

УСПЕШНОСТ СУЗБИЈАЊА ПАТОГЕНЕ ГЉИВЕ *Mycosphaerella pini* Rost. and Munk У КУЛТУРАМА ЦРНОГ БОРА НА СУВОБОРУ

ВЕСНА ГОЛУБОВИЋ - ЂУРГУЗ¹
ДРАГАН КАРАЦИЋ¹
ЂУРО ГВОЗДИЋ²
ИВАН МИЛЕНКОВИЋ³
СЛАВИЦА РАДОЈИЧИЋ АНТИЋ²

Извод: У раду су изнети резултати испитивања узрока некрозе и црвенила борових четина на стаблима црног и белог бора у културама подигнутим на подручју којим газдује ШГ Крагујевац у оквиру ЈП за газдовање шумама 'Србијашуме' Београд. Изаоловане су и детерминисане све гљиве које су имале утицаја на пропадање ових стабала. Утврђено је да је патогена врста *Mycosphaerella pini* главни узрочник пропадања стабала и предложене су мере борбе које треба примењивати. Подручја са најугроженијим стаблима третирана су препаратом бенфунгин, а због неприступачности терена на којима се налазе, коришћени су авиони пољопривредне авијације типа АН 2. После авиотретирања извршена је контрола здравственог стања стабала и утврђен је ефекат аплицираног фунгицида.

Кључне речи: црни бор, културе, *Mycosphaerella pini*, сузбијање

SUCCESS OF PATHOGENIC FUNGUS *MYCOSPHAERELLA PINI* Rost. and Munk CONTROL IN AUSTRIAN PINE PLANTATIONS ON SUVOBOR

Abstract: The causes of pine needle necrosis and red band disease were researched in Austrian pine and Scots pine plantations established in the area managed by FE Kragujevac, within SE for **Forest Management** 'Srbijašume' Belgrade. All fungi that caused tree dying were isolated and determined. It was found that the pathogenic fungus *Mycosphaerella pini* was the main agent of tree dying, and the suppression measures were recommended. The areas with the most endangered trees were treated with the preparation benfungin, and because of the inaccessible terrain, the treatment was performed by agricultural aircraft AN 2 planes. After aerial treatment, tree health was controlled and the effect of the applied fungicide was evaluated.

Key words: Austrian pine, plantations, *Mycosphaerella pini*, control

-
- 1 др Весна Голубовић Ђургуз, доцент; др Драган Караџић, ред. проф.; Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд
 - 2 Ђуро Гвоздић, дипл. инж.; Славица Радојичић Антић, дипл.инж.; ЈП за газдовање шумама 'Србијашуме' Београд, ШГ Крагујевац
 - 3 Иван Миленковић, дипл.инж., истраживач- сарадник, Институт за шумарство Београд

1. УВОД

Сушење четинарских култура присутно је на подручју Србије већ више деценија у неједнаком интензитету. Овај процес обухвата многе врсте, али је економски значај највећи на површинама где су подигнуте културе белог и црног бора, јер су ове врсте четинара највише коришћене приликом пошумљавања голети. Према Медаревић, М. *et al.*, 2002, шумске културе и вештачки подигнуте састојине покривају 155.135 ха, што представља 6,6% од укупног шумског фонда Србије. Према истим ауторима, укупна површина свих четинарских култура којима газдује ЈП за газдовање шумама 'Србијашуме' Београд износи 99.050,26 ха, од чега културе црног и белог бора заузимају 62.445,08 ха. Подизање оваквих монокултура на великим површинама представљало је посебан изазов за многе научнике из различитих области јер се постављало питање како ће се ове културе развијати, посебно под дејством различитих неповољних узрока. Крајем двадесетог века на различитим локалитетима масовно сушење четинара попримило је епидемијски карактер што је указало на потребу испитивање узрока ове појаве и утврђивање мера које треба предузети да би се ублажиле последице које могу настати (Караџић, Д., 1987; Караџић, Д., Маринковић, П., 1990).

