

ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ОГНЕТУШАЩИХ ХИМИЧЕСКИХ СОСТАВОВ НА РОСТ СОСНОВЫХ КУЛЬТУР

Лес был и остается основным воспроизводимым природным богатством и легкими планеты. Нельзя недооценивать оздоровительную и эстетическую функции леса. Для республики Беларусь лес является главным экономическим ресурсом. Однако в результате пожаров гибнут огромные лесные массивы. В нашей республике лесные пожары несут в себе особую опасность - опасность вторичного загрязнения радионуклидами аварийного выброса Чернобыльской АЭС новых территорий.

В связи с этим особую актуальность имеет проблема создания новых высокоэффективных химических составов для локализации, тушения и профилактики лесных пожаров. Одним из основных требований к таким средствам является их экологическая безвредность. Кроме этого интересной идеей является разработка составов ОХС, способствующих восстановлению лесной растительности после пожара. Это особенно важно для загрязненных радионуклидами районов, где производственная деятельность человека очень ограничена или исключена.

Институтом леса АН Беларуси, НИИ ФХП и НИИ ЛФП Белгосуниверситета созданы новые огнетушащие химические составы, при разработке которых учитывались следующие требования: эффективность при пожаротушении и высокая огнезадерживающая способность, доступность исходных компонентов и их дешевизна, высокая устойчивость к атмосферным осадкам, технологичность процесса получения и применения, наличие близкорасположенной к вероятным источникам пожаров производственной базы, последствие ОХС как минеральной подкормки для восстановления лесной растительности, коррозионная неактивность.

Основными компонентами новых ОХС являются азотно - фосфорные соединения. В связи с этим в качестве одной из важнейших их характеристик принято молярное соотношение азота к фосфору (N/P), которое имеет значение $> 1,3$ и оптимально для питания лесной растительности (деревьев, кустарника и т.п.).

Для повышения эффективности ОХС в них введены соответствующие микроэлементы. Микроэлементы усиливают синергитический эффект совместного действия макроэлементов в питании растений, способствуют самозатуханию тлеющих материалов. Они вводятся в ОХС в сбалансированном соотношении, обеспечивающим оптимальный режим питания растений. Было предположение, что разработанные ОХС по токсичности и действию соответствуют минеральным удобрениям.

Разработаны технические условия на производство опытной и опытно - промышленной партии ОХС, регламент на производство их в промышленных условиях, технологии их получения и применения.

Полевые испытания новых перспективных ОХС проводились в 1993 - 1995 гг. на модельных участках пожарного испытательного полигона Института леса (Гомельская область, Гомельский район) согласно "Методики оценки эффективности огнетушаще-профилактических составов для применения в загрязненных радионуклидами лесах республики Беларусь", утвержденной РНПШ ЦВ ГУВПС МВД Беларуси и согласованной с Минлесхозом РБ. Обработка производилась 12%-ными водными суспензиями ОХС в дозировках 1,5 - 2,0 л/м² напочвенного покрова с помощью моторизованного опрыскивателя "Yamar" при температуре воздуха 20 - 28°C, относительной влажности воздуха 60 - 70 %, скорости ветра 6 - 10 м/с и отсутствии осадков. В качестве контроля был применен химический состав ОС-5 для тушения лесных пожаров.

Определить лесоводственную эффективность внесения разработанных новых ОХС позволяет сравнение прироста в лесных насаждениях на опытных объектах после проведения мероприятий с приростом на контрольных объектах. Такие наблюдения обычно проводятся в течение нескольких лет. Использование метода листовой диагностики и изучение изменения содержания основных питательных элементов в почве в ходе эксперимента позволяют довольно быстро выявить физиологическое действие ОХС на растения и сделать обоснованные выводы.

Состояние фотосинтезирующего аппарата хорошо коррелирует с текущим приростом стволовой древесины. Вес и размеры хвои (листьев), содержание в ней макро- и микроэлементов с достаточной достоверностью, как свидетельствуют проведенные исследования (1 - 3), характеризуют уровень обеспеченности питанием растений.

Одним из основных показателей состояния фотосинтезирующего

аппарата и растения в целом является состояние его пигментного фонда, которое можно рассматривать как характеристику адаптационных качеств сосны, направленных на повышение продуктивности дерева, и ее реакцию на изменение окружающей среды и стресс, вызванный пожаром. В качестве показателей состояния фотосинтезирующего аппарата мы использовали содержание в хвое хлорофиллов а и b и их соотношение:

Влияние внесения ОХС на рост и минеральное питание сосновых молодняков изучалось в одном из наиболее пожароопасных насаждений (10-летние культуры сосны, тип леса - сосняк мшистый, класс пожарной опасности - 1). Календарное время обработки - апрель месяц.

Изучение биометрических данных до внесения ОХС и по окончании второго вегетационного периода после внесения его в культурах (табл.1) показало, что за 1993 - 1994 гг. средний прирост по диаметру культур сосны в вариантах с внесением ОХС был выше на 27,2%, чем в контроле (без внесения ОХС). Несколько больше здесь и средний прирост по высоте. Это свидетельствует о том, что ОХС способствовало увеличению текущего прироста древостоя, сыграв роль минеральной подкормки для соснового молодняка.

