

文章编号: #"""" \$((# (! "#\$) "&+' '&' +' +'\$

青花菜转录因子基因 *BoNAC#* 的克隆与表达分析

蒋明[#] 张慧娟[#] 张志仙[!] 陈珍[#] 管铭[#] 刘洁[#] 陈孝赏[!]

([#]台州学院生命科学学院, 浙江 椒江 %#\$"""; [!]台州市农业科学研究院, 浙江 临海 %#\$""")

摘要: 为明确青花菜 Q. B 转录因子基因的序列特征和表达特点, 本研究以青花菜为试验材料, 在克隆 *BoNAC#* 转录因子基因的基础上, 采用 h[+i ZBh 研究该基因的表达, 以明确其在核盘菌和根肿菌侵染下的表达模式。结果表明, *BoNAC#* 含 1 个内含子, 长度分别为 # \$%! bY 和 ' *'' bY, 编码区全长为 # ""(bY, 编码 %&& 个氨基酸, 含 # 个 Q. M 结构域; 系统发育树分析结果表明, -<Q. B# 与来自芸薹属的 Q. B 亲缘关系最近, 并与其他十字花科 Q. B 聚为一组, 而与豆科 \$蔷薇科 Q. B 的亲缘关系相对较远, 在系统发育树上处于不同的分支。基因表达分析结果表明, *BoNAC#* 的表达受核盘菌的诱导, 在 #! V 和 !& V 时的表达量最高, 分别为对照的 'F!\$ 倍和 *F ""% 倍; *BoNAC#* 的表达还受根肿菌的诱导, #(S 和 !" S 时的表达量最高, 分别为对照的 &F!% 倍和 &F ## 倍, 表明该基因可能参与核盘菌和根肿菌的应答反应。本试验对青花菜 *BoNAC#* 基因的克隆与表达分析, 为 *BoNAC#* 基因的功能鉴定和生产应用奠定了理论基础。

关键词: Q. B; 青花菜; 表达; 核盘菌; 根肿菌

GHI: #''F ##\$', J8: 3??6: #"" \$((# (! "#\$) "&+' '&' +' +'\$

青花菜 (*Brassica oleracea* '2N: *italica*) 为十字花科 (BNK;3\@l2@) 芸薹属一\$二年生草本植物, 又名西兰花\$绿花菜\$意大利花菜和木立花椰菜等^[#]。青花菜以绿色花球为主要食用部位,

收稿日期: !"#*+' #' 接受日期: !"#*+' #,

基金项目: 台州市科技计划项目(#'!6E#&) 浙江省公益性技术应用研究计划项目(!"#' B%!', #)

作者简介: 蒋明, 男, 副教授, 主要从事植物发育生物学及其分子调控研究。O+1 234: 832671367#, *%9 #%, : ; < 1

* 通讯作者: 同第一作者#

组分,在生物胁迫反应中起着重要作用^[1]。目前, Q. B 在青花菜中的研究尚未见相关报道,本研究在青花菜中克隆 # 个 Q. B 基因,利用 h[+i ZBh 开展表达研究,旨在明确其在核盘菌和根肿菌侵染下的表达模式,为该基因的功能鉴定与生产应用奠定基础#

! 材料与amp;方法

!"! 试验材料

青花菜材料 -<"##! 由台州学院生命科学院分子生物学实验室栽植,两叶一心期时用于病原菌的接种;核盘菌采自浙江临海上盘青花菜基地,收集病株上的菌核,置于取样袋备用;根肿菌采自温岭青花菜基地,将根部肿块置于取样袋带回实验室# 苗期采集健康叶片,置于 C\$"I 冰箱备用;核盘菌菌核带回实验室后,用大量的无菌水冲洗表面,在超净工作台上将菌核切成小块,接种到马铃薯葡萄糖琼脂培养基(Y<A2A< S@_Mk?@ 272N, ZG.) 上,置于 !!! 的培养箱中培养,待菌丝长满整个培养基表面时,用直径为 (11 的无菌打孔器在菌落边缘切取琼脂块,接种至叶片正面(两叶一心期),对照采用同样大小的 ZG. 培养基# 采集处理 "\$ \$#! \$&\$%' 和 *! V 时的叶片,置于 C\$"I 冰箱备用# 青花菜带菌肿块用研棒研碎,用多层无菌纱布过滤,用无菌水稀释成 % k #""\$; \K%61W^C# 的菌液,接种参照张小丽等^[1]的方法,对照用等量的无菌水,接种后 "\$ \$#! \$&\$%' 和 !(S 时采集病根,用于 hQ. 的提取#