Циљ овог рада је да укаже на најзначајнију патогену микофлору у културама црног и белог бора приликом сушења ових култура подигнутих на екстремно лошим стаништима на подручју ГЈ 'Сувобор' која се налази у оквиру Шумског газдинства Крагујевац. Ово газдинство се простире на површини од 28.529,57 ха, од чега на вештачки подигнуте састојине отпада 4.702,95 ха. У јесен 1999. године и у пролеће наредне године, на овом подручју запажена је појава некрозе и црвенила четина на стаблима старости 15-40 година, подигнутим на веома неприступачним теренима на површини од око 50 ха. У наредним годинама вршен је мониторинг здравственог стања ових стабала два пута у току вегетације, уз сакупљање узорака за лабораторијска испитивања. У раду су наведене све врсте гљива које су констатоване на стаблима са овог подручја, а детерминисана је врста која је нанела највеће штете. Након утврђивања патогености изоловане врсте предложене су и мере борбе које су у ЈП за газдовање шумама 'Србијашуме' Београд прихваћене и спроведене.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

2.1. Лабораторијска истраживања

Сакупљани су узорци са карактеристичним симптомима болести, са различитих локалитета да би се открио узрок пропадања и сушења стабала. Идентификација присутних сапрофитских и паразитских гљива извршена је коришћењем стандардних фитопатолошких метода: микроскопском анализом плодоносних тела и репродуктивних органа (изглед и величина фруктификација, спороносних органа, органа за репродукцију и сл.), или изолацијом из биљних делова (четина, коре, корена) за гљиве које нису

образовале фруктификације у природи. Њихова детерминација је урађена на основу изгледа, брзине и начина пораста мицелије, образовања плодоносних тела у култури, спорулисања, изгледа хифа и сл.

За изолацију гљива најчешће је коришћен метод према Agrios, G. N., 1997, по коме се најпре површински стерилишу узорци /Na хипохлорит са садржајем од 1,5% активног хлора/ у трајању од 5 минута, а затим се изолација и реизолација култура гљива врши на вештачким хранљивим подлогама где се утврђује њихов морфолошки изглед, могућност плодоношења на вештачким хранљивим подлогама, утврђивање величине плодоносних тела и репродуктивних органа. За изолацију и добијање чистих култура гљива коришћене су хранљиве подлоге PDA (кромпир декстроза агар-кромпир 4 gr/l, декстроза 20 gr/l, агар 15 gr/l) и MEA (малц-екстракт агар, хранљива подлога која садржи 20 gr малц-екстракта (Sigma-Aldrich, USA) и 20 gr агара (Торлак, Београд). Припремљене хранљиве подлоге су разливане у петри посуде и засејане фрагментима након њихове стерилизације, а затим су постављене у термостат, у условима мрака, на температуру $20 \pm 1^\circ\text{C}$, где је већина гљива започела свој развој након 4-5 дана.

За детерминацију гљива коришћени су кључеви према Sutton, B. C., 1980; Carmichael, J. W. et al., 1980; Dennis, R. V. G., 1978; Arx, A., 1974; Kuprevich, V. F., Tranchel, V. G., 1970.

2.2 Теренска истраживања

Мониторинг здравственог стања култура на терену вршен је праћењем промена величине површина на којима су евидентиране појаве промене боје и сушења стабала. Пошто су резултати лабораторијске анализе потврдили присуство патогене гљиве *Mycosphaerella pini*, а констатовано је и нагло повећање површина захваћених сушењем, направљен је план за њихово третирање. Због неприступачног терена извршено је авиотретирање угрожених површина.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

3.1. Резултати лабораторијских истраживања

Лабораторијском анализом констатовано је присуство великог броја гљива на стаблима где су уочени симптоми промене боје и сушења. Преглед свих изолованих гљива и њихов значај на процес сушења изнети су у табели 1.

Најзначајнија гљива која је изолована са стабала на испитиваним локалитетима и која је проузроковала највише штета је *Mycosphaerella pini* (Syn. *Scirrhia pini* Funk et Parker). На основу теренских података утврђене су површине под нападом овог изазивача болести (слика 1) и извршена је процена интензитета напада на подручју ГЈ 'Суворобор' (табела 2).

