

УДК 582.475.4:630.232.322.4

Повышение устойчивости сеянцев сосны к фомозу путем применения удобрений

М. О. Середич – Белорусский государственный технологический университет, младший научный сотрудник кафедры лесозащиты и древесиноведения, Минск, Республика Беларусь, romina_to@bk.ru
В. А. Ярмолович – Белорусский государственный технологический университет, декан лесохозяйственного факультета, доцент, кандидат биологических наук, Минск, Республика Беларусь, yarm@belstu.by

Н. И. Якимов – Белорусский государственный технологический университет, доцент кафедры лесных культур и почвоведения, кандидат сельскохозяйственных наук, Минск, Республика Беларусь

Приведены результаты исследований по повышению устойчивости сеянцев сосны обыкновенной к фомозу путем применения удобрений. Выявлено, что внекорневые подкормки растений снижают распространенность и степень развития болезни, что выражается в улучшении биометрических показателей сеянцев (средней высоты надземной части, длины хвои и др.) в лесных питомниках. Установлено, что при внекорневых подкормках растений наибольший эффект в повышении устойчивости к фомозу достигается за счет применения удобрений с большой долей содержания азота.

Ключевые слова: фомоз, сеянцы сосны, внекорневые подкормки, повышение устойчивости

Для ссылок:
Середич, М. О. Повышение устойчивости сеянцев сосны к фомозу путем применения удобрений [Электронный ресурс] / М. О. Середич, Ярмолович В. А., Якимов Н. И. // Лесхоз. информ. : электрон. сетевой журн. – 2017. – № 1. – С. 34–41. URL: <http://lhi.vniilm.ru/>

Введение

Фомоз посадочного материала – новая, но уже широко распространенная болезнь в лесных питомниках Беларуси [1]. Возбудителем болезни являются почвенные микромицеты из рода *Phoma* spp. Sacc., способные развиваться на органических и неорганических субстратах различного происхождения.

На начальных этапах развития болезни хвоя текущего года приобретает золотисто-коричневый оттенок, затем буреет, со временем становится пепельно-серой, засыхает и опадает. Вредоносность болезни заключается в снижении текущего прироста и гибели сеянцев. Растения в возрасте 2 лет и старше могут погибать частично – обычно усыхает побег текущего прироста вместе с хвоей [2].

Заражение растений происходит либо через верхушечные почки спорами с продвижением патогена вниз по стволу, либо мицелий проникает через нижнюю хвою, контактирующую с

землей. Этому во многом благоприятствуют проливные дожди и брызги при искусственном поливе, которые способствуют налипанию земли и образованию земляных конусов вокруг сеянцев или полному покрытию их почвой (рисунок). Из нижней хвои грибок проникает в апикальную часть сеянца, вызывая дефолиацию, а также гибель верхушечной почки. Болезнь обычно прогрессирует быстро и имеет высокую вредоносность [3, 4].

В связи с тем что возбудители фомоза древесных растений являются факультативными паразитами, а также учитывая отсутствие систем защитных мероприятий, большое значение приобретает профилактика болезни, связанная с повышением устойчивости растений.

Химические способы иммунизации получили наиболее широкую распространенность и признание среди способов повышения устойчивости растений. В качестве химических иммунизаторов используют азотные, фосфорные, калийные удобрения, микроэлементы и антиметаболи-



Симптомы фомоза (образование почвенного конуса и отмирание хвои сосны обыкновенной).
Фото М. О. Середич

ты [5]. Проведенные нами предварительные лабораторные опыты по изучению влияния макро- и микроэлементов на ростовые процессы мицелия *Phoma* sp. *in vitro* позволили установить, что высоким фунгистатическим эффектом в чистой культуре обладают удобрения с большой долей содержания азота [6].

Объекты и методика исследований

Для проведения опытов *in vitro* нами использован участок однолетних сеянцев сосны обыкновенной в постоянном лесном питомнике ГЛХУ «Светлогорский лесхоз» со следующими агрохимическими показателями почвы: содержание гумуса – 1,2 %; P_2O_5 – 4,1 мг/100 г; K_2O – 4,8 мг/100 г; pH почвы – 5,3. Фитопатологическое обследование растений на участке общей площадью 0,2 га показало, что на начало опыта распространенность (доля пораженных растений) фомоза на учетных площадках составляла от 2,5 до 4,8 %, степень развития болезни варьировалась от 7 до 10 %.

