

УДК 630*432

В. В. Усеня, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заместитель директора (Институт леса НАН Беларуси);

Н. В. Гордей, кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник (Институт леса НАН Беларуси);

Т. С. Маркевич, младший научный сотрудник (Институт леса НАН Беларуси);

Е. А. Тегленков, магистрант (Институт леса НАН Беларуси)

ВЛИЯНИЕ НОВОГО УНИФИЦИРОВАННОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ И ЛИКВИДАЦИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА РОСТ И МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

В статье изложены результаты исследования лесоводственных характеристик и режима минерального питания соснового насаждения после применения нового унифицированного химического состава при прокладке профилактической огнезащитной полосы длительного действия. Однократное внесение водных рабочих растворов нового унифицированного химического состава в молодых культурах сосны оказало положительное влияние на их минеральное питание и ростовые показатели. Улучшился пигментный комплекс, повысилось содержание азота в хвое, подвижного фосфора и легкогидролизуемого азота в почве, что позитивно повлияло на интенсивность роста насаждения.

This paper describes the results of a study of silvicultural characteristics and mode of mineral nutrition of pine plantations after application of the new unified chemical composition when laying preventive fire retardant band for long periods. The positive influence of the chemical composition on the growth and mineral nutrition of young pine cultures is established. Improved pigment complex, increased nitrogen content in the needles, rolling hydrolyzable phosphorus and nitrogen in the soil, which has a positive impact on the growth rate of plantations.

Введение. В Республике Беларусь леса занимают 39,1% территории и являются одним из важнейших национальных богатств, имеют большое значение для устойчивого социально-экономического развития страны.

В силу своего породного, возрастного и структурного состава и сильного антропогенного воздействия леса на территории Беларуси являются потенциально пожароопасными, 67,3% их площади отнесены к наиболее высоким (I–III) классам природной пожарной опасности. В лесном фонде насаждения I класса природной пожарной опасности занимают 6,7%, II – 26,1%, III – 34,5%, IV – 25,7%, V – 7,0% от общей площади лесных земель [1].

К настоящему времени вследствие аварии на Чернобыльской АЭС 1,78 млн. га лесного фонда (18,8%) представлены радиоактивно загрязненными лесными экосистемами, что требует своей специфики их охраны от пожаров [2].

Успешность профилактики и ликвидации лесных пожаров может быть достигнута при оперативном использовании в практике пожаротушения новых эффективных методов и средств, среди которых особое значение необходимо уделять применению отечественных высокоэффективных экологически безопасных химических составов, обладающих высокими огнезащитными и огнетушащими свойствами.

В настоящее время большое значение в борьбе с лесными пожарами придается использованию эффективных огнетушащих химических составов, которые применяются для тушения кромки пожара, создания заградительных огнегасящих полос непосредственно перед кромкой огня, опорных полос для пуска отжига при борьбе с верховыми пожарами, а также для прокладки длительно действующих профилактических огнезадерживающих полос на наиболее пожароопасных направлениях [3–7].

Одним из важнейших свойств огнегасящих химических составов для борьбы с лесными пожарами, наряду с высокими антипирлирующими характеристиками, должны быть экологическая безопасность и лесоводственная эффективность их применения.

В целях снижения финансовых средств и трудовых затрат на профилактику и ликвидацию лесных и торфяных пожаров целесообразно использование унифицированного химического огнетушащего состава (ОТС), обладающего высокими антипирлирующими свойствами по отношению к лесным горючим материалам и торфу при более низкой его стоимости по отношению к существующим аналогам. В то же время новый химический состав должен быть экологически безопасен и не оказывать негативного воздействия на рост лесных фитоценозов и окружающую среду, что требует исследо-

вания его лесоводственно-экологических аспектов применения при профилактике и ликвидации пожаров в природном комплексе.

Материалы и методы исследований. С целью изучения влияния ОТС на рост лесных насаждений выполнена в трехкратной повторности закладка пробных площадей в 11-летнем искусственном сосновом насаждении мшистого типа леса с применением ОТС при прокладке огнезадерживающей полосы и на контроле (без внесения ОТС). На пробных площадях до внесения ОТС и в 2011–2013 гг. проведены биометрические работы, на основании которых определены таксационные показатели насаждений.