从 QB-I 下载 -<Q. B# 的同源序列,包括白菜 (*Brassica rapa*) (登录号: PZd""", #!, (&\$f #) ! 甘蓝型油菜 (*Brassica napus*) (BG^%(#, *f #) ! 亚麻荠 (*Camelina sativa*) (PZd"#"&%"&f #) ! 荠菜 (*Capsella rubella*) (PZ d"""!&\$"#f #) ! 天蓝遏蓝菜 (*Noccaea caerulescens*) (e. X!'&*f #) ! 拟南芥 (*Arabidopsis thaliana*) (QZ d ('*#f #) ! 琴叶拟南芥 (*Arabidopsis lyrata* ?Kb?Y: *lyrata*) (PZ d""!"\$' *&(f #) ! 梅 (*Prunus mume*) (PZ d ""\$!%'!f #) ! 桃 (*Prunus persica*) (PZ d ""*"! "#\$', f #) ! 野草莓 (*Fragaria vesca* ?Kb?Y: *vesca*) (PZ d ""&!\$, , ((f #) ! 赤豆 (*Vigna angularis*) (PZ d "#*&%, %!f #) 和野大豆 (*Glycine soja*) (RgQ&\$, !"f #) " !"# QRJ \$SRJ 提取和 1QRJ 的合成

青花菜叶片 GQ. 的提取采用试剂盒法,新型植物基因组 GQ. 快速提取试剂盒购自北京鼎国昌盛生物技术有限责任公司,操作步骤参照试剂说明书;分别以

核盘菌侵染 "\$ \$#! \$&\$%' 和 *! V 的叶片及根肿菌侵染 "\$ \$#! \$&\$%' 和 !(S 时的根为材料,利用 [hl><4 法提取 hQ. ; ;GQ. 第一链的合成试剂盒购自日本 [2R2h2 公司,操作步骤参照说明书#

!"\$, *-. /! 基因克隆

用于基因克隆的上\$下游引物分别为 -<Q. B#XZ#: (0+. [DDD[[[D. . . D. [. [BDD. [BB #0 和 -<Q. B#GQ#: (0+[B. B[DD. . . DBD. DD. D. [[B #0# ZBh 在 /#" "" 梯度 ZBh 仪(-3<+h2S 美国) 上进行,分别加入 ! μW # " k ZBh -K\@N\$F & X 的 *Taq* GQ. 酶 (北京鼎国昌盛生物技术有限责任公司) ! "f & μW # " 11<P@W^C# 的

建树方法为邻接法(Q@37Vb<N+e<36367) ,重复检测的次
数设置为# ""##

结果与分析

#"! , *-. /! 的克隆与序列分析

分别以基因组 GQ. 和 ;GQ. 为模板进行 ZBh 扩
增 经电泳回收\$连接转化和测序 ,获得相应的核苷

酸序列# 测序结果表明 ,BoNAC# 的基因组 GQ. 序列
全长为% (%* bY ,具有! 个内含子 ,长度分别为# \$%!
bY 和 ' *" bY % 个外显子的长度分别为!##\$' ' 和
(((\$ bY(图#) " BoNAC# 的编码区全长为# ""(bY 编
码%%&& 个氨基酸 经 ZN<AZ2N21 在线工具预测 ,-<Q. B#
的分子量为%,F% fG2 ,等电点为(F "' ;经 /M. h[在线
工具预测 ,发现在蛋白质的##) #(# 位氨基酸具一个
Q. M 结构域(图!) "



