 0 и 25 см в десятикратной повторности. Одновременно в почвенных разрезах из слоев 0-5, 10-15, 25-30 и 45-50 см брались индивидуальные образцы почвы для лабораторных химических анализов. Все наблюдения проведены по общепринятым методикам.

Наблюдения за деятельностью целлюлозоразрушающих микроорганизмов в 1966 году проведены по методу Холодного с оценкой их активности по степени разложения фильтровальной бумаги. В последующие годы применен модифицированный нами метод А. Н. Поповой с использованием льняной ткани и полиэтиленовой пленки вместо стекла.

Наблюдения, проведенные в 1966 году до закладки лесных культур, показали, что первоначальные условия на секциях каждого из стационаров являлись в достаточной степени идентичными, но в то же время условия на стационарах существенно отличались. Подготовка почвы путем удаления из посадочных мест части верхних горизонтов почвы с применением гербицидов и последующее механическое воздействие на почву обусловили некоторые отличия от первоначальных условий в наблюдаемых явлениях.

Развитие травяной растительности в посадочных местах.

Действие гербицидов на сорную травяную растительность ясно проявляется в первые два года после их применения. При этом хорошо заметны преимущества комбинированного ухода. Это можно проиллюстрировать данными о сухом весе сорняков по годам, %:

Варианты ухода	На борových песках		На серых лесных почвах	
	1967	1968	1967	1968
Химический	103	56	63	65
Агрохимический	130	40	38	25
Агротехнический	100	100	100	100

(В 1967 г. на борových песках прополка не производилась).

На третий год после закладки культур различие в засоренности посадочных мест при разной агротехнике становится существенным. Сырой вес надземной массы сорняков в 1969 г. составил, г/м²:

Варианты	На борových песках	На серых лесных почвах
Химуход (Бг)	79,6	122,8
Агрехимуход (Баг)	59,4	212,8
Агротехуход (В)	97,4	234,2
Контроль (А)	136,2	518,0

Дисперсионный анализ показал, что между вариантами в пределах одного стационара разность не превышает двойной ее ошибки, т. е. незначительна: на борových песках — $m_d = \pm 19,8$ на серых лесных суглинках — $m_d = \pm 64,2$ г/м².

Только различия с контрольными целинными участками достигали достоверных величин (на борových песках — $F_{0,05} = 3,07 < F_{\text{факт}} = 3,49 < F_{0,01} = 4,87$, на серых лесных почвах — $F_{\text{факт}} = 14,03 > F_{0,01} = 3,87$).

Температура почвы. В год закладки культур сосны (1967) наименьшее прогревание почвы в 20-сантиметровом слое на прогревание почвы в обоих стационарах наблюдалось в посадочных местах по дну борозд на секциях с хозяйственным контролем. О различии в вариантах можно судить по сумме температур в 20-сантиметровом слое почвы в дневные часы (11—14) за период наблюдений в весенний, летний и осенний сроки, °С:

	А	Бг	Баг	В
Стационар 1	731,5	707,0	712,9	690,6
Стационар 2	627,6	655,2	654,0	593,7

Меньшее прогревание почвы в хозяйственном контроле наблюдалось и в последующие годы. Разница в средней температуре почвы за дневные часы в слое 20 см в весенне-летние периоды составляла на борových песках 1,0-1,8°, а на серых лесных почвах доходила до 3,5°С. К осени разница между секциями одного стационара исчезала и даже на третий год после посадки сосны на стационаре 2, где травяной покров получил наибольшее развитие в хозяйственном контроле, слой почвы 5-20 см на секции В осенью был несколько теплее. Начинало

сказываться влияние травяного полога, который ослаблял потери тепла от лученспускания.

Таким образом, можно отметить тенденцию к большему прогреванию почвы в весенне-летний период в вариантах, где развитие травяного покрова было ослаблено действием гербицидов на легкосуглинистых серых лесных почвах, и в вариантах с поверхностно размещенными на взрыхленных полосах посадочными местами, по сравнению с прогреванием дна глубоких борозд, на боровых песках. При обеспеченности растений влагой такое изменение температурного режима почвы следует оценить положительно, однако в засушливые периоды оно может отрицательно сказаться на сохранности и росте культур.

Влажность почвы. Влажность 50-сантиметрового слоя почвы в течение всего периода наблюдений не имела значительных различий в вариантах одного стационара. Вместе с тем выявлены различия во влажности отдельных горизонтов.