На участке испытаний (в дополнение к внесению минеральных удобрений по технологическому регламенту выращивания) проводили внекорневую подкормку однолетних растений сосны растворами минеральных удобрений в концентрации, рекомендованной для применения на хвойных видах в лесных питомниках [11]. При этом использовали широко распространенные и доступные в продаже азотсодержащие удобрения (табл. 1). В качестве эталона применяли

системный фунгицид широкого спектра действия с длительным профилактическим эффектом абсолют, КЭ; он зарегистрирован в Государственном реестре средств защиты растений и предназначен для борьбы с фомозом хвойных пород в лесных питомниках [7]. Контролем служили участки без обработок. Рабочие растворы готовили непосредственно перед опытом. Обработку проводили ручным опрыскивателем Jacto HD 300.

Устойчивость растений оценивали по распространенности, степени развития фомоза, биологической эффективности препаратов и биометрическим показателям сеянцев. Распространенность, развитие болезни, а также биологическую эффективность фунгицидов и удобрений рассчитывали по общепринятым в защите растений и фитопатологии формулам [8–10]. Влияние препаратов на ростовые показатели растений оценивали по высоте надземной части сеянцев, средней длине хвои и другим показателям. Образцы посадочного материала отбирали в середине каждой опытной делянки, аккуратно выкапывали, очищали от почвы и измеряли [11]. Учет проводили в последней декаде октября 2015 г.

Статистическую обработку полученных результатов осуществляли на уровне достоверных отличий $p = 0,05$ с использованием программы Statistica 10.

Результаты и их обсуждение

Показатели развития болезни на растениях сосны обыкновенной и распространенности фо-

Таблица 1. ПЕРЕЧЕНЬ УДОБРЕНИЙ И ПРЕПАРАТОВ, ИСПОЛЗУЕМЫХ В ОПЫТЕ

УДОБРЕНИЕ (ПРЕПАРАТ)	ХИМИЧЕСКАЯ ФОРМУЛА	СОДЕРЖАНИЕ АЗОТА, %	КОНЦЕНТРАЦИЯ РАБОЧЕГО РАСТВОРА, %	ДАТЫ ОБРАБОТОК
Комплексное азотно-фосфорно-калийное, Г	$P_2O_5; K_2O; NH_3$	16,0	1,0	07.07.2015 06.08.2015
Карбамид, Г	$(NH_2)_2CO$	46,2		
Селитра аммиачная, Г	NH_4NO_3	34,4		
Абсолют, КЭ (эталон)	$C_{15}H_{17}Cl_2N_3O_2$ (пропиконазол)	–	0,1	07.07.2015 23.07.2015 06.08.2015

моза на участке после обработок в различных вариантах представлены в табл. 2.

При дополнительной однократной внекорневой подкормке растений сосны наименьшее значение распространенности фомоза наблюдалось в варианте опыта с применением удобрения карбамид, Г (доля пораженных растений – 6,4 %). В конце вегетационного периода распространенность болезни на участках с внекорневым двукратным внесением удобрений не превышала 6,0 %, что примерно в 2 раза ниже аналогичного показателя на контрольных участках. Эти результаты сопоставимы с применением фунгицида абсолют, КЭ (эталона), – 3,2 и 2,1 % соответственно. Степень развития фомоза на участках с примени-

ем удобрений снижалась в 2,3–3,5 раза по сравнению с контролем.

Наиболее выраженный положительный эффект (биологическая эффективность 71,6 %) наблюдался при внекорневой двукратной подкормке растений карбамидом, Г, который имеет наиболее высокую долю содержания азота по сравнению с другими удобрениями.

Исследования показали, что биометрические показатели надземной части растений в поставленных нами вариантах опытов различаются (табл. 3). Средняя высота надземной части растений значительно увеличивалась при обработке растений аммиачной селитрой, Г, и карбамидом, Г, – $60,7 \pm 2,5$ и $65,1 \pm 1,5$ мм соответ-

Таблица 2. Биологическая эффективность обработок сеянцев сосны (ГЛХУ «Светлогорский лесхоз», 2015 г.)

