

8. Полохин О.В., Пуртова Л.Н., Сибурина Л.А. Сингенетичность почв и растительности техногенных ландшафтов юга Приморья // Естественные и технические науки. – 2011. – № 5. – С. 164–166.
9. Андроханов В.А., Курачев В.М. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка / отв.ред. А.И. Сысо; Рос.акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т почвоведения и агрохимии. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – 224 с.
10. Практикум по почвоведению / под ред. И.С.Кауричева. – М.: Колос, 1980. – 272 с.
11. Природа и хозяйство района первоочередного формирования КАТЭКа. – Новосибирск: Наука, 1983. – 261 с.
12. Раков Е.А., Чибрик Т.С. К вопросу формирования флоры на нарушенных промышленностью землях // Экология. – 2009. – №6. – С. 473–476.
13. Скрипальщикова Л.Н., Грешилова Н.В. Сосновые древостои в техногенных ландшафтах // Хвойные бореальной зоны. – 2008. – Т. XXV, №1–2. – С. 150–154.
14. Чибрик Т.С. Исследования по проблеме биологической рекультивации нарушенных земель в Уральском университете. К 100-летию со дня рождения В.В. Тарчевского // Известия Урал.гос. ун-та. Сер. 1. Проблемы образования, науки и культуры. – 2005. – Т. 37, №18. – С. 92–100.
15. Шугалей Л.С., Горбунова Ю.В. Формирование гумусовой системы инициальных почв техногенных ландшафтов под культурами сосны // Вестн. КрасГАУ. – 2006. – № 5. – С. 79–86.
16. Шугалей Л.С., Яшихин Г.И., Дмитриенко В.К. Биологическая рекультивация нарушенных земель КАТЭКа. – Красноярск: Изд-во КГУ, 1996. – 186 с.
17. Шугалей Л.С., Яшихин Г.И., Нефодина Н.Л. Формирование лесных биогеоценозов на рекультивированных землях КАТЭКа // География и природные ресурсы. – 1984. – №1. – С. 30–32.
18. Экология и рекультивация техногенных ландшафтов. – Новосибирск: Наука, 1992. – 305 с.
19. Ярошенко П.Д. Геоботаника. Основные понятия, направления и методы. – М.; Л., 1961. – 474 с.



УДК 631.442.4:632.931

Т.В. Ким, Н.В. Фомина,
О.В. Злотникова, Е.В. Козлова

ВОЗДЕЙСТВИЕ ГЕРБИЦИДОВ НА МИКРОБОЦЕНОЗ И ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ

В статье приводятся данные об изменениях микробоценоза почвы при обработке посевов яровой пшеницы гербицидами Секатор и Гепард Экстра. Обнаружены признаки усиления процессов минерализации при использовании гербицида Секатор.

Ключевые слова: микробоценоз, почва, ферментативная активность, гербициды.

T.V. Kim, N.V. Fomina,
O.V. Zlotnikova, E.V. Kozlova

HERBICIDES EFFECTS ON SOIL MICROBES-CENOSIS AND ENZYMATIC ACTIVITY

The data on soil microbes-cenosis changes while processing spring wheat crops with herbicides Gepard Extra and Secator are given in the article. The signs of mineralization processes increase after using herbicide Secator are revealed.

Key words: microbes-cenosis, soil, enzymatic activity, herbicides.

Введение. В настоящее время в системе защиты растений от сорняков активно применяется химический метод. На территории России разрешены к применению гербициды, относящиеся к различным химическим группам [Государственный каталог., 2010]. Но большинство новых гербицидных препаратов, регистрируемых в России, в качестве действующих веществ содержат производные сульфонилмочевины [Спиридонов Ю.Я., 2008]. Кроме того, все более популярными становятся сложные средства, имеющие в своем со-

ставе не одно действующее вещество, а несколько, к которым зачастую добавляют антитоды. Такие смеси могут давать непредсказуемые последствия.

Гербициды, являясь биологически активными веществами, влияют не только на сорные растения, но и на другие компоненты агроэкосистемы. Попадая в почву, гербициды оказывают воздействие на микробиологические процессы, происходящие в ней. Почвенные микроорганизмы, с одной стороны, способны к активному разложению гербицидов и связыванию токсических соединений, образующихся в процессе обмена, с другой – уже однократное внесение в почву сравнительно невысоких производственных доз гербицидов способно вызывать отклонение некоторых показателей биологической активности почвы – интенсивности дыхания, активности ферментов, общей численности микроорганизмов [Влияние..., 2008].