Подготовка почвы на боровых песках стационара 1 дисковым культиватором на секциях Бг и Баг способствовала поддержанию более высокой влажности в верхних слоях 0-15 см в год посадки сосны (1967). В глубоких бороздах на секции В эти слои оказались менее насыщенными влагой. Особенно это проявилось в слое 0-5 см весной, когда разница достигла величины нескольких процентов.

На легкосуглинистых серых лесных почвах стационара 2 наиболее увлажненным оказался самый верхний слой 0-5 см на задернелом участке секции А. Но уже с глубины 10-20 см в этом варианте отмечено наибольшее просушивание почвы и влажность в слоях 25-50 см опускалась до 5-9%, в то время как в других вариантах в этих слоях она была в пределах 11-24%.

Таким образом, обработка почвы бороздами и последующие уходы, в том числе с помощью одних гербицидов, способствовали более равномерному распределению влаги в пятидесятисантиметровом слое почвы в год посадки. В этом вероятно, сказалось ослабление иссушающего действия корневых систем травяной растительности.

На второй год после посадки началось зарастание борозд, более интенсивное в хозяйственном контроле. Это привело к тому, что в весенне-летний период в верхних горизонтах 0-5 см в секциях В произошло понижение влажности по сравнению с секциями Бг и Баг, достигая различий на боровых песках в 1,3-2,8% и на серых лесных почвах — 4,4-8,5%. В ре-

зультате в вариантах с химическим и агрохимическим уходами и на второй год сохранялось более равномерное распределение влаги в пятидесятисантиметровом слое почвы.

В последующие два года каких-либо закономерных различий во влажности почвы не отмечалось. Таким образом, положительное влияние вновь испытываемых технологий на влажность почвы в корнеобитаемом слое проявилось в первый и второй годы после посадки сосны.

Водопроницаемость почвы. По данным наблюдений 1966 года, проведенным до закладки лесных культур, водопроницаемость необработанной почвы, определявшаяся по методу Качинского, на стационаре 1 (боровые пески) в верхнем слое (горизонт 0 см) колебалась в пределах от 8,07 до 21,78 мм/мин. в горизонте 25 см — от 30,97 до 44,32 мм/мин. На стационаре 2 (легкие суглинки) она была ниже по сравнению с водопроницаемостью на стационаре 1 в горизонте 0 см в среднем в 2 раза, а в горизонте 25 см — в 5-6 раз. Таким образом, на стационаре 2 водопроницаемость верхнего слоя почвы оказалась почти в 2 раза выше водопроницаемости нижнего горизонта, в то время как на стационаре 1 наблюдалось обратное явление. Эти общие закономерности сохранились и после закладки лесных культур. В то же время выявить существенные различия между вариантами с различными технологиями производства культур не удалось. Так, средняя водопроницаемость почвы в 1967 году за три срока наблюдений по вариантам составляла, мм/мин:

Стационар	Горизонт	А	Бг	Баг	В
1	0	16,9	20,3	16,3	17,5
	25	33,6	33,7	38,8	29,2
2	0	12,9	7,2	8,7	5,4
	25	6,5	3,2	2,7	3,1

Только на стационаре 2 в посадочных местах, расположенных по дну борозд, водопроницаемость почвы, как и следовало ожидать, оказалась ниже, чем на секции А с нетронутым покровом. Не изменились эти закономерности и в дальнейшем. На стационаре 2 максимальных величин водопроницаемость достигала в верхнем горизонте на целинном участке (А). Водопроницаемость почвы в эти годы колебалась в следующих пределах, мм/мин:

Стационар	Годы	Горизонт 0 см	Горизонт 25 см
1	1968	16,8—36,0	21,9—69,7
	1969	17,2—20,9	29,7—38,7
	1970	19,9—39,5	25,4—32,2
2	1968	1,6—6,3	0,1—7,0
	1969	0,7—7,0	0,2—9,6
	1970	0,4—10,3	0,4—1,8

Отсутствие различий в величине водопроницаемости при разных технологиях производства культур сосны можно объяснить тем, что при ручном уходе почва практически не рыхлится, а лишь срезаются надземные части травянистых растений вокруг саженцев. В результате во всех вариантах почва не подвергалась механическому воздействию в процессе ухода.