Вариант опыта	Число сеянцев, шт.		Распространённость болезни, %	Степень развития болезни, %	Биологическая эффективность обработок, %
	Всего	из них пораженных и погибших			
Однократная обработка					
Комплексное азотно-фосфорно-калийное, Г	129	13	10,0	20	27,0
Аммиачная селитра, Г	153	11	7,2	15	47,7
Карбамид, Г	140	9	6,4	15	54,4
Абсолют, КЭ (эталон)	154	5	3,2	10	76,6
Двукратная обработка					
Комплексное азотно-фосфорно-калийное, Г	166	10	6,0	15	56,2
Аммиачная селитра, Г	171	8	4,7	10	66,0
Карбамид, Г	205	8	3,9	15	71,6
Абсолют, КЭ (эталон)	144	3	2,1	5	84,8
Контроль (без обработок)	553	76	13,7	35	-

Таблица 3. Влияние удобрений на биометрические показатели надземной части растений сосны при двукратной обработке (ГЛХУ «Светлогорский лесхоз», 2015 г.)

Вариант опыта	Высота надземной части		Масса надземной части		Длина хвои	
	М ± м, мм	t-критерий Стьюдента*	М ± м, мм	t-критерий Стьюдента	М ± м, мм	t-критерий Стьюдента
Комплексное азотно-фосфорно-калийное, Г	52,9±1,4	0,84	0,13±0,01	0,00	25,6±0,6	4,26
Селитра аммиачная, Г	60,7±2,5	3,25	0,16±0,01	2,12	23,5±1,0	2,86
Карбамид, Г	65,1±1,5	6,85	0,17±0,01	2,83	24,8±0,8	3,08
Абсолют, КЭ (эталон)	45,2±2,0	2,51	0,21±0,02	3,58	22,4±0,5	1,22
Контроль (без обработок)	51,3±1,3	–	0,13±0,01	–	21,3±0,7	–

* Количество измерений (n) = 65; доверительный интервал (p) = 95 %; табличное значение t-критерия Стьюдента = 1,997

венно. Длина хвои во всех вариантах опыта была достоверно больше по сравнению с контролем.

Внекорневая обработка растений сосны аммиачной селитрой, Г, и карбамидом, Г, привела к достоверному увеличению массы надземной части растений по сравнению с контролем.

Степень влияния обработок на показатели роста корневой системы сеянцев приведена в табл. 4.

Наибольшая средняя длина корневой системы растений наблюдалась в вариантах с применением комплексного азотно-фосфорно-калийного удобрения, Г, и фунгицида абсолют, КЭ. Однако статистически достоверных различий между этими вариантами опыта не отмечалось. На участках с обработкой фунгицидом зафиксировано значимое увеличение массы корневой системы по сравнению с контролем ($t = 2,00$), что, вероятно, объясняется небольшим стимулирующим эффектом действующего вещества препарата (пропиконазол) на клетки растения на начальных этапах его применения.

Заключение

В результате исследований установлено, что применение дополнительных внекорневых подкормок азотными удобрениями приводит к по-

вышению устойчивости сеянцев сосны к фомозу. Использование удобрений с повышенным содержанием азота (например, карбамида, Г) приводит не только к улучшению биометрических показателей надземных частей растений, но и к значительному снижению распространенности (в 3,5 раза) и развития (2,3–3,5 раза) фомоза при двукратной обработке. Эффективность применения азотных удобрений для профилактики в начальных стадиях развития болезни и возникновения очагов приближается к использованию системных фунгицидов.

Таким образом, в системе профилактики и защиты посадочного материала от фомоза необходимо уделять должное внимание подкормкам сеянцев хвойных пород минеральными удобрениями, в частности, с высоким содержанием аммонийного и нитратного азота, такими, как карбамид, Г, и аммиачная селитра, Г.

Благодарности

Авторы выражают искреннюю благодарность руководству ГЛХУ «Светлогорский лесхоз» и сотрудникам постоянного лесного питомника лесхоза, которые оказали помощь в проведении опытных обработок и сборе материала для настоящей статьи.