Определение побочных действий химических средств защиты растений в почвенных экосистемах затруднено в связи с многообразием компонентов системы [Агрохимикаты в окружающей среде, 1979]. По мнению О.П. Бурхан и С.Б. Криворотова (2009), общая численность основных групп почвенных микроорганизмов (бактерии, актиномицеты, грибы) является наиболее динамичной среди показателей биологической активности почв.

Основной поток энергии идет через сапротрофов, главная сторона деятельности которых состоит в минерализации поступающего в почву органического материала. Поэтому определение их численности в почве может дать представление об изменении этого процесса под действием пестицидов [Ананьева Н.Д., 2003].

О биологической активности почвы можно судить и по ферментативной активности, характеризующей потенциальную способность экосистемы сохранять гомеостаз [Звягинцев Д.Г., 1987]. По мнению Т.А. Щербаковой (1980), Ф.Х. Хазиева (1990), ферментативная активность является самым доступным и чувствительным показателем экологической оценки состояния агрогенно-преобразованных почв, подверженных химической обработке.

Настоящая статья является результатом двух исследований по оценке изменений в структуре сапротрофной части почвенного микробсообщества и ферментативной активности почвы под влиянием гербицидов.

Цель исследования. Оценить характер изменения биологической активности чернозема обыкновенного под воздействием гербицида Секатор Турбо и его баковой смеси с граминицидом Гепард Экстра.

Объект и методика исследования. Исследования проводили на опытных полях ОПХ «Минино» совместно с сотрудниками Красноярского НИИСХ в 2008 г. по следующим схемам: 1 – контроль (без обработки гербицидами); 2 – Секатор Турбо в дозе 0,1 л/га (далее Секатор); 3 – Секатор Турбо+Гепард Экстра в дозе 0,1 л/га + 0,6 л/га (далее С+Г). Защищаемая культура – яровая пшеница сорта Тулунская 12. Гербициды вносили в фазу кущения пшеницы опрыскивателем ОНМ-600 с расходом рабочей жидкости 60 л/га.

Секатор Турбо выпускается в виде масляной дисперсии (МД), содержит действующие вещества и антитод (25 г/л йодсульфурон-метил-натрия, 100 г/л амидосульфурона и 250 г/л мефенпир-диэтила). Граминицид Гепард Экстра – концентрат эмульсии (КЭ), содержащий 100 г/л феноксапроп-П-этила и 27 г/л мефенпир-диэтила.

Вегетационный период 2008 года отличался от среднемноголетних значений меньшим количеством осадков в мае–июне и большим количеством осадков в июле (превышение на 20,5 мм), жарким июнем (превышение на 3,3°C). ГТК Сеянинова в этом году за период май–июль – 1,1.

Объектом исследования являлся чернозем обыкновенный со следующими агрохимическими характеристиками: pH_{KCl} – 6,2–6,4, содержание гумуса – 4,2–4,8%; N-NO_3 – высокое; P_2O_5 – повышенное; K_2O – среднее.

Для микробиологических исследований образцы почвы отбирали в июле через неделю после обработки гербицидами и августе – перед уборкой урожая, через 2 месяца после обработки гербицидами – из двух слоев 0–20 см и 20–40 см. Исследования проводились в трехкратной повторности в средних образцах почвы.

Выделение различных групп микроорганизмов (бактерий, усваивающих органические формы азота; бактерий, усваивающих минеральные формы азота; микромицетов), участвующих в превращениях органического вещества, проводили методом посева на твердые питательные среды [Методы почвенной микробиологии и биохимии, 1991].

В дополнение к микробиологическим параметрам оценивали ферментативную активность почвы. Почву для исследования отбирали через три недели после обработки гербицидами, что совпадает со сроками гибели сорных растений и приходится на фазу цветения культуры. Активность аскорбатоксидазы определяли методом

титрования по Галстяну и Марукяну (1973) и выражали в мг дегидроаскорбиновой кислоты / г сух. почвы за час. Определение пероксидазы (ПО) и полифенолоксидазы (ПФО) проводили по Галстяну (1974) в модификации Чундеровой. Определение нитритредуктазы проводили по методу А.Ш. Галстяна и Э.Г. Саакяна при длине волны 550 нм и выражали в мг NO_3 на 1 г почвы за 24 часа. Активность протеазы определяли по методу Гоффманна и Тейхера (1957), уреазы по методике Щербаковой (1983) (Хазиев, 2005).