Для изучения влияния ОТС на состояние почвы как источника минерального питания для растений и средообразующего компонента лесного фитоценоза на пробных площадях для агрохимических анализов до внесения ОТС и ежегодно в 2011–2013 гг. (май – октябрь) произведен в 4-кратной повторности отбор из верхнего 20-сантиметрового слоя почвы смешанных (каждый состоит из 9 индивидуальных) образцов. В образцах почвы определены обменная (pH_{KCl}) и гидролитическая кислотность, содержание гумуса, общее содержание азота, фосфора, калия, кальция, магния, а также содержание обменных форм фосфора и калия, легкогидролизуемого азота по общепринятым методикам [8–10].

Для изучения динамики элементов минерального питания и хлорофиллов в ассимиляционном аппарате сосновых фитоценозов ежегодно в мае и октябре в 4-кратной повторности отбирали образцы однолетней хвои с 10–15 деревьев II–III класса роста по Крафту с 3–4 верхних мутовок. В отобранных образцах после мокрого озоления хвои определено общее содержание азота, фосфора и калия [11]. Изучение пигментного комплекса хвои проведено путем определения общего содержания хлорофиллов «а» и «b», отдельно хлорофиллов «а» и «b» и их соотношения.

Результаты и обсуждение. Унифицированный огнетушащий химический состав (ОТС) для тушения лесных и торфяных пожаров представляет собой мелкодисперсную суспензию светло-серого цвета, включающую в свой состав аммонийсодержащие силикофосфаты алюминия, магния, аммонийные и натриевые соли неорганических фосфатов и сульфатов, анионоактивный ПАВ, загуститель (карбоксиметилцеллюлозу) и воду. Соотношение основных компонентов унифицированного состава, мас. %: $Al_2O_3 : MgO : P_2O_5 : SiO_2 : NH_3 : Na_2O : SO_3 = 0,17 : 0,4 : 11,5 : 1 : 3,3 : 4,2 : 2,9$. В составе ОТС отсутствуют токсичные вещества.

Определить реакцию лесных фитоценозов на применение химических составов при профилактике и ликвидации в них пожаров можно путем сравнения содержания основных элементов питания в почве и в ассимиляционном аппарате древесных растений.

Большое влияние на рост древесных растений оказывает состояние их пигментного комплекса, важнейшее составляющее которого – хлорофилл. Процессом усвоения двуокиси углерода растениями является фотосинтез, приводящий к образованию углеводов – важнейшего пластического и энергетического материала как клетки, так и растительного организма в целом. В свою очередь состояние пигментного комплекса зависит от многих факторов: уровня обеспеченности элементами питания, освещенности, возраста растения, сезона, загрязнения окружающей среды.

В течение вегетационных периодов 2011–2013 гг. нами проведено изучение влияния однократного применения ОТС в 11-летних культурах сосны при прокладке профилактической длительнодействующей огнезащитной полосы на содержание важнейшего составляющего элемента пигментного комплекса – хлорофилла, который встречается у высших растений в двух химически различающихся формах – «а» и «b», и элементов минерального питания.

Нами установлено, что на протяжении первого вегетационного периода после внесения ОТС в хвое культур сосны наблюдается повышение (до 20%) содержания хлорофиллов «а» и «b» по сравнению с контролем, а также некоторое увеличение содержания азота и фосфора (табл. 1).

Анализируя полученные результаты по динамике содержания в хвое хлорофиллов в насаждении в последующие два года после внесения ОТС, следует отметить, что на протяжении этого периода также наблюдалось некоторое увеличение их содержания. Такая же закономерность отмечена и по содержанию в хвое азота и фосфора.

Плодородие лесной почвы определяется ее морфологическими, физическими, водно-физическими, физико-химическими и биохимическими свойствами и является одним из главных факторов успешного роста и развития древесных растений. Обеспеченность же почв доступными для растений элементами корневого питания, в первую очередь азотом, фосфором и калием, – один из основных показателей, который, наряду с водно-воздушным режимом, характеризует плодородие почвы.

Изучено также в течение трех лет (2011–2013 гг.) влияние ОТС на динамику содержания элементов минерального питания в почве 11–13-летних культур сосны (табл. 2).