Таблица 1

Влияние внесения ОХС на таксационные показатели культур сосны по истечении второго вегетационного периода

Вариант	Средние таксационные показатели культур						
	До внесения ОХС (май, 1993 г.)			Через 2 года (октябрь, 1994 г.)			
	d, см	h, м	запас, м ³ /га	d, см	h, м	Zn, см	запас, м ³ /га
ОХС	3,6	2,5	13,4	5,0	3,9	137	36,4
Контроль	3,4	2,4	13,0	4,5	3,7	128	30,2

Учитывая то, что внесение ОХС производилось опрыскиванием, т.е. оно могло подействовать как своеобразная некорневая подкормка.

ка, нами была изучена динамика элементов питания в хвое сосны. Содержание азота и других зольных элементов в хвое сосны непостоянно в течение вегетационного периода и зависит от ее возраста (4). Поэтому при анализе хвои следует разделять по возрастам или ограничиться однолетней хвоей, что наиболее целесообразно. В таблице 2 приведены данные по содержанию азота, фосфора и калия в динамике в однолетней хвое сосны 9-летних культур.

Таблица 2

Динамика содержания элементов питания в однолетней хвое культур сосны после обработки ОХС, % к сухой массе

Срок отбора хвои (1993 г.)	N		P		K	
	M±m	t	M±m	t	M±m	t
Май						
ОХС(до обработки)	1,62±0,20	-	0,08±0,00	-	0,20±0,01	-
Контроль	1,60±0,02	0,2	0,08±0,00	0,0	0,22±0,01	1,8
Июнь						
ОХС	2,01±0,15	-	0,07±0,00	-	0,18±0,00	-
Контроль	1,47±0,06	3,4	0,08±0,00	1,6	0,19±0,01	0,5
Июль						
ОХС	1,66±0,05	-	0,09±0,00	-	0,18±0,01	-
Контроль	1,28±0,02	7,3	0,09±0,00	0,0	0,20±0,00	2,2
Август						
ОХС	1,71±0,13	-	0,09±0,00	-	0,24±0,01	-
Контроль	1,43±0,12	1,8	0,09±0,00	0,0	0,22±0,01	1,2
Сентябрь						
ОХС	2,10±0,16	-	0,12±0,00	-	0,39±0,03	-
Контроль	1,90±0,07	1,2	0,13±0,00	2,2	0,37±0,03	0,6

Примечание: стандартные значения коэффициентов Стьюдента
 $t_{0,05}=2,37$ $t_{0,01}=3,50$

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при внесении ОХС в однолетней хвое сосны увеличивается содержание азота. В

течение двух месяцев после обработки его на 29,7 - 36,7% больше, чем в контроле. Существенного влияния на содержание фосфора и калия в хвое ОХС не оказало.

Изучено также влияние проникновения ОХС в верхний слой почвы (0 - 20 см) на содержание в ней азота, фосфора и калия. Доступные для питания растений формы именно этих элементов в первую очередь определяют плодородие почвы. Установлено (таблица 3), что обработка ОХС основных культур сопровождается накоплением к концу вегетационного периода легкогидролизуемого азота и подвижного фосфора в верхнем слое почвы. Так в контрольном варианте к концу вегетационного периода содержание легкогидролизуемого азота увеличилось на 10,3% в сравнении с началом вегетационного периода, а в варианте с ОХС - на 12,5% в сравнении с тем же периодом до внесения ОХС. При этом при аналогичном сравнении в контрольном варианте содержание подвижного фосфора к концу вегетационного периода уменьшилось на 17,9%, а в варианте с ОХС, наоборот, увеличилось на 10,6%. Существенных различий по содержанию обменного калия не обнаружено.

Таблица 3

Влияние внесения ОХС на содержание элементов питания в 20-сантиметровом слое почвы культур сосны, мг/100 г

Срок отбора образцов почвы	рН в KCl		N легкогидр.		P ₂ O ₅ подв.		K ₂ O обмен.	
	ОХС	К	ОХС	К	ОХС	К	ОХС	К
Май 1993 г.								
(до обработки)	4,0	4,0	2,8	2,8	8,5	8,4	1,5	1,4
Октябрь 1993 г.	4,1	4,2	3,5	3,2	9,4	6,9	1,4	1,6

Примечание: К - контроль.

В ходе испытаний было изучено влияние ОХС на содержание важнейшего составляющего элемента пигментного комплекса - хлорофилла. Хлорофилл встречается у высших растений в двух химически различающихся формах - а и b. Хлорофилл а незначительно отличается от хлорофилла b. Одна из его боковых цепей представляет собой СН - а не OH-группу. Этого достаточно, чтобы значительно сдвинуть

максимум поглощения пигмента. Хлорофилл b является по отношению к хлорофиллу a, как и каротиноиды, вспомогательным пигментом, поскольку он и каротиноиды передают путем резонанса от 80 до 100 % поглощенной ими световой энергии хлорофиллу a. Именно хлорофилл a аккумулирует световую энергию, поглощаемую растительной клеткой. В большинстве наземных высших растений его содержание в 2,5 - 3,5 раза превышает содержание хлорофилла b (б). В связи с этим, одним из основных показателей состояния пигментного комплекса является соотношение содержания хлорофилла a и b, которое в хвое сосны колеблется в зависимости от внешних факторов от 1,5 до 3,0.