Результаты и их обсуждение. Исследуемые гербициды являются послевсходовыми, однако некоторое их количество при обработке посевов попадает и в почву. И как будет видно из наших исследований, даже микроколичества этих препаратов способны повлиять на трансформацию микробиоценоза почвы и изменение уровня активности ее ферментов.

Анализ результатов микробиологических исследований показал, что влияние исследуемого гербицида и его смеси с граминцидом на общую численность сапротрофных микроорганизмов исследуемых групп (далее – ОЧМ) в почве было неодинаковым (рис. 1).

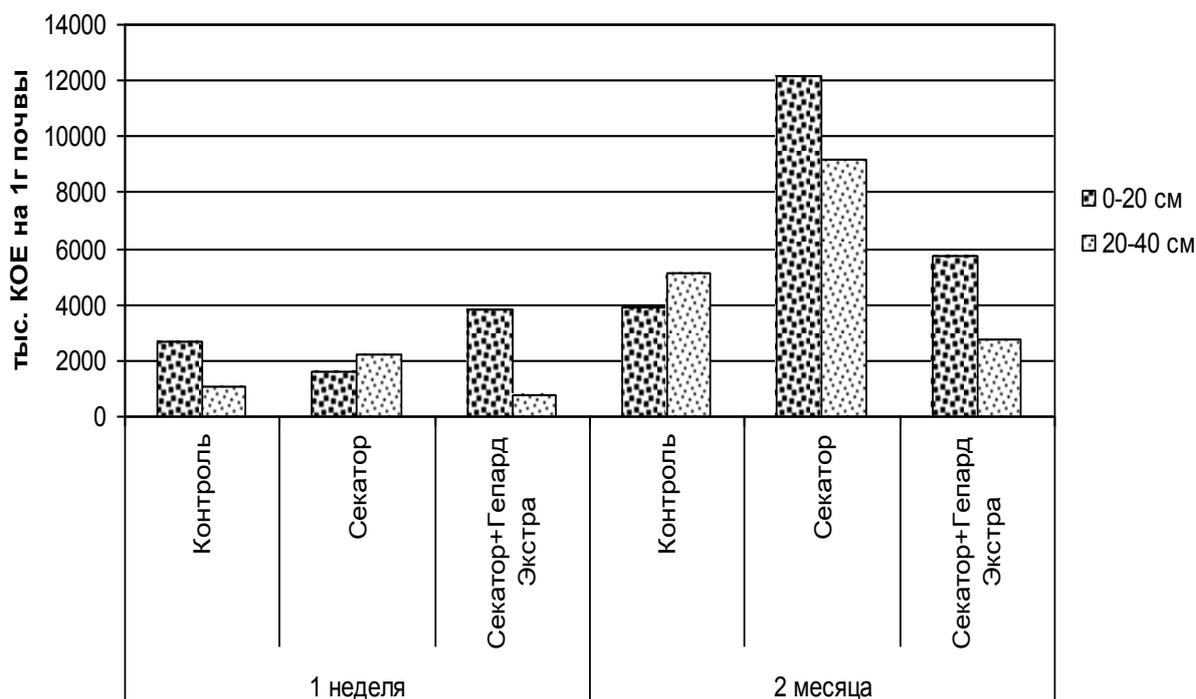
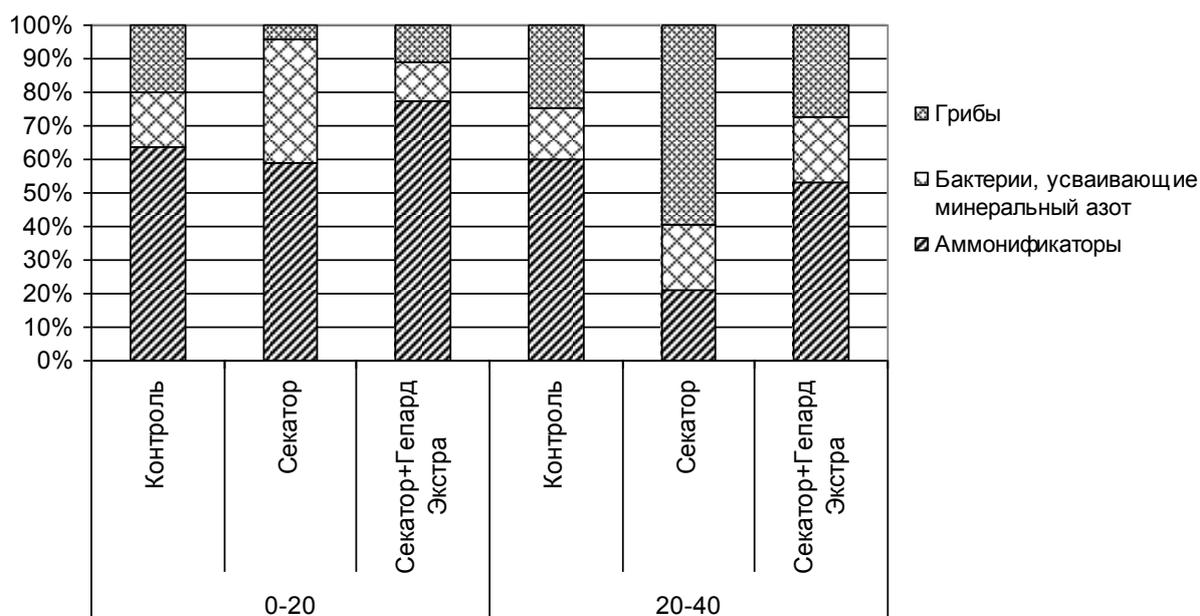