Б



Слика 1. Црни бор јако заражен са гљивом *Mycosphaerella pini* на Сувобору
Figure 1. Austrian pine – severely infected by *Mycosphaerella pini* on Suvobor

Табела 1. Изолована паразитска микофлора
Table 1. Isolated parasitic mycoflora

Редни број	Врста гљиве	Значај гљивичног организма
1.	<i>Alternaria alternata</i>	Није изолована са свих локалитета, само на појединачним
2.	<i>Epicoccum purpurescens</i>	Често се јавља, има слабо изражена патогена својства
3.	<i>Lophodermium pinastri</i>	На двогодишњим четинама и четинама у стељи
4.	<i>Lophodermium seditiosum</i>	На четинама старијим од 16 месеци, најчешће се јавља после напада гљиве <i>M. pini</i>
5.	<i>Mycosphaerella pini</i> (N.f. <i>Dothistroma septospora</i>)	Изазива проблеме у пракси приликом подизања и одржавања култура. Након вишегодишњих инфекција настаје сушење стабала
6.	<i>Naemacyclus niveus</i>	Често се јавља на двогодишњим четинама црног бора
7.	<i>Sphaeropsis sapinea</i>	Изазива проблеме у пракси приликом подизања и одржавања култура.

Табела 2. Преглед заражених површина и интензитета напада паразитне гљиве *M. pini* у културама црног бора на Суворору
Table 2. Survey of infected areas and the intensity of *M. pini* infestation in Austrian pine plantations on Suvobor

Угрожена одељења	Нападнута површина (ha)	Интензитет напада (% заражених четина)
24a, б, ф,	13,23	<30
25a	10,22	>50
26a,б	33,64	>50
27a,ц	52,90	>50
74б	15,36	>50
80б	7,55	>50
81б,ц	22,01	>50
82a,д	37,37	>50
85a	4,70	>50
106a,б	29,35	>50
107a,б,ц	14,15	>50
108ц	2,18	>50
110б	6,00	>50
111б	8,80	>50
113ц,е,ф,г	5,52	>50
114ц	16,20	>50
116ф	2,16	>50
123б	2,06	>50
124д	0,96	>50
125a,б	26,55	>50

Mycosphaerella pini је једна од најраспрострањенијих и најопаснијих патогена у културама *Pinus* врста. Ова гљива изазива црвену прстенасту пегавост четина и много је познатија по свом несавршеном стадијуму *Dothistroma pini* Hulbary (= *Dothistroma septospora* (Dorog.) Morelet). Конидијски стадијум припада паразитској фази и у природи је много чешћи и распрострањенији и има много већи значај за сам процес инфекције, док перитецијски стадијум припада сапрофитској фази у развоју гљиве. Према Караџић, Д., 2004, у Србији се јављају оба стадијума у развоју гљиве, тј. „телеоморф” (*Mycosphaerella pini*) и „анаморф” (*Dothistroma septospora*). Аскостроме се углавном образују када су четине потпуно некротиране и то најчешће на двогодишњим и трогодишњим четинама.

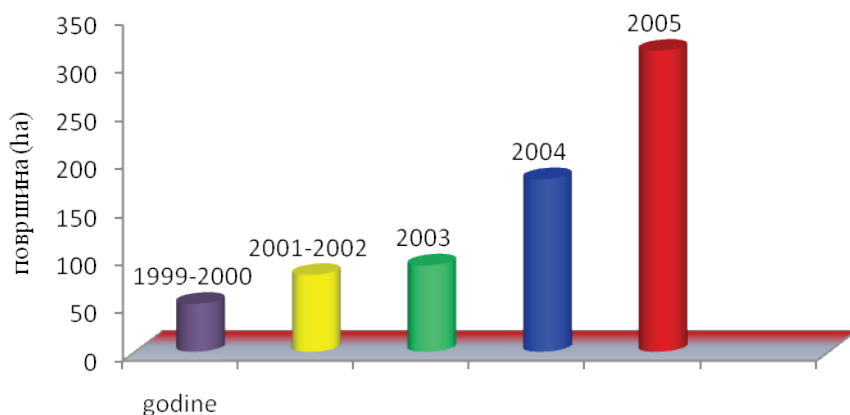
Ова гљива представља проблем у културама црног бора у старости 5-25 година. Симптоми обољења појављују се крајем септембра и у октобру, али најјасније су изражени током новембра и децембра. У почетку, горња половина четина постаје светлозелена, потом жута и на крају светлосмеђа, док базални део не мења боју. На месту инфекције, најчешће у вршном делу, јављају се затворенозелене пеге. После појаве ових флека, у њиховој средини, појављују се бледоцрвенкасте, а касније цигластоцрвене пеге, изражене са