注: 方块表示外显子; 线条表示内含子#
Q<A@: -4<; F? 36S3; 2A@ @_<6?: W36@? 36S3; 2A@ 36M<6?:

图! , *-. /! 基因的结构
; 4<=! | .6. 72591295. (0 , *-. /!

```
1 ATGGGTTTGAAGATATCGGATCCAGATTGCCACCGGGGTTTCGGTTTCATCCAAGCGATGAAGAGTTGGTTTGTCACTATCTTTGCAA
1 M G L K D I G S R L P P G F R F H P S D E E L V C H Y L C K
91 AAGATAAGGGCCAAATACGACCAAGCCGATGTTGAGGATGATGACACTGATGAAGCCTTGAATGGTGC TACTGATCTTGTGGAGATTGAC
31 K I R A K Y D Q G D V E D D D T D E A L N G A T D L V E I D
181 TTGCATATTTGTGAGCCGTGGCAGCTTCTCTGATGTGGCAAAGCTGAATGCAAAAGAATGTTATTTCTTCAGTTTCCGCGATAGAAAATAT
61 L H I C E P W Q L P D V A K L N A K E W Y F F S F R D R K Y
271 GCGACTGGATATCGTACAAATAGAGCGACAATAAGCGGATACTGGAAAGCAACAGGTAAGATCGGACGGTGAATGATCCACGACCAAGC
91 A T G Y R T N R A T I S G Y W K A T G K D R T V M D P R T S
361 CAATTGGTAGGGATGAGGAAGACACTGGTCTTCTACAGAAACAGAGCACCAAAATGGGATCAAACACTTGGATCATGCACGAGTCCGT
121 Q L V G M R K T L V F Y R N R A P N G I K T T W I M H E F R
51 CTTGAGTCTCCTAACATGCCACCTAAGGAAGACTGGGTTTGTGCAGAGTGTTCACAAAGGCAGAGACTCAACACTACGAGACAATAAC
181 E C P N M P P K E D W V L C R V F N K G R D S T L R D N N
271 AATGAACATCAGACGCAAGATTGAAGTTAATGACGCTCCGGATCTTAATACAAATATTCAGTCGCAGCCTCTACTATCATCCCTCCT
361 N E H Q T Q R F E V N D A P D L N Y N I Q S Q P L L S S P P
451 YGACACCATCGACCCCTCCACACCATCATGATCAGCGGGAGCAGCTAATGAAGCAGCCTTCAAGGAGCACCACCATCCCTATCATCAC
541 E T T D P P H H H D Q R E Q L M K Q P S R S T D H P Y H H
631 AATTCGCAAAACCGTAGCATGTGGTGGGAGCAGATGATGTTGGTTCGATGTCGTCATCGTCAAGCCATGGCCCTGATCAGCAG
721 N Q C Q T V A C G W E Q M M I G S M S S S S S H G P D H E
811 TCGCTTACGCCGACAACAACAGTGTCAACATCACTGATGATAATTATGGACATAACTATGGGAAGATATTGCTG
901 L L Y A D N N N S V N I T D D N Y G H N Y G K I L L
991 TCGAGTTTGGATCATGACAAGACGTTGATGGCGTCATCATCCGATGGTGGTATGGTCTCTGATCTTCACATGGAATG
301 S S D I T S L D H D K T C M A S S S D G G M V S D L H M E C
991 GGTGGCTTGGATTCGAGACCGAGAATCTCCTCGCTTTCAGTGA
331 G G L S F E T E N L L A F Q *
```

注: 阴影部分为 Q. M 结构域#
Q<A@: [V@ Q. M S<1236 3? V37V437V@S 36 ?V2S@:

图# 青花菜 , *-. /! 的编码区及推导的氨基酸序列

; 4<=# ' (346< 7.D9.61. +63 3.391.3 +L46(+143 7.D9.61. (0 , *-. /! 05(L , 5(11(-4

系统发育分析

从 QB-I 数据库中下载了 -<Q. B# 的同源序列 物
种包括白菜\$甘蓝型油菜\$亚麻荠\$荠菜\$天蓝遏蓝菜\$以
南芥\$琴叶拟南芥\$梅\$桃\$野草莓\$赤豆和野大豆等# 利
用 B4K?A24 P 对齐 Q. B 序列 ,由图% 可知 ,-<Q. B# 与甘
蓝型油菜的相似性最高 ,达 , \$O , 仅有少量氨基酸存在
差异 其中 在 U% , 位始甘蓝型油菜的 Q. B 有# " 个残
基的缺失; 与白菜的相似性次之 ,为 , *O# -<Q. B# 与

野大豆和赤豆的相似性最低 ,分别为 *' O 和 *(O , 序列
上存在大量的插入/缺失现象 如自 U%(位起! 种豆科
植物的 Q. B 均有#! 个氨基酸残基的缺失# 利用
MOD. 软件计算遗传距离和生成系统发育树 ,结果表
明 #% 种植物的平均遗传距离为 "F%" , -<Q. B# 与甘
蓝型油菜和白菜 Q. B 的遗传距离最小 ,均为 "F%" ,
与野草莓的遗传距离最大 ,为 "F (\$" ,与梅的遗传距离
次之 ,为 "F ((##%# 种植物的 Q. B 在系统发育树上聚



图 \$ E(RJ' !) 及其同源序列的比较

; 4<= \$ ' (L@+547(67 0 E(RJ' ! +63 427 8(L(-<(97 7.D9.61.7

为 % 组 ,支持率均达到 #""O # I 组均来自十字花科植物 ,II 组为豆科(W@7K136<?2@) 植物 ,III 组为梅桃和草莓 ,它们均为蔷薇科(h<?2;@2@) 植物 ,III 组中 ,同属的梅和桃聚于同一分支(图 &) "

#" \$, *-. /! 的表达分析
以核盘菌侵染 " \$ \$! \$! & \$%' 和 *! V 的叶片 ;GO. 为材料 ,进行 h[+i ZBh 检测 结果表明 ,*BoNAC#* 的表达受核盘菌的诱导# 与 BR 相比 ;) *! V 的表达

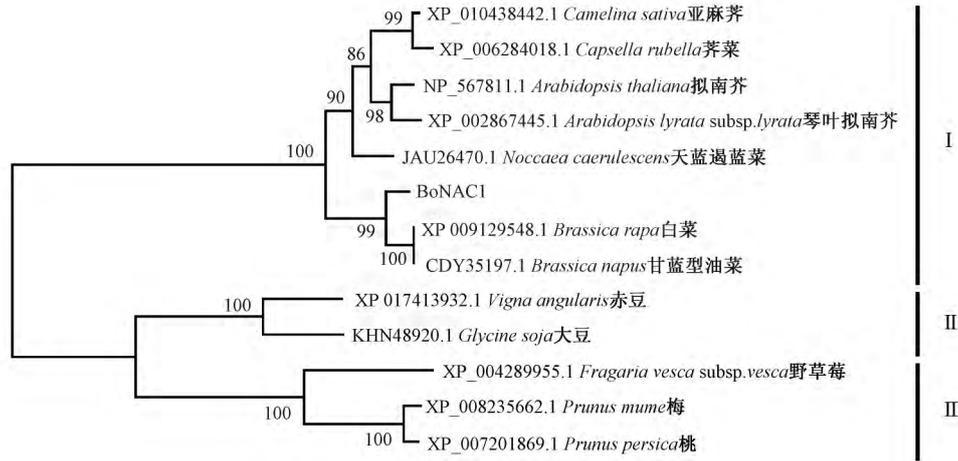
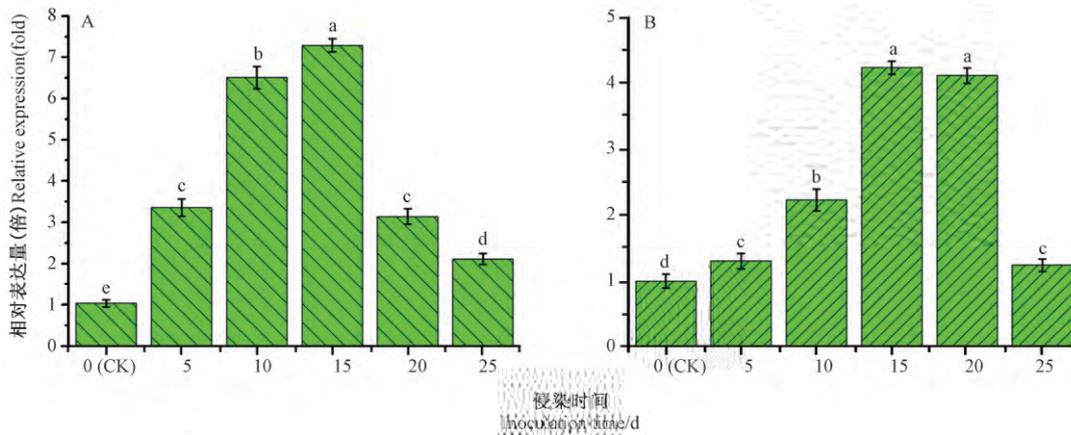