Твердость, плотность и удельный вес почвы. Все указанные показатели на протяжении всего четырехлетнего периода с момента закладки культур сосны не претерпели существенных изменений в вариантах с разными технологиями. Наряду с этим наблюдаются некоторые общие закономерности (табл. 1).

Твердость почвы почти во всех случаях увеличивается с глубиной и наибольших значений в 50-сантиметровом слое достигает на глубине 45-50 см. Исключение представляют задернелые почвы в вариантах А, у которых верхние горизонты имели повышенные значения твердости. При обработке почвы эти горизонты или были взрыхлены и частично удалены, как это имело место в вариантах с химической обработкой (Бг, Баг) на борových песках, или были полностью удалены в остальных вариантах.

Обработка почвы сказалась и на величине ее плотности (объемного веса). При общем нарастании с глубиной, наименьшие значения этого показателя наблюдались в верхних слоях (до 15 см) нетронутой обработкой задернелой почвы в варианте А.

При сравнении показателей для разных почв обнаруживается, что борových пески имеют меньшую твердость (примерно в 1,5-2 раза) и несколько повышенные значения плотности и удельного веса, чем легкосуглинистые серые лесные почвы. Это увязывается с теми закономерностями, которые наблюдались в характере изменения температуры, влажности и водопроницаемости почвы на разных стационарах.

Таблица 1

Характеристика физических свойств почвы

Стационары	Глубина, см	Средние значения показателей за весь период наблюдений по вариантам														
		Твердость, кг/см ²					Плотность, г/см ³					Удельный вес				
		А	Бг	Баг	В	В	А	Бг	Баг	В	В	А	Бг	Баг	В	
1	0-5	9,47	5,94	6,86	5,33	1,32	1,36	1,33	1,43	2,57	2,53	2,59	2,58			
	10-15	8,49	6,74	7,72	7,60	1,36	1,55	1,53	1,54	2,60	2,62	2,66	2,58			
	25-30	7,76	8,42	8,89	8,46	1,57	1,56	1,50	1,54	2,67	2,60	2,62	2,60			
	45-50	7,70	8,42	10,35	10,49	1,56	1,52	1,56	1,55	2,57	2,66	2,63	2,59			
2	0-5	14,43	8,83	11,73	15,28	0,65	1,27	1,16	1,10	2,32	2,43	2,49	2,47			
	10-15	13,25	7,99	10,66	14,96	1,19	1,27	1,28	1,27	2,52	2,52	2,63	2,56			
	25-30	11,47	9,17	15,52	23,65	1,27	1,36	1,33	1,41	2,54	2,56	2,60	2,57			
	45-50	22,43	23,06	22,65	28,07	1,44	1,48	1,48	1,47	2,54	2,56	2,57	2,51			

Химические свойства почвы. По данным анализов, проведенным до закладки лесных культур, почвы на стационарах имели следующие агрохимические характеристики.

На стационаре 1 (боровые пески) почва имела слабокислую реакцию, приближающуюся к нейтральной ($pH_{KCl} = 5,4 - 6,0$) и была бедна питательными веществами. Содержание K_2O не превышало 7,0 мг/100 г почвы, а P_2O_5 —6,3. Гумуса в горизонте A_1 было около 1%.

На стационаре 2 (легкосуглинистая, серая лесная почва) реакция почвы была слабощелочной и нейтральной ($pH_{KCl} = 5,6 - 7,6$). Верхние горизонты довольно богаты подвижными соединениями калия (10-50 мг/100 г почвы) и в большинстве случаев бедны фосфором (1,3, максимум 25,0 мг/100 г почвы). Содержание гумуса в горизонте A_1 доходило до 7,4%.

После закладки культур сосны в реакции почвенного раствора наблюдалась постепенная нейтрализация и даже переход к слабощелочному рН: в 1969 году на обоих стационарах рН равнялся 7,6-7,8. Прослеживается также тенденция к большому накоплению в почве подвижных форм фосфора, хотя строгой закономерности в содержании как P_2O_5 , так и K_2O не улавливается.

Значительный интерес представляет накопление гумуса (Путятин, Путятина, 1970). Сразу после обработки почвы, в связи с удалением из посадочных мест верхних слоев, его содержание оказалось наименьшим, но в дальнейшем ежегодно отмечалось увеличение содержания гумуса. При этом более интенсивно накопление его происходило в случае применения гербицидов, особенно в сочетании с агротехническим уходом. Наиболее четко это прослеживается в летний период.