Таблица 4

Влияние внесения ОХС на содержание в хвое хлорофиллов a и b

Срок отбора хвои, вариант	Содержание хлорофилла, мг/г						a/b
	M±m	t	M±m	t	M±m	t	
Май (до вне- сения) ОХС	0,67±0,01	-	0,57±0,03	-	0,20±0,01	-	1,18
Контроль	0,66±0,02	0,4	0,57±0,02	0,0	0,22±0,01	0,0	1,16
Июнь (после внесения)							
ОХС	0,72±0,02	-	0,62±0,02	-	0,18±0,00	-	1,16
Контроль	0,67±0,01	1,7	0,59±0,02	1,6	0,19±0,01	1,5	1,14
Июль							
ОХС	0,74±0,02	-	0,66±0,02	-	0,19±0,01	-	1,12
Контроль	0,70±0,01	2,0	0,62±0,01	0,0	0,20±0,00	1,5	1,13
Август							
ОХС	0,77±0,01	-	0,67±0,03	-	0,24±0,01	-	1,15
Контроль	0,72±0,02	2,0	0,60±0,02	0,0	0,22±0,01	1,3	1,20
Октябрь							
ОХС	0,81±0,01	-	0,68±0,03	-	0,29±0,03	-	1,19
Контроль	0,75±0,01	3,8	0,58±0,02	2,2	0,37±0,03	2,2	1,29

Примечание: стандартные значения коэффициентов Стьюдента
 $t_{0,05} = 2,37$, $t_{0,01} = 3,50$.

Полученные результаты по влиянию внесения ОХС на содержание

в хвое хлорофиллов а и b (таблица 4) позволяют заключить следующее. Уже через месяц после внесения ОХС в однолетней хвое культур сосны наблюдается увеличение содержания хлорофиллов а и b в сравнении с контролем. К концу вегетационного периода содержание хлорофилла а оказалось выше на 8%, а хлорофилла b на 17% выше относительно контроля. В то же время соотношение хлорофиллов а и b в течение вегетационного периода практически не изменялось. Это свидетельствует о том, что пигментный комплекс культур сосны после внесения ОХС находится в физиологически нормальном состоянии.

В фотосинтезирующем аппарате хвои сосны в период низких температур происходит разрушение хлорофиллов (6, 7). В большей степени разрушается хлорофилл b, поэтому увеличивается соотношение хлорофиллов. Это подтверждают полученные нами данные. В октябре в контроле наблюдалось начало изменения соотношения хлорофиллов. Если в зрелой хвое (июль) оно имело значение 1,13, то к началу холодного периода соотношение хлорофиллов составило 1,29. В результате внесения ОХС, по-видимому, разрушение хлорофилла b тормозилось, что могло явиться одной из причин повышения его содержания относительно контроля в конце вегетационного периода.

На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что разработанные ОХС действуют на культуры сосны как минеральное удобрение. Обработка ОХС повышает содержание азота в хвое сосны, легкогидролизуемого азота и подвижного фосфора в почве, задерживает разрушение хлорофилла с наступлением холодного периода. Это не может не сказаться положительно на росте древесных растений.

Л и т е р а т у р а

1. Вайчис М.В., Руткаускас А.Ю. Шкала оценки плодородия лесных почв и производительность насаждений, - Каунас, 1969. - 48 с.
2. Кошельков С.П. Опыт применения листового анализа для изучения режима питания сосняков // Лесной журн. - 1986. - № 4. - С.152-153.
3. Орлов А.Я. Значение метода атомного анализа при применении удобрений // Пути повышения продуктивности лесов. - Минск: Вышэйшая школа, 1966. С.157-161.

4. Митрофанов Д.П. Химический состав лесных растений Сибири. - Новосибирск: Наука, Сиб.отд., 1977. - 120 с.

5. Судачкова Н.Е., Гирс Г.И., Прокушкин С.Г. и др. Физиология сосны обыкновенной. - Новосибирск: Наука, Сиб.отд., 1990. - 247 с.

6. Ходасевич Э.В., Арнаутова А.И., Мышковец Е.Н. Ультраструктурная организация хлоропластов в связи с обратимой деградацией фонда пигментов у хвойных // Физиология растений. - 1978. - Т.25. Вып.4. - С.810-814.

7. Ходасевич Э.В., Арнаутова А.И., Мельникова Л.М. Фотосинтетическая активность и биосинтез пигментов у хвойных в связи с обратимой деградацией фонда хлорофиллов а и b // Формирование пигментного аппарата фотосинтеза. - Минск: Наука и техника, 1973. С.130-142.