Рис. 1. Динамика ОЧМ в почве после обработки гербицидами

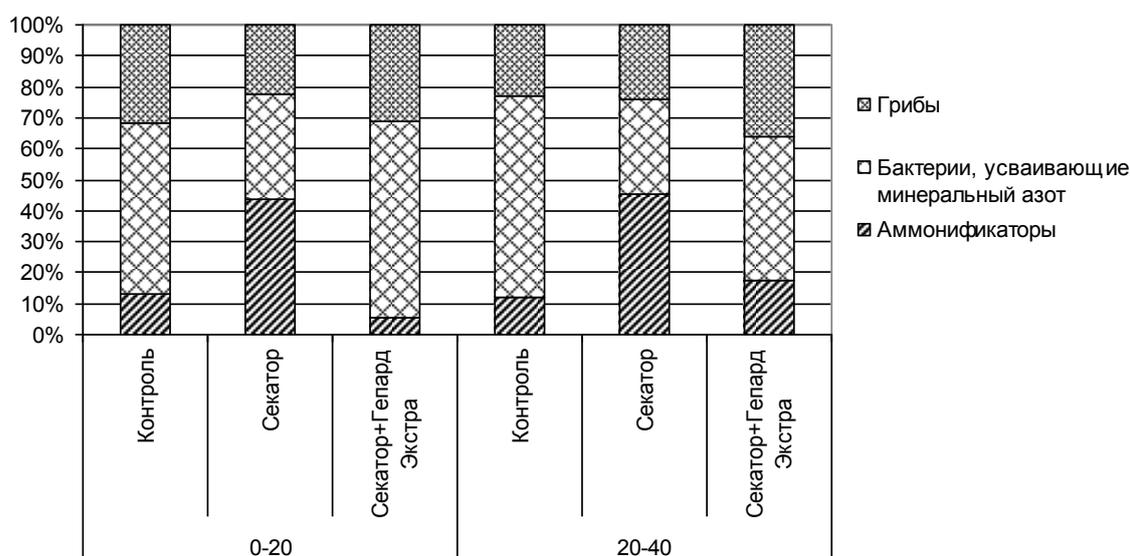
Так, из рисунка 1 видно, что через неделю после обработки посевов Секатором в слое почвы 0–20 см произошло снижение (на 39%) ОЧМ в сравнении с контролем, а после обработки смесью гербицидов Секатор + Гепард Экстра – увеличение на 45%. В слое 20–40 см наблюдали противоположную ситуацию. Через неделю после обработки Секатором общая численность учитываемых сапротрофов увеличилась в 2 раза, а после обработки смесью – уменьшилась на 25%.