Накоплению гумуса способствовало частичное сохранение травяной растительности в посадочных местах. Одной из причин увеличения гумуса в бороздах, вероятно, является перенос частиц почвы из прилегающих пластов водой и ветром. Тенденция к накоплению гумуса в посадочных местах в вариантах, где применялся химический уход, на наш взгляд, обусловлена тем, что в результате обработки гербицидами происходит более интенсивное отмирание сорных растений, благодаря чему в почве, особенно в верхних слоях, увеличивается количество разлагающихся растительных остатков.

Деятельность целлюлозоразрушающих микроорганизмов. В 1966 году, перед закладкой лесных культур, целлюлозаразрушающие микроорганизмы проявляли наибольшую активность

в верхних слоях почвы: весной и осенью — в поверхностном слое, в летние месяцы с засушливой погодой — сохраняли значительную активность в слое 22-30 см. На стационаре 2 эта группа микроорганизмов проявляла большую активность.

Некоторое ослабление их жизнедеятельности наблюдалось только в первые годы после подготовки почвы с применением гербицидов. В 1967 году, как и в предыдущем, наибольшая активность отмечалась в верхних слоях почвы: на борových песках до глубины 20 см, на серых лесных почвах — до 30 см (табл. 2). В последних процесс разложения льняной ткани протекал значительно быстрее. С глубиной деятельность микроорганизмов затухала, но полностью не прекращалась и на глубине 50 см. В целом более высокая активность отмечена во второй половине вегетационного периода.

Таблица 2

Изменение веса льняной ткани, подвергавшейся воздействию целлюлозоразрушающих микроорганизмов в течение вегетационного периода 1967 года

Стационары	Глубина слоев, см	Среднесуточное уменьшение веса ткани по периодам и вариантам, %							
		май-июнь				июль-сентябрь			
		А	Бг	Баг	В	А	Бг	Баг	В
1	0-10	0,190	0,063	0,063	0,035	0,231	0,204	0,126	0,018
	10-20	0,124	0,017	0,017	0,041	0,200	0,181	0,141	0,045
	20-30	0,068	0,052	0,052	0,015	0,186	0,056	0,116	0,012
	40-50	0,026	0,044	0,044	0,037	0,133	0,028	0,079	0,042
	Всего	0,441	0,222	0,222	0,145	0,920	0,481	0,541	0,146
2	0-10	0,207	0,115	0,115	0,335	0,088	0,144	0,154	0,240
	10-20	0,210	0,146	0,146	0,320	0,115	0,193	0,140	0,241
	20-30	0,234	0,173	0,173	0,301	0,082	0,167	0,153	0,209
	30-40	0,213	0,144	0,144	0,252	0,102	0,182	0,153	0,205
	40-50	0,120	0,144	0,144	0,165	0,077	0,143	0,141	0,198
Всего	0,984	0,722	0,722	1,375	0,464	0,829	0,741	1,093	

Ослабление деятельности микроорганизмов в верхних слоях почвы в вариантах, где была применена химическая обработка, можно объяснить угнетающим влиянием гербицидов.

На борových песках это наиболее заметно проявилось в слое 10-20 см, а на легкосуглинистой серой лесной почве — в слое 0-10 см. В дальнейшем активность микроорганизмов в этих слоях повысилась.

Отмечается еще одна особенность. На относительно бедных целлюлозоразрушающими микроорганизмами борových песках подготовка почвы глубокими бороздами привела к выносу из посадочных мест наиболее жизнедеятельных слоев (табл. 2, стационар 1, секция В). Напротив, обнажение слоев почвы, расположенных под дерниной на серых лесных почвах способствовало значительному усилению в них жизнедеятельности целлюлозоразрушающих микроорганизмов (табл. 2, стационар 2, секция В).

В последующие годы происходило восстановление жизнедеятельности микроорганизмов, но этот процесс на различных почвах протекал по-разному (табл. 3). На серых лесных почвах в 1969 году произошло почти полное выравнивание активности целлюлозоразрушающих микроорганизмов. Наблюдалось лишь незначительное отставание в разложении льняной ткани в вариантах с применением гербицидов. На борových песках деятельность этой группы микроорганизмов после применения гербицидов значительно активизировалась во всем наблюдаемом пятидесятисантиметровом слое почвы. В то же время в варианте В с культурами сосны по дну глубоких борозд без химического ухода наблюдалось даже некоторое ослабление их жизнедеятельности.