Таблица 4. Влияние удобрений на показатели роста корневой системы растений сосны при двукратной подкормке (ГЛХУ «Светлогорский лесхоз», 2015 г.)

ВАРИАНТ ОПЫТА	Длина корневой системы		Масса корневой системы	
	$M \pm m, \text{ мм}$	t-КРИТЕРИЙ СТЬЮДЕНТА*	$M \pm m, \text{ мм}$	t-КРИТЕРИЙ СТЬЮДЕНТА*
Комплексное азотно-фосфорно-калийное, Г	160,0±7,7	1,36	0,04±0,01	0,00
Селитра аммиачная, Г	155,2±7,2	0,88	0,05±0,01	1,00
Карбамид, Г	150,8±12,0	0,26	0,03±0,01	1,00
Абсолют, КЭ (эталон)	165,2±12,9	1,28	0,05±0,01	2,00
Контроль (без обработок)	147,4±4,9	–	0,04±0,001	–

* Количество измерений (n) = 65; доверительный интервал (p) = 95 %; табличное значение t-критерий Стьюдента = 1,997

Список использованной литературы

1. Фомоз посадочного материала в лесных питомниках / В. А. Ярмолович [и др.]. // Лесное и охотничье хозяйство. – № 3. – 2013. – С. 18–24.
2. Davidson, J. A. A new species of *Phoma* causes ascochyta blight symptoms on field peas (*Pisumsativum*) in South Australia / J. A. Davidson // The Mycological Society of America. – 2009. – V. 101. – P. 120–128.
3. James, R. L. Lodgepole pine seedling chlorosis and mortality at the Bessey Nursery, Nebraska / R. L. James // Bio. Eval. R2-79-2. Denver, CO : U.S. Department of Agriculture, Forest Service, State and Private Forestry, Rocky Mountain Region. – 1979. – 10 p.
4. *Phoma* blight of fir and Douglas-fir seedlings in a California nursery / J. T. Kliejunas, J. R. Allison, A. H. McCain, R. S. Jr. Smith // Plant Disease. – V. 69. – 1985. – P. 773–775.
5. Семенкова, И. Г. Фитопатология : учеб. для вузов / И. Г. Семенкова, Э. С. Соколова. – М. : ИЦ «Академия», 2003. – 480 с.
6. Середич, М. О. Влияние макро- и микроэлементов на ростовые процессы *Phoma* sp. *in vitro* / М. О. Середич, В. А. Ярмолович, Н. И. Якимов // Проблемы лесной фитопатологии и микологии : матер. Междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию со дня рожд. Н. И. Федорова ; Минск, 19–24 окт. 2015. – Минск, 2015. – С. 192–194.
7. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь. – Минск : Промкомплекс, 2014. – 627 с.
8. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / под ред. С.Ф. Буга. – Несвиж : Несвижская типогр. им. С. Будного, 2007. – 508 с.
9. Порядок проведения лесопатологического мониторинга лесного фонда : ТКП 252–2010 (02080). – Минск : МЛХ, 2010. – 64 с.
10. Федоров, Н. И. Лесная фитопатология : учеб. для студ. спец. «Лесн. хоз.» / Н. И. Федоров. – Минск : БГТУ, 2004. – 462 с.
11. Якимов, Н. И. Лесные культуры и защитное лесоразведение / Н. И. Якимов, В. К. Гвоздев, А. Н. Праходский. – Минск : БГТУ, 2007. – 311 с.