Таблица 1

**Влияние применения ОТС на динамику содержания хлорофиллов и элементов питания
в однолетней хвое культур сосны в 2011–2013 гг.**

Срок отбора хвои, вариант опыта	Содержание хлорофилла, мг/г		a/b	N, %	P, %	K, %
	a	b				
	$M \pm m$	$M \pm m$				
2011 г.						
Май (до внесения ОТС)	0,85±0,03	0,25±0,01	3,4	1,35±0,08	0,20±0,01	0,18±0,01
Контроль	0,80±0,08	0,22±0,02	3,6	1,37±0,10	0,19±0,01	0,20±0,02
Июль / ОТС	1,12±0,02	0,33±0,02	3,3	1,44±0,06	0,23±0,01	0,16±0,01
Контроль	0,89±0,03	0,25±0,03	3,6	1,38±0,10	0,22±0,02	0,18±0,01
Август / ОТС	1,27±0,07	0,34±0,04	3,8	1,18±0,08	0,23±0,01	0,22±0,01
Контроль	1,15±0,10	0,25±0,05	4,6	1,18±0,10	0,22±0,03	0,20±0,02
Октябрь / ОТС	1,12±0,10	0,34±0,00	3,0	1,64±0,06	0,28±0,01	0,65±0,02
Контроль	1,03±0,03	0,37±0,03	2,8	1,74±0,10	0,23±0,03	0,62±0,02
2012 г.						
Май (ОТС)	0,91±0,10	0,44±0,04	2,0	1,29±0,04	0,22±0,01	0,36±0,06
Контроль	1,04±0,05	0,40±0,03	2,6	1,26±0,06	0,22±0,01	0,36±0,02
Июль / ОТС	1,82±0,50	0,48±0,02	3,8	1,28±0,06	0,25±0,01	0,37±0,01
Контроль	1,74±0,03	0,43±0,03	4,0	1,27±0,10	0,24±0,02	0,34±0,01
Октябрь / ОТС	1,23±0,30	0,49±0,03	2,5	1,44±0,07	0,25±0,01	0,65±0,02
Контроль	1,18±0,20	0,48±0,09	2,4	1,38±0,08	0,24±0,03	0,63±0,02
2013 г.						
Май (ОТС)	0,87±0,10	0,28±0,04	3,1	1,34±0,03	0,27±0,01	0,32±0,06
Контроль	0,81±0,05	0,26±0,03	3,1	1,30±0,02	0,22±0,01	0,31±0,02
Октябрь / ОТС	0,99±0,44	0,33±0,04	3,0	1,46±0,06	0,27±0,01	0,46±0,01
Контроль	0,92±0,44	0,27±0,02	3,4	1,42±0,10	0,25±0,01	0,42±0,01

Таблица 2

**Влияние применения ОТС на динамику содержания элементов питания
в 20-сантиметровом слое почвы культур сосны**

Срок отбора почвы, вариант опыта	pH _{KCl}	H _T	Содержание, мг/100г почвы			Обменные формы, мЭКВ/100 г почвы		Валовые формы, %		
			K ₂ O	N _{легк}	P ₂ O ₅	Ca	Mg	N	P	K
2011 г.										
Май (до внесения ОТС)	4,0	3,2	1,6	3,2	7,8	0,21	0,09	0,02	0,03	0,02
Контроль	4,0	3,5	1,5	3,0	9,0	0,27	0,19	0,06	0,03	0,02
Октябрь / ОТС	3,9	3,4	1,6	3,8	12,8	0,59	0,23	0,09	0,01	0,03
Контроль	4,1	3,2	1,9	3,1	12,0	0,49	0,23	0,07	0,01	0,03
2012 г.										
Май/ ОТС	3,8	3,2	2,7	5,3	19,4	0,95	0,31	0,02	0,08	0,03
Контроль	3,9	3,5	2,6	5,3	18,2	1,21	0,25	0,04	0,07	0,02
Октябрь / ОТС	4,0	3,5	2,7	3,7	18,9	0,64	0,15	0,07	0,04	0,03
Контроль	4,1	3,6	2,4	3,2	15,0	0,54	0,18	0,07	0,03	0,02
2013 г.										
Май/ ОТС	3,8	3,6	3,0	4,1	20,0	0,50	0,27	0,04	0,05	0,04
Контроль	4,0	3,5	2,9	3,7	11,3	0,64	0,28	0,06	0,05	0,04
Октябрь / ОТС	4,2	3,5	2,9	4,2	18,8	0,56	0,37	0,08	0,05	0,03
Контроль	4,1	3,4	2,8	3,9	11,0	0,84	0,36	0,07	0,04	0,04