Направленность динамики ОЧМ всех вариантов опыта соответствовала ее сезонной характеристике, т.е. количество микроорганизмов увеличивалось к концу августа. Однако степень выраженности усиления микробиологической активности была разной как между вариантами, так и по слоям. Так, наибольшее увеличение общей численности микроорганизмов происходило в слое 0–20 см после применения Секатора. В слое 20–40 см произошло более активное, чем в слое 0–20 см, возрастание биологической активности почвы – в 3–5 раз, причем сильнее это выражено в контрольном образце.

Структура сапротрофной микрофлоры также претерпела некоторые изменения, и наиболее заметные произошли после обработки посевов Секатором (рис. 2).



А



Б

Рис. 2. Структура почвенной сапротрофной микрофлоры через неделю (А) и через 2 месяца (Б) после обработки гербицидами

Так, в первый срок учета в почвенном микробсоценозе как в слое 0–20 см, так и в слое 20–40 см преобладают аммонификаторы. Наиболее выраженное их доминирование наблюдалось в верхнем слое после применения гербицидной смеси Секатор + Гепард Экстра – 77% от общей численности микроорганизмов. Однако после применения гербицида Секатор в почве слоя 20–40 см доля аммонификаторов составила лишь 21%, а наибольшую долю заняли микромицеты. Кроме того, в слое 0–20 см применение этого гербицида вызвало повышение доли бактерий, усваивающих минеральный азот, и сильное снижение доли микромицетов до 4% против 20% в контрольном образце. После обработки смесью Секатор + Гепард Экстра существенных перестроек в структуре исследуемой части микробсоценоза не обнаружено, т.е., как и в контрольном варианте, после обработки смесью исследуемые группы организмов располагались в следующем ряду: бактерии, усваивающие органический азот>грибы>бактерии, усваивающие минеральный азот.

Анализ данных, полученных во второй срок учета, показал, что более сильное воздействие на структуру сапротрофной части микробоценоза оказал Секатор. В почвенных образцах контрольного варианта и варианта после обработки смесью гербицидов доминирующая роль принадлежала бактериям, усваивающим минеральный азот, и микромицетам. Однако в почвенных образцах варианта Секатор по-прежнему большую долю в структуре занимали аммонификаторы (44–45% против контрольных 12–13%), а доли грибной микрофлоры и бактерий, усваивающих минеральный азот, были значительно меньше контрольных значений.

Таким образом, численность сапротрофных микроорганизмов и структура сапротрофной части микробоценоза являются чувствительными показателями влияния гербицида Секатор на почвенный микробоценоз. Применение Секатора и его смеси с Гепардом Экстра на посевах пшеницы вызывает увеличение ОЧМ, что говорит о более интенсивном процессе минерализации. При обработке смесью Секатор + Гепард Экстра направленность динамики ОЧМ и структуры микроорганизмов схожа с контролем, а применение одного Секатора довольно сильно изменяет эти показатели.

Мы сопоставили данные по микробной численности и структуре микробоценоза с результатами анализа биохимической активности почвы.

Проведенные биохимические исследования чернозема обыкновенного подтвердили факт изменения биологической активности почвы под влиянием обработки посевов гербицидами (табл.).

Влияние гербицидов на активность почвенных ферментов, мг субстрата на 1 г сух. почвы за 24 часа

Название фермента	Вариант опыта		
	Контроль	Секатор Турбо	Секатор Турбо + Гепард Экстра
Пероксидаза, мг пурпургаллина/г почвы за 24 часа	0,88	1,19	0,74
Полифенолоксидаза мг пурпургаллина/г почвы за 24 часа	0,19	0,66	0,67
Аскорбатоксидаза, мг дегидроаскорбиновой к-ты/г почвы за 1 час	89,8	129,4	68,7
Уреаза, мг аммонийного азота /г почвы за 4 часа	1,78	2,15	2,54
Протеаза, мг аминного азота /г почвы за 20 часов	0,44	0,50	0,47
Нитритредуктаза, мг восстановленного нитрита/г почвы за 24 часа	0,59	0,80	0,95

В результате анализа данных, представленных в таблице, установили, что обработка посевов исследуемыми гербицидами способствовала увеличению активности окислительных ферментов (пероксидазы (ПО) и полифенолоксидазы (ПФО)). При этом активность первого фермента значительно выше, чем второго, что обусловлено направленностью биохимических процессов в сторону минерализации органического вещества анализируемой почвы. Наиболее оптимальное сочетание активности ферментов ПО/ПФО отмечается в варианте с совместной обработкой почвы гербицидами Секатор Турбо и Гепард Экстра, что показывает сбалансированность процессов гумификации и минерализации [Галстян А.Ш., 1958; Гулько А.Е., 1992; Хазиев Ф.Х., 1990].