References

1. Fomoz posadochnogo materiala v lesnyh pitomnikah / V. A. Yarmolovich [i dr.]. // Lesnoe i ohotnich'e hozyajstvo. – № 3. – 2013. – S. 18–24.
2. Davidson, J. A. A new species of *Phoma* causes ascochyta blight symptoms on field peas (*Pisumsativum*) in South Australia / J. A. Davidson // The Mycological Society of America. – 2009. – V. 101. – P. 120–128.
3. James, R. L. Lodgepole pine seedling chlorosis and mortality at the Bessey Nursery, Nebraska / R. L. James // Bio. Eval. R2-79-2. Denver, CO : U.S. Department of Agriculture, Forest Service, State and Private Forestry, Rocky Mountain Region. – 1979. – 10 p.
4. *Phoma* blight of fir and Douglas-fir seedlings in a California nursery / J. T. Kliejunas, J. R. Allison, A. H. McCain, R. S. Jr. Smith // Plant Disease. – V. 69. – 1985. – P. 773–775.
5. Semenkov, I. G. Fitopatologiya : ucheb. dlya vuzov / I. G. Semenkov, Eh. S. Sokolova. – M. : IC «Akademiya», 2003. – 480 s.
6. Seredich, M. O. Vliyanie makro- i mikroelementov na rostovye processy *Phoma* sp. *in vitro* / M. O. Seredich, V. A. Yarmolovich, N. I. Yakimov // Problemy lesnoj fitopatologii i mikologii : mater. Mezhdunar. nauch. konf., posvyash. 90-letiyu so dnya rozhd. N. I. Fedorova ; Minsk, 19–24 okt. 2015. – Minsk, 2015. – S. 192–194.

7. Gosudarstvennyj reestr sredstv zashchity rastenij (pesticidov) i udobrenij, razreshennyh k primeneniyu na territorii Respubliki Belarus'. – Minsk : Promkompleks, 2014. – 627 s.
8. Metodicheskie ukazaniya po registracionnym ispytaniyam fungi-cidov v sel'skom hozyajstve / pod red. S.F. Buga. – Nesvizh : Nesvizhskaya tipogr. im. S. Budnogo, 2007. – 508 s.
9. Poryadok provedeniya lesopatologicheskogo monitoringa lesnogo fonda : TKP 252-2010 (02080). – Minsk : MLH, 2010. – 64 s.
10. Fedorov, N. I. Lesnaya fitopatologiya : ucheb. dlya stud. spec. «Lesn. hoz.» / N. I. Fedorov. – Minsk : BGTU, 2004. – 462 s.
11. Yakimov, N. I. Lesnye kul'tury i zashchitnoe lesorazvedenie / N. I. Yakimov, V. K. Gvozdev, A. N. Prahodskij. – Minsk : BGTU, 2007. – 311 s.

Promotion of Pine Seedling Resistance to Phoma Blight Due to Fertilizer Applications

M. Seredich – Belorussian State Technology University, junior researcher, Forest Protection and Wood Science Department, Minsk, Republic of Belarus, romina_mo@bk.ru

V. Yarmolovich – Belorussian State Technology University, Dean of Forestry Faculty, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Minsk, Republic of Belarus, yarm@belstu.by

N. Yakimov – Belorussian State Technology University, Dean of Forestry Faculty, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of Forest Plantation and Soil Science Department, Minsk, Republic of Belarus

Keywords: stem blight, pine seedlings, fertilizer spray application, resistance promotion.

Planting stock stem blight is a new wide spread disease in Byelorussian forest nurseries. Soil micromycetes of *Phoma* spp. Sacc genus able to evolve in various origin organic and nonorganic substrates are this disease agents.

Development of planting stock prevention and protection issues including promotion of seedling resistance to this disease is specially important due to poor wood plant stem blight study and lack of protection operation package.

The paper presents field trial data on additional fertilizer spray applications of 1 % solutions of carbamide, ammonium nitrate and integrated nitric, phosphorous, potassic fertilizer as well as absolute fungicide in forest nursery seeding section against Scotch pine stem blight.

Studies found that by vegetation end disease occurrence in sections with double fertilizer spray applications was under 6% that is roughly twice lower compared to controls. These findings are compatible to absolute fungicide applications respectively 3,2 u 2,1 %. The most visible positive impact (71,6 % biological efficiency) was found in double carbamide spray applications.

It was found that high nitrogen fertilizer applications result in not only plant surface part biometric indicator improvement but sufficiently cut stem blight occurrence (3,5 times) and its evolution (2,5 times) at double applications.

It was found that nitrogen fertilizer application efficiency for prevention at early disease and outbreak development stages is close to systematic fungicide applications. Special attention should be paid to coniferous seedling spray applications with mineral fertilizers in particular with high ammonium and nitrate nitrogen such as carbamides and ammonium nitrate in planting stock prevention and protection against stem blight.