Влияние погодных условий. Характер погодных условий в течение всего периода стационарных наблюдений в целом не оказал существенного влияния на те закономерности, о которых говорилось выше. Вместе с тем, можно заметить некоторые отклонения от общего течения процессов.

В результате постепенного снижения уровня тепла и увеличения количества осадков, начиная с осени 1968 года, повысилась влажность легкосуглинистой, серой лесной почвы на стационаре 2, что привело к значительному уменьшению водопроницаемости почвы в горизонте 25 см в 1970 году. Возможно, что это же явилось одной из главных причин некоторой нейтрализации почвенного раствора.

Особенно заметно на деятельности целлюлозоразрушающих микроорганизмов сказывалось наступление засушливых периодов. В 1966 году это определило глубину залегания зоны наибольшей активности в летний период, а в 1967 году обусловило более активное проявление их жизнедеятельности во

Таблица 3

Изменение веса льняной ткани, подвергавшейся воздействию целлюлозоразрушающих микроорганизмов, в осенне-летний период 1969 года

Стационары	Показатели	Вес льняной ткани в вариантах																											
		А		Бг		Баг		В																					
		г	%	г	%	г	%	г	%																				
1	Средний вес ленты: до закладки после закладки Общая потеря в весе	2,3313	100,0	2,5051	100,0	2,3129	100,0	2,3421	100,0	0,8417	36,1	0,2295	9,2	0,3489	15,1	1,0273	43,9	1,4896	63,9	2,2756	90,8	1,9640	84,9	1,3148	56,1				
		0,4663	100,0	0,5010	100,0	0,4626	100,0	0,4684	100,0	0,0505	10,8	0,0205	4,1	0,0469	10,1	0,0923	18,9	0,0267	5,3	0,0395	8,5	0,1651	35,2	0,1045	22,4	0,0569	12,3	0,2047	43,7
		0,2027	43,5	0,0577	11,5	0,1035	22,4	0,2638	56,3	0,3917	84,0	0,0916	18,3	0,1021	22,1	0,2818	60,2												
	Средний вес 10-сантиметровой полосы ленты: до закладки после закладки (по горизонтам, см)	0-10	0,0505	10,8	0,0205	4,1	0,0469	10,1	0,1119	23,9	0,0923	18,9	0,0267	5,3	0,0395	8,5	0,1651	35,2	0,1045	22,4	0,0577	11,5	0,1035	22,4	0,2638	56,3			
		10-20	0,0923	18,9	0,0267	5,3	0,0395	8,5	0,1651	35,2	0,1045	22,4	0,0569	12,3	0,2047	43,7													
		20-30	0,1045	22,4	0,0330	6,6	0,0569	12,3	0,2047	43,7	0,2027	43,5	0,0577	11,5	0,1035	22,4	0,2638	56,3											
		30-40	0,2027	43,5	0,0577	11,5	0,1035	22,4	0,2638	56,3	0,3917	84,0	0,0916	18,3	0,1021	22,1	0,2818	60,2											
	40-50	0,3917	84,0	0,0916	18,3	0,1021	22,1	0,2818	60,2																				

Продолжение таблицы 3

Стационары	Показатели	Вес льняной ткани в вариантах																									
		А		Бг		Баг		В																			
		г	%	г	%	г	%	г	%																		
2	Средний вес ленты: до закладки после закладки Общая потеря в весе	2,4333	100,0	2,3115	100,0	2,3138	100,0	2,2488	100,0	0,6017	24,7	0,7494	32,4	0,7925	34,2	0,4533	20,1	1,8316	75,3	1,5621	67,6	1,5213	65,8	1,7955	79,9		
		0,4888	100,0	0,4623	100,0	0,4627	100,0	0,4497	100,0																		
		0,5240	10,7	0,1123	24,2	0,0398	8,6	0,0741	16,5	0,0826	16,9	0,1309	28,3	0,0612	13,2	0,0775	17,2	0,0832	17,0	0,1466	31,7	0,1487	32,1	0,0931	20,7	0,1474	14,9
	Средний вес 10-сантиметровой полосы ленты: до закладки после закладки (по горизонтам, см)	0-10																									
		10-20																									
		20-30																									
		30-40																									
	40-50	0,2361	48,3	0,1675	36,2	0,3028	65,4	0,1414	31,4																		

второй половине вегетационного периода. Не исключено, что более засушливая погода в начале периода усилила влияние гербицидов на деятельность микроорганизмов.