обе стране четине. У фебруару следеће године четина је некротирана и у средини прстенастих пега почињу да се јављају плодносна тела која постепеним разарањем епидермиса избијају на површину. У повољним условима крајем фебруара могу се констатовати физиолошки зреле конидије, а њихово ослобађање почиње почетком априла. Када су четине потпуно некротирани образују се аскостроме. Плодносна тела се у стромама формирају и на лицу и на наличју четина и увек су у оквиру црвених пега. Конидијске строме су црне, у почетку испод епидермиса, а затим са разарањем епидермиса избијају на површину и на горњој страни задржавају део разореног епидермиса. Строма је састављена од мркоцрних склеротичних ћелија и на горњој страни се формирају ацервуле без издиференцираног спољног зида. На доњем зиду ацервула, са унутрашње стране, формирају се конидије које су безбојне, кончасте и вишећелијске, праве или мало савијене, на крајевима заобљене, величине $15-44 \times 1,8-3 \mu\text{m}$. Конидије се ослобађају за време кишних дана од марта до новембра.



Слика 2. Типични симптоми обољења на четинама црног бора
Figure 2. Typical symptoms of *Dothistroma* blight on Austrian pine needles

Аскостроме се образују у оквиру црвених прстенастих пега, али су оне блеђе у односу на оне где се формира конидијски стадијум. Аскостроме су црне и садрже 2-8 лоптастих перитеција. Аскуси су цилиндрични или батиности, двозидни са заобљеним врховима и 8 аскоспора у два реда. Аскоспоре су безбојне, двоћелијске, вретенасте, мало сужене у делу где је септа и садрже по две уљане капљице, величине $9-17 \times 2,4-3,6 \mu\text{m}$. Између аскуса су псеудопарафизе које се састоје од ланаца полулоптастих безбојних ћелија.



Графикон 1. Површине захваћене процесом сушења
Diagram 1. Areas affected by the drying process

Прво авиотретирање извршено је 09.05.2006. године. Третирано је 111 ха борових култура старости 25 година, где је констатован најјачи напад патогена. При сваком налету авиона обухваћена је површина од 37 ха, а употребљено је 11,5 kg препарата раствореног у 1200 литара воде. После првог авиотретирања узоркован је материјал за лабораторијску анализу како би се утврдило време сазревања плодноносних тела и репродуктивних органа и одредио термин за друго третирање. На основу резултата одређено је да то буде 06.06. 2006. године.



Слика 3. Авиотретман култура црног бора на Сувобору авионом AN 2
Figure 3. Aerial treatment of Austrian pine plantations on Suvobor using plane AN 2

У току 2007. године извршено је ново авиотретирање хватањем површине од 180 ха. Ово третирање је обављено 14.05. и 15.06. 2007. године (слика 3.). Контрола успешности третирања извршена је крајем 2007. године,

када су прегледана стабла на третираним површинама. Констатовано је да се уочава заустављање ширења болести, да се стабла опорављају, али да би се постигао дугорочни потпуни ефекат предложено је настављање са третирањем у наредном периоду. Направљен је предлог за примену мера у току наредних година, у склопу којег је, у циљу постизања потребног нивоа заштите, препоручена примена третирања и у току 2008. године, евентуално и у току 2009. године.



Слика 4. Изглед култура после две године заштите
Figure 4. Plantations after two-year treatment

4. ДИСКУСИЈА

Изоловане врста гљива (*Alternaria alternata*, *Epicoccum purpurescens*, *Lophodermium* spp., *Mycosphaerella pini*, *Naemasclerous niveus* и *Sphaeropsis sapinea*) са узорака сакупљених са стабала захваћених процесом сушења су у складу са резултатима постигнутим у претходном периоду. Дугогодишњим проучавањем патогене микофлоре *Pinus* врста Караџић, Д., 1987/а, 2004, Миљашевић, Т., 2000, наводе да гљива *Mycosphaerella pini*, поред врста *Sphaeropsis sapinea*, *Cenangium feruginosum* и *Gremmeniella abietina* представља практичан проблем у подизању и одржавању култура црног бора, и да при вишегодишњим инфекцијама може проузроковати сушење стабала. *Mycosphaerella pini* се јавља на великом броју *Pinus* врста, али је констатована и на *Larix decidua*, *Pseudotsuga menziesii*, *Picea abies*, *P. omorika*, *P. sitchensis* (Михајловић, Љ. et al., 2003; Лазарев, В., 2005. Ова гљива је широко распрострањена у свету и забележена је на свим континентима осим на Антарктику. У Србији је први пут констатован несавршени стадијум у развоју гљиве 1955. године, а савршени стадијум у развоју гљиве, 1979. године, на Делиблатском песку и Јужном Кучају. Касније је евидентирано њено прису-