Таблица 3

Влияние ОТС на рост культур сосны

Вариант	Средние таксационные показатели культур								
	до внесения ОТС (май 2011 г.)			после внесения ОТС (октябрь 2012 г.)			после внесения ОТС (октябрь 2013 г.)		
	<i>d</i> , см	<i>h</i> , м	запас, м ³ /га	<i>d</i> , см	<i>h</i> , м	запас, м ³ /га	<i>d</i> , см	<i>h</i> , м	запас, м ³ /га
ОТС	7,4	5,5	84,7	8,5	6,8	98,8	8,7	7,5	124,5
Контроль	7,3	5,3	75,2	8,3	6,8	89,5	8,2	7,3	109,0

Установлено, что после применения огне-тушащего состава в первый год не наблюдалось достоверных различий по содержанию в почве элементов минерального питания. После окончания как второго, так и третьего вегетационного периодов отмечено увеличение в почве насаждений с применением ОТС содержания легкогидролизуемого азота и, в особенности, подвижного фосфора. Существенных различий в изменении кислотности почвы не установлено.

Таким образом, при прокладке длительнодействующих огнезащитных полос водным рабочим раствором ОТС явился минеральной подкормкой для роста сосновых насаждений.

На протяжении трех лет после внесения ОТС проведены ежегодно по окончании вегетационного периода биометрические работы в 11–13-летних культурах сосны. Установлено, что по истечении 3 лет после применения ОТС средний прирост по диаметру 13-летних культур сосны оказался выше на 6%, чем на контроле (табл. 3).

Заключение. Профилактика и ликвидация пожаров в лесном фонде Беларуси на основе применения высокоэффективных средств и технологий положительно скажется на экологическом и ресурсном потенциале лесов и будет способствовать сохранению природного комплекса и улучшению экологической обстановки не только в Беларуси, но и на европейском континенте в целом.

Однократное внесение водных рабочих растворов нового унифицированного химического состава в молодых культурах сосны оказало положительное влияние на их минеральное питание и ростовые показатели. Улучшился пигментный комплекс, повысилось содержание азота в хвое, подвижного фосфора и легкогид-

ролизуемого азота в почве, что позитивно повлияло на интенсивность роста насаждения.

Литература

1. Леса и лесное хозяйство Беларуси: справочно-информационные материалы. Минск, 2013. 28 с.
2. Домненков В. Радиационная обстановка в лесах // Лесное и охотничье хозяйство. 2013. № 2. С. 19–29.
3. Телицин Г. П. Перспективы применения химикатов в борьбе с лесными пожарами // Лесное хозяйство. 1988. № 10. С. 41–42.
4. Красавина Н. Н. Технические указания по применению химических веществ на тушение лесных пожаров. Л.: ЛенНИИЛХ, 1963. 17 с.
5. Усеня В. В. Лесные пожары, последствия и борьба с ними / Гомель: Институт леса НАН Беларуси, 2002. 206 с.
6. Курбатский Н. П., Красавина Г. Н., Жданко В. О. Лесные почвенные пожары и борьба с ними. М.: Изд-во М-ва сельского хоз-ва РСФСР, 1957. С. 41–48.
7. Лес. Человек. Чернобыль. Лесные экосистемы после аварии на Чернобыльской АЭС: состояние, прогноз, реакция населения, пути реабилитации / под общ. ред. В. А. Ипатьева. Гомель, Изд-во Института леса НАН Беларуси, 1999. 454 с.
8. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1962. 429 с.
9. Коробченко Ю. Т. Определение легкогидролизуемого азота в почве // Агрохимия. 1975. № 11. С. 106–108.
10. Методика определения содержания гумуса в почве // Агрохимия. 1972. № 3. С. 123–125.
11. Баславская С. С., Трубецкова О. М. Практикум по физиологии растений. М.: Изд-во МГУ им. М. В. Ломоносова, 1984. 328 с.

Поступила 31.01.2014