Состояние и рост саженцев сосны. Культуры сосны на стационарах имеют вполне удовлетворительное состояние во всех вариантах. Тем не менее некоторые различия были отмечены уже в год посадки (табл. 4). Небольшое снижение приживаемости в вариантах, где применялась химическая обработка, вероятно, объясняется тем, что не удалось полностью изолировать корни саженцев от гербицидов, внесенных в почву. На борových песках, в глубоких бороздах саженцы частично засыпало песком, поэтому высота сосны в варианте В оказалась несколько меньше, чем в других вариантах.

Таблица 4

Приживаемость и рост сосны в год посадки

Стационары	Варианты	Приживаемость, %	Высота саженцев	
			см	%
1	Химуход (Бг)	67,9	5,22	142,6
	Агрохимуход (Баг)	72,4	5,97	163,1
	Агротехуход (В)	89,0	3,66	100,0
2	Химуход (Бг)	86,1	7,98	98,6
	Агрохимуход (Баг)	72,4	7,58	93,7
	Агротехуход (В)	89,2	8,09	100,0

В 1968 году наблюдался дальнейший отпад, особенно в вариантах с химической обработкой. Это видно из данных о приживаемости, %:

Варианты	На борových песках	На серых лесных почвах
Химуход (Бг)	57,1	88,1
Агрохимуход (Баг)	64,8	81,5
Агротехуход (В)	66,1	97,6

Осенний обмер саженцев в 1969 году показал, что лучший рост саженцы сосны имели в хозяйственном контроле, они же были и лучшего состояния, чем в вариантах с применением гербицидов (табл. 5). Это может быть объяснено следующими

причинами. Во-первых, очевидно, имело место проникновение почвенных гербицидов к корням сосны — на борových песках в результате неполного удаления ТХА из мелких борозд, а на легкосуглинистых серых лесных почвах в результате применения симазина в завышенной дозе (10 кг д. в./га). Во-вторых, травяной полог, сильно развитый на стационаре 2 в хозяйственном контроле (В), вызывал этиолирование саженцев, которое на первом этапе способствовало увеличению прироста в высоту.

Таблица 5

Средние показатели роста и состояния саженцев сосны на стационарах 1969 г.

Показатели роста и состояния сосны	Единицы измерения	Величины показателей по вариантам					
		1 стационар			2 стационар		
		Баг	Бг	В	Баг	Бг	В
Высота саженцев	см	28,0	31,8	31,8	20,8	17,6	32,5
	%	88	100	100	64	54	100
Прирост 1969 г, в высоту	см	13,2	16,9	17,4	9,7	10,0	16,7
	%	76	97	100	58	60	100
Длина верхушечной почки	мм	8,1	6,9	8,9	5,8	6,5	7,1
	%	91	77	100	81	91	100
Диаметр шейки корня	мм	7,6	8,4	7,7	6,1	5,6	5,6
	%	99	110	100	109	100	100
Состояние в баллах по 5-бальной шкале	—	4,0	3,8	4,0	3,1	3,6	4,0

Наблюдения, проведенные в июле 1970 года, показали, что на четвертый год после посадки саженцы сосны в вариантах с химическим уходом (Бг и Баг) уже имели ускоренный рост и не отставали по росту от саженцев на хозяйственном контроле (В). У них даже проявилась тенденция к более быстрому росту, что видно из данных о приросте в высоту, см:

Варианты	На борových песках		На серых лесных почвах
	Баг	Бг	В
Химуход (Бг)	7,65±0,31		11,68±0,41
Агрохимуход (Баг)	7,35±0,27		12,00±0,37
Агротехуход (В)	5,97±0,25		11,40±0,49

На борových песках эти различия по сравнению с хозяйственным контролем (В) достигли уже существенных величин: для варианта с химуходом (Бг) $t = 4,2$, с агрохимуходом (Баг) $t = 3,8$. На легкосуглинистых серых лесных почвах

различия были несущественными: t был равен соответственно 0,8 и 1,0.