图 C 用邻接法构建的 E(RJ) 及其同源序列的系统发生树

; 4<=C U8>-(<.6.241 25.. (0 E(RJ) +63 427 8(L-<(<97 7.D9.61.7 , > 9746< R.4<8, (5A/4646< L.28(3

差异均达到显著水平,表达量为 BR 的 1.5 倍,表达量呈先升高后降低的趋势,在 15 和 20 天时的表达量最大,分别为 BR 的 1.5 倍和 1.2 倍,在 25 天时则降至 BR 的 0.8 倍(图 4)。以根肿菌侵染 " 为材料,进行 RT-PCR 和 RFLP 分析,结果

检测结果表明,BoNAC1 的表达受根肿菌的诱导,表达量也呈先升高后降低的趋势,在 15 天的表达量为 BR 的 1.5 倍,其中在 15 天时的表达量最高,分别为 BR 的 1.5 倍和 1.2 倍,在 25 天时的表达量降至 BR 的 0.8 倍(图 4)。



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Q4: G3\ell@6A 4<5ell; 2?@ 4ell? 1@26 ?37633; 26A S3\ell@6; @ 2A "f" (4e@4:

图 T 核盘菌 (J) 和根肿菌 (E) 侵染下, BoNAC1 在叶片中的表达量

; 4<=T /B@5.774(6 (0, *-./! 46 -.+: .7 46(19+24(63, > 0)+1%*2(#(& 3)+1%*2(*%\$ 4 (J) +63 5+&34*6(*78*%& ' %&33)&1 (E)

讨论

Q. B 在高等植物中以家族形式存在,成员数量众多,是最大的植物特异转录因子之一,它们结构多样,功能各异,在植物生长发育、生物胁迫和非生物胁迫中起着重要作用。柳枝稷 (Panicum virgatum) 中有 1 个 Q. B 成员,可分为 2 组;大豆 (Glycine max)

中有 3 个 Q. B 成员,在系统发育树上聚为 1 组;硬粒小麦 (Triticum turgidum 'durum) 中有 4 个 Q. B 成员,而拟南芥、水稻 (Oryza sativa)、葡萄 (Vitis vinifera) 与大麦 (Hordeum vulgare) 中各有 1 个 Q. B 成员,它们在进化树上可分为 2 组。芸薹属植物中也有 Q. B 鉴定的报道,267 等从甘蓝型油菜中鉴定出 1 个 Q. B,并鉴定出 1 个新成员 BnaNAC1 和 BnaNAC2。

但是,青花菜中有关 Q. B 的研究尚未见报道,本研究从青花菜中克隆到 # 个 Q. B 基因,该基因编码 %&& 个氨基酸# 大多数 Q. B 基因都含有 %

[#%] 章燕如,俞可可,龚秀,周秀倩,祝琦,许鑫,朱欣,吕奕,蒋晓颖,蒋明: 青花菜 *BoBURP#* 基因的克隆与表达分析 [e]: 福建农业学报, !"#', %#(,): , % C, % \$