Следует также отметить, что активность полифенолоксидазы (фермента, участвующего в окислении полифенолов (в присутствии кислорода)) в вариантах с обработкой гербицидами выше, чем в контроле, в среднем в 3,5 раза, что характеризует более благоприятные условия для процесса гумификации в данных опытных вариантах.

Аскорбатоксидаза катализирует реакцию окисления аскорбиновой кислоты до дегидроаскорбиновой кислоты. В почве этот фермент является дополнительным показателем уровня активности окислительных ферментов. В наших исследованиях самую высокую активность аскорбатоксидазы наблюдали при обработке почвы гербицидом Секатор Турбо. В целом общая картина довольно схожа с показателями активности пероксидазы, что подтверждает наибольший эффект единичного действия гербицида Секатор Турбо.

Оценивая данные по гидролитическим ферментам, в частности по уреазе, следует отметить, что в двух опытных вариантах (после обработки) активность данного фермента выше, чем в контрольном варианте, в среднем в 1,2–1,4 раза. Это может быть обусловлено тем, что гербицид Секатор Турбо создан на осно-

ве сульфонилмочевины, содержащей основной субстрат для действия данного фермента – мочевины, что и спровоцировало столь различные данные.

Полученные результаты по протеазе говорят о том, что процесс аммонификации также наиболее интенсивно протекает в вариантах с обработкой почвы, причем в варианте Секатор Турбо это выражено значительно (0,50 мг/г сух почвы за 20 часов), чем с совместной обработкой Секатором Турбо + Гепардом Экстра (0,47 мг/г сух почвы за 20 часов соответственно).

Нитритредуктаза осуществляет превращение нитритов через гидроксиламины в гидрат окиси аммония. Нитриты образуются в начальной стадии восстановления нитратов в почве и могут служить показателем направленности данного процесса в сторону как разложения, так и синтеза. Анализ полученных данных показал, что при обработке почвы смесью гербицидов ее активность наибольшая.

Таким образом, обработка посевов яровой пшеницы гербицидами способствует интенсификации микробиологической деятельности, процессов минерализации и общей напряженности биохимических процессов, отражающихся в показателях активности окислительных, гидролитических и редуцирующих ферментов.

Выводы. Использование гербицида Секатор на посевах яровой пшеницы повышает общую биологическую активность почвы. Однако происходящая трансформация сапротрофной части почвенного микробоценоза, по-видимому, приводит к усилению процессов минерализации на фоне снижения процессов фиксации азота в почве в органической форме. Об этом свидетельствует и изменение активности ряда ферментов.

При определенных условиях усиление минерализации во вторую половину вегетационного периода, когда растения в меньшей степени усваивают минеральный азот, может приводить к потерям азота почвы с промывными водами.

Применение баковой смеси Секатора с Гепардом Экстра обусловило более сбалансированные почвенные процессы, при этом обеспечив повышение биологической активности почвы.