ство у скоро свим културама црног бора које су подигнуте до 1000 m надморске висине. Констатована је на подручју ШГ Лозница, ШГ Ивањица, ШГ Кучево, ШГ Пријепоље, ШГ Ужице (Голубовић - Ђургуз, В., Радуловић, З., 2011).

Латентна жаришта стално постоје, али је неопходно спровођење превентивних мера борбе. У знатној мери елиминишу се повољни услови за инфекције применом благовремених прореда и чишћења доњих грана, што обезбеђује повољан режим светлости и добру аерацију. Ова мера мора бити примењена на одговарајући начин јер се у пракси потврдило да сузбијање ове гљиве неадекватним уклањањем заражених грана и проређивањем култура може изазвати супротни ефекат.

У случају заразе јаког интензитета препоручује се примена фунгицида. Најбољи резултати постижу се применом комбиновања мера неге уз апликацију фунгицида. Према истраживањима Караџић, Д., 1987/6, културе старости од 5. до 20 (25). године треба третирати сваке три-четири године, почетком маја и почетком јуна месеца. Конидије се ослобађају од почетка априла до краја октобра, аскоспоре од априла до краја августа, али је критични период за инфекције од почетка маја до краја јуна и тада треба аплицирати фунгициде. Највећу ефикасност испојили су бакарни фунгициди који се и најдуже задржавају на четинама, смањујући број третмана а самим тим и трошкове заштите. Добру ефикасност је показао и Беномил (Benlate), док је незадовољавајућа заштита добијена коришћењем Цинеба С-65 и Каптана WP 50.

5. ЗАКЉУЧЦИ

Са стабала захваћених процесом сушења изоловано је више врста гљива - *Alternaria alternata*, *Epiccocum purpurescens*, *Lophodermium seditiosum*, *Lophodermium pinastri*, *Mycosphaerella pini*, *Naemasclerolus niveus* и *Sphaeropsis sapinea*.

Најзначајнија гљива која је изолована са стабала на испитиваним локалитетима и која је проузроковала највише штета је *Mycosphaerella pini* (познатија по својој несавршеној форми *Dothistroma septospora*).

У културама црног бора на Сувобору први изражени симптоми сушења су забележени крајем 1999. године и почетком 2000. године. У току 2005. године нагло је повећан број стабала са симптомима сушења.

Третирање најугроженијих подручја на Сувобору обављено је у току 2006. и 2007. г. препаратом Бенфунгин. Контрола третираних површина потврдила је успешност примењеног препарата јер се зауставио даљи напредак болести. Да би акција дала добре резултате неопходно је било извршити третирање и наредне две године (2008. и 2009. године). Међутим, из непознатог разлога акција је заустављена па самим тим и резултати контроле су, дугорочно, дали лошије резултате.

Напомена: Овај рад је реализован у оквиру пројекта: ТР 37008 и ТР 31070 (Финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије).