[#&] -KNS<6 e e, [VIN244 Z g: B<@'<4K3<6 <\ Y426A? 26S AV@3N Y2AV<7@6? 36 62AKN24 V2b3A2A? [e]: /;3@6: @, !""', , %! &((, ! \$): *((C *('

[#(] [?KS2 R, /<1??3; V I O: [N26?; N3YA3<624 6@A5<Nf? 36 Y426A 311 K63AE [e]: Q@5 ZVEA<4<73?A, !"# (, !"" (%): , %! C, &*

[#'] . 4'@? M /, G2S24A< / Z, D<6v24'@? . - , S@ /<K>2 D - , -2N1<? c . , L3@M< W D: [N26?; N3YA3<6 \2; A<N \K6; A3<624 YN<A@36+YN<A@36 36A@N2; A3<6? 36 Y426A S@@6?@ N@?Y<6?@? [e]: ZN<A@<1@?, !"#&, ! (#): \$(C #'"

[#*] G2674 e W, e<6@? e G: Z426A Y2AV<7@6? 26S 36A@7N2A@S S@@6; @ N@?Y<6?@? A< 36@; A3<6 [e]: Q2AKN@, !""# , &##(' \$%,) : \$#' J \$%% 6353>67Td 828 0 g

[#\$] /<K@O , '26 g<K5@437@6 . , R4<<? G, M<4 e, R<@? h: [V@ 6< 2Y3; 24 1@N3?A@1 7@6@ <\ Z@AK632 3? N@i K3N@S \<N Y2A@N6 \<N12A3<6 36 @1bNE<? 26S \<5@N? 26S 3? @_YN@??@S 2A 1@N3?A@1 26S YN31<N3S2 b<K6S2N3@? [e]: B@4 , #, ' , \$(!): # (, C #'"

[# ,] . 3S2 M, I?V3S2 [, LKf2f3 g, LK83?252 g, [2?2f2 M: D@6@? 36'<4'@S 36 <N1726 ?@Y2N2A3<6 36 *Arabidopsis*: 26 2624E?? <\ AV@ ; KY+ ?V2Y@S :<A@S<6 1KA26A [e]: Z426A B@4 , #, , * , ('): \$&# C \$(*

[! "] QKKN<>2126 M, /V2N<63 . M, R3fK; V3 /: h<4@? <\ Q. B AN26?; N3YA3<6 \2; A<N? 36 AV@ N@7K42A3<6 <\ b3<A3; 26S 2b3<A3; ?N@?? N@?Y<6?@? 36 Y426A? [e]: LN<6A3@N? 36 M3; N<b3<4<7E, !"#% , &: !&\$

[! #] 张小丽,刘玉梅,方智远,杨丽梅,庄木,张扬勇,李占省,吕红豪: 青花菜及近缘种属种质资源抗根肿病鉴定 [e]: 植物遗传资源学报, !"#', #*('): ##"' C ###(

[! !]] 24f@e M: [V@ ZN<A@<13; ? ZN<A<; <4? g26Sb<<f [M]: Q@5 ^<Nf: gK1262 ZN@??, !""(

[! &] [V<1Y?<6 e G, D3b?<6 [e , Z4@5632f L , e@261<K736 L , g37736? G D: [V@ BWX/[. W d P 536S<5? 36A@N2; @: \@_3b4@ ?N2A@73@? \<N 1K43Y4@ ?@i K@6; @ 243761@6A 23S@S bE i K243AE 2624E?? A<<4? [e]: QK; 4@3; . ; 3S? h@?@2N; V , #, , * , ! (! &): &\$* ' C &\$ \$!