Литература

1. Агрохимикаты в окружающей среде / Э. Хайниш [и др.]; пер. с нем. Н.Г. Ракипова. – М.: Колос, 1979. – 357 с.
2. Ананьева Н.Д. Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивости почв. – М.: Наука, 2003. – 223 с.
3. Бурхан О.П., Криворотов С.Б. Влияние гербицидов на биологическую активность почв // Фундаментальные и прикладные исследования в АПК на современном этапе развития химии: мат-лы II Междунар. интернет-конф. (29 апреля 2009 г.). – Орел, 2009. – С. 67–70.
4. Влияние гербицидов на процессы гумусообразования и микробиологическую активность лугово-бурых отбеленных почв Приморья / Л.Н. Пуртова [и др.] // Агрехимия. – 2008. – №1. – С. 26–35.
5. Галстян А.Ш. Определение сравнительной активности пероксидазы и полифенолоксидазы в почве // Доклад АН АрмССР. – 1958. – Т. 36. – №5.
6. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2010 год. Изд. офиц. – М., 2010. – 801 с.
7. Гулько А.Е., Хазиев Ф.Х. Фенолоксидазы почв: продуцирование, иммобилизация, активность // Почвоведение. – 1992. – №11. – С. 55–67.
8. Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. – 220 с.
9. Методы почвенной микробиологии и биохимии: учеб. пособие / под ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
10. Спиридонов Ю.Я. Совершенствование мер ликвидации сорных растений в современных технологиях возделывания полевых культур // Известия ТСХА. – 2008. – Вып. 1. – С. 31–43.
11. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. – М.: Наука, 1990. – 188 с.



СТРУКТУРНАЯ РЕАКЦИЯ ЛИСТА И ОДНОЛЕТНЕГО СТЕБЛЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (PINUS SYLVESTRIS L. (PINACEAE L.)) НА СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ САХАЛИНА

На примере культур сосны обыкновенной, произрастающих в разных условиях, выявлено негативное влияние комплекса факторов, обусловленных близостью моря. Вместе с тем выявлена устойчивость некоторых адаптивных признаков для сосны из разных участков.

Ключевые слова: структурная реакция, экологические факторы, анатомия, хвоя, однолетний стебель, кора, древесина.

I.I. Vlasova

SCOTCH PINE (PINUS SYLVESTRIS L. (PINACEAE L.) LEAF AND ANNUAL STALK STRUCTURAL REACTION ON THE ENVIRONMENTAL SPECIFIC FACTORS IN THE SAKHALIN CONDITIONS

The factors complex negative effect caused by the proximity to the sea on the example of Pinus Sylvestris L. (Pinaceae L.) is revealed. At the same time some adaptive characteristics stability for pines from different sites is shown.

Key words: structural reaction, environmental factors, anatomy, needles, annual stalk, bark, wood.

Сосна обыкновенная [Урусов В.М., 2004] – “бореальный ценоэлемент континентального и резко континентального климата”. Дальний Восток обладает оптимальными условиями среды для произрастания сосны обыкновенной [8]. Сахалинская область имеет на своей территории экотопы с такими условиями, но в силу своего островного положения все же является уникальной. В связи с этим необходимо установить соответствие условий мест произрастания биологическим требованиям сосны обыкновенной и реакцию вегетативных органов на факторы среды.

Сахалинская область в силу своего островного положения и орографического строения обладает рядом специфических характеристик: муссонный климат, преобладание рассеянной радиации над прямой; высокая влажность воздуха и др. Учитывая особенности региона и биологические особенности растений, на острове Сахалине можно выращивать высокопродуктивные лесные фитоценозы, в том числе и сосновые.

Цель исследования. Выявить влияние специфических факторов среды на культуры сосны обыкновенной, произрастающие в различных условиях обитания на Сахалине.

Задачи исследования. Сравнить и проанализировать некоторые морфологические и анатомические параметры сосны обыкновенной из разных районов острова.

Результаты исследования позволят более полно использовать экологические условия для выращивания сосны на Сахалине и экологически обоснованно производить подбор лесокультурных площадей, что обеспечит формирование высокопродуктивных насаждений.

Материал и методика исследования. Сбор материала и описание производили на четырех участках, основные таксационные показатели культур которых приводятся в таблице 1. Для сравнения анатомических показателей особей из естественного фитоценоза, образованного сосной обыкновенной, произрастающей в европейской части, были взяты образцы из Белоруссии (Брест).

Таблица 1

Характеристика основных таксационных показателей

Участок	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Средний прирост в высоту, см	Полнота	Первоначальная густота, тыс. шт/га	Густота на время исследования, тыс. шт/га	Запас стволовой древесины, м ³ /га	Возраст, лет
1. Ноглики	13.0	9.5	31.7	0.9-1.0	10	5.5	120	30
2. Первомайское	16	13,4	33,5	0.8	4.8	1.8	170	40
3. Пригородное	13.3	9	33	0.8	10	4	115	27
4. Углезаводск	24.3	21.8	45	1.0	5	3.5	350	56