Таким образом, в целом саженцы сосны во всех вариантах опыта развивались нормально. Некоторое отставание в росте и ухудшение формирования их в вариантах с химуходом прекратилось на четвертый год после посадки. К этому времени у них уже наметилась тенденция к ускоренному росту.

Проведенные исследования показали, что в условиях лесостепного Зауралья подготовка почвы под культуры сосны с включением опрыскивания трихлорацетатом натрия и симазином не ухудшает физических и химических свойств почвы и незначительно угнетает деятельность целлюлозоразрушающих микроорганизмов в первый год после обработки. На боровых песках их жизнедеятельность в дальнейшем даже усиливается. Последующая полная или частичная замена механических уходов химическими (позднелетние обработки натриевой солью 2,4-Д и бутиловым эфиром 2,4,5-Т и осенняя обработка родакором) на легкосуглинистых, серых лесных почвах также не привели к заметным изменениям в свойствах почвы. Наиболее устойчивым явилось положительное влияние химических обработок на накопление гумуса в верхних слоях почвы. Остальные изменения носили кратковременный характер и, как правило, на третий год происходило выравнивание показателей физических и химических свойств почвы в вариантах с разными технологиями. Но большинство из них уже значительно отличалось от аналогичных показателей на контрольных участках с целинными почвами.

Последствие почвенных гербицидов—ТХА и симазина — на травяную растительность сохранялось в течение двух лет. Следует отметить несколько худшее формирование и рост саженцев сосны в вариантах с химической обработкой в течение первых трех лет после посадки в результате частичного проникновения препаратов к корням саженцев. Однако это может быть легко устранено в предлагаемых нами технологических схемах. В дальнейшем произошло выравнивание показателей роста с тенденцией к ускоренному росту в этих вариантах.

Таким образом, при производстве культур сосны в условиях лесостепной зоны Зауралья возможно сочетание химической обработки гербицидами с другими агротехническими приемами.

Для опытно-производственной проверки могут быть рекомендованы следующие схемы:

На бедных гумусом песчаных светло-серых лесных почвах рекомендуются полосная подготовка почвы рыхлящими орудиями (дисковыми боронами и культиваторами) в сочетании с обработкой трихлорацетатом натрия, симазином или другими триазиновыми препаратами. Для предохранения корней сосны от действия препаратов посадочные места должны размещаться по дну мелких борозд, подготовленных на полосах после химической обработки. Лесоводственно-агрохимический комплекс в этом случае будет включать следующие операции:

1) сплошная осенняя (или ранневесенняя) обработка трихлорацетатом натрия (30-40 кг д. в. /га) при значительном задернении участка;

2) подготовка почвы полосами дисковыми почвообрабатывающими орудиями;

3) распашка вразвал по центру полос на глубину рыхления (целесообразно совместить со второй операцией);

4) весенняя посадка сосны по дну борозд;

5) обработка полос, включая посадочные места, симазином (2-4 кг д. в. /га) сразу после посадки сосны;

6) оправка саженцев, прополка и рыхление почвы по мере необходимости.

На гумусированных легкосуглинистых серых лесных почвах при подготовке почвы бороздами целесообразно проводить обработку посадочных мест симазином или другими триазиновыми препаратами, а в дальнейшем, в процессе ухода за культурами, во второй половине вегетационного периода — обработку пластов и междурядий производными 2,4-Д и 2,4,5-Т. При этом следует иметь в виду, что, вероятно, сплошное уничтожение или чрезмерное изреживание травяного полога отрицательно сказывается на росте и формировании саженцев сосны. Лесоводственно-агрохимический комплекс для этих почв будет иметь вид:

1) подготовка почвы бороздами двухотвальными плугами;

2) весенняя посадка сосны по центру борозд;

3) обработка борозд и пластов симазином (6-8 кг. д. в./га) сразу после посадки сосны;

4) полка и рыхление в посадочных местах по мере необходимости;

5) при значительном разрастании на пластах и в междурядьях высокостебельных двудольных травянистых растений, начиная со второго года — позднелетняя направленная обработка солями 2, 4-Д (1,5-2 кг д. в. /га) или бутиловыми эфирами 2, 4,-Д и 2, 4, 5-Т (1-1,5 кг д. в. /га).