ЛИТЕРАТУРА

- Agrios, G. N. (1997): Plant pathology, Academic Press, San Diego, USA
- Arx, J. A. (1974): The Genera of Fungi Sporulating in Pure Culture. J. Cramer, FL-9490 Vaduz (315p.)
- Carmichael, J. W., Kendrick W. B., Connors, I. L., Sigler, L. (1980): Genera of *Hyphomycetes*. The University of Alberta Press.
- Dennis, R. V.G. (1978): British *Ascomycetes*. J. Cramer, Vaduz
- Голубовић-Бургуз, В., Радловић, З. (2011): Здравствене карактеристике шума и ста ништа за пошумљавање - in: Томић, З., Ракоњац, Љ., Исајев, В. (2011): Избор врста за по шумљавање и мелиорације у централној Србији, Институт за шумарство, Београд, pp.228
- Караџић, Д. (1987/а): Утицај патогене микофлоре на пропадање и сушење стабала у культу рама *Pinus* врста. Шумарство бр.5., стр. 89-106.
- К а р а џ и ћ, Д. (1987/б): Ефикасност неких фунгицида у сузбијању гљиве *Dothistroma pini* Hulbary у културама црног бора. Заштита биља 179, Вол.38 (1), стр. 15-31.
- Караџић, Д., Маринковић, П. (1990): Улога патогених организама у процесу сушења че тинарских култура у Србији. Шумарство, 2-3, стр. 39-46, Београд.
- Караџић, Д. (2004): Распрострањење, домаћини, епидемиологија, значај и сузбијање гљиве *Mycosphaerella pini* E. Rostrup apud Munk у Србији. Гласник шумарског факултета, стр.7-35, Београд.
- Kuprevich, V. F., Transhel, V. G. (1970): Rust Fungi. Akademija nauka SSSR, Botanički institut I. M.V. A. Komarova, Jerusalem
- Лазарев, В. (2004): Варијабилност *Lophodermium* врста на боровима. Гласник Шумарског факултета, стр. 9-41, Београд.
- Лазарев, В. (2005): Шумска фитопатологија. Универзитетски уџбеник. Арт Принт Бања Лу ка. 1-595
- Медаревић, М., Алексић, П., Милић, С., Скленар, К. (2002): Стање четинарских кул тура и вештачки подигнутих састојина четинара којима газдује ЈП 'Србијашуме', Проре де у културама бора (посебно издање) ЈП »Србијашуме«, Београд, стр. 17-23.
- Михајловић, Љ., Караџић, Д., Лазарев, В., Станивуковић, З. (2003): Штеточине и болести у културама црног и бијелог бора на подручју Републике Српске. Екосилва, стр. 55-73, Бања Лука.
- Милијашевић, Т. (2000): Патогеност и могућност сузбијања гљиве *Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton- узрочника пропадања *Pinus* врста у Југославији. Шумарство 4-5, стр.73-85, Бе оград.
- Sutton, B. C. (1980): The Coleomycetes. Fungi Imperfecti with Pycnidia Acervuli and Stromata. CAB- Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England (696p.)

SUCCESS OF PATHOGENIC FUNGUS *MYCOSPHAERELLA PINI* Rost. and Munk
CONTROL IN AUSTRIAN PINE PLANTATIONS ON SUVOBOR

Vesna Golubović Ćurguz
Dragan Karadžić
Đuro Gvozdić
Ivan Milenković
Slavica Radojičić Antić

Summary

The study of the most important diseases and the potentials of their control in Austrian pine and Scots pine plantations are very significant, because these coniferous species are most frequently utilised in bare land afforestation. By the end of 1999 and the beginning of 2000, needle necrosis and red band needle blight were recorded on all Austrian pine and Scots pine trees in the area of MU Suvobor, within the Forest Estate Kragujevac. This incidence was recorded in the plantations aged 15-40 years, established on highly inaccessible terrains on the area of about 50 ha. Tree health was monitored during several years and the following fungus species were isolated: *Alternaria alternata*, *Epicoccum purpurescens*, *Lophodermium seditiosum*, *Lophodermium pinastri*, *Mycosphaerella pini*, *Naemacyclus niveus* and *Sphaeropsis sapinea*. The plan of suppression was adopted because the results of the laboratory analysis confirmed the presence of the pathogenic fungus *Mycosphaerella pini* (better known by its anamorphic stage *Dothistroma septospora*), and due to rapid increase in the infested area in 2005. In 2006 and 2007, because of the inaccessible terrain, the endangered areas were aerially treated by the preparation Benfungin (Galenika, Phytopharmacy Zemun) in the group of carbendazimes.

The treatment efficacy was controlled by the end of 2007 and it confirmed the success of the applied fungicide, because the further progress of the disease was stopped. It was recommended to repeat the treatment in the following two years (2008 and 2009), to ensure the effect of successful treatment. However, due to unknown reasons, the action was stopped, and consequently the long-term control results were lower.