[! (] RK12N / , [21KN2 R, Q@3 M: MOD. %: 16A@7N2A@S ?<A52N@ \<N 1<4@; K42N @' <AKA3<62NE 7@6@A3; ? 2624E?? 26S ?@i K@6; @ 243761@6A [e]: -N3@367? 36 -3<36\<N12A3; ? , !""& , (!): # (" C #' %

[! '] H4?@6 . Q, ON6?A g . , W@773< W W , /fN3'@N R: Q. B AN26?; N3YA3<6 \2; A<N? : ANK; AKN24AE S3?A36; A , \K6; A3<624AE S3'@N?@ [e]: [N@6S? 36 Z426A /; 3@6: @ , !"" (, #' (!): * , C \$*

[! *] ^26 g, j V267 . , ^@ ^ , PK - , BV@6 e , g@ P ,] 267 B , j V<K / , j V267 P , Z@67 ^ , M2 P , ^26 ^ , gK267 W: D@6<1@+53S@ ?KN'@E <\ ?53A; V7N2?? Q. B? \213AE YN<'3S@? 6@5 36?37VA? 36A< 1<A3 26S ?AN; AKN@ 2N267@1@6A? 26S N@' @24? ?N@?? @@42A@S 26S A3??K@+?Y@; 33;

Q. B? [e]: /; 3@6A33; h@Y<N@? , !"#* , *(#): %" ('

[! \$] gK??236 h M , . 43 M , L@67 P , W3 P: [V@ @??@6; @ <\ Q. B 7@6@ \213AE A< AV@ ; K4A3' 2A3<6 <\ SN<K7VA@N@??A26A ?<Eb@26 (*Glycine max* W: M@N:) ; K4A3' 2N? [e]: -MB Z426A -3<4<7E, !"#* , #*(#): ((

[! ,] /23S3 M Q, M@N7bE G , -N363 L: IS@6A33; 2A3<6 26S @_YN@??3<6 2624E?? <\ AV@ Q. B AN26?; N3YA3<6 \2; A<N \213AE 36 SKNK1 5V@2A (*Triticum turgidum* W: ??Y: *durum*) [e]: Z426A ZVE?3<4<7E 26S -3<; V@13?N@E , !"#* , ##1: ##* C #! \$

[! "] H<f2 g , /2A<V R, G<3 R, Q272A2 [, H@<1< ^ , MKN2f213 R , M2A?Kb2N2 R, H?2A< Q, R2523 @; B2N63@3 3 Z , Q252?A>2? ^ . /K@f@R Td 2(4)2f3@R (A) T@R@#b@A@A

! "# * % #) :

FK3<13(21)9/3(?)

F7(-+24(6 +63 /B@5.774(6 J6+->747 (0 E5(11(-4 *5+67154@24(6 ; +12(5 I .6. , *- . /!

el. QD M367[#] j g. QD gK38K26[#] j g. QD j V3_326[!] Bg00 j V@6[#]
DX. Q M367[#] WIX e3[#] Bg00 P32<?V267[!]

([#] College of Life Science , Taizhou University , Jiaojiang , Zhejiang %#\$%&'()*+,-./:;<=>?@A
[!] Taizhou Academy of Agricultural Research , Linhai , Zhejiang %#\$%&'()*+,-./:;<=>?@A

J, 725+12: [< 36'@?A372A@ ?@i K@6;@ ; V2N2; A@N3?A3;? 26S @_YN@??3<6 \@2AKN@? <\ AV@ Brassica oleracea '2N: italica Q. B AN26?; N3YA3<6 \2; A<N 7@6@ , 36 AV3? ?AKSE , bN<; ; <43 52? K?@S 2? AV@ @_YN@N31@6A24 12A@N324? 2 Q. B AN26?; N3YA3<6 \2; A<N 7@6@ S@?3762A@S BoNAC# 52? 3?<42A@S Brassica oleracea '2N: italica bE K?367 ZBh 1@AV<S , 26S 2624E>@S bE h@24#A31@ i K26A3A2A3'@ ZBh A< ; 42N3\ E 3A? @_YN@??3<6 Y2A@N6? 36<; K42A3<6S bE Sclerotinia sclerotiorum 26S Plasmodiophora brassicae. [V@ N@?K4A? 36S3; 2A@S AV2A AV@ BoNAC# ; <6A236@S A5< 36AN<6? 26S AV@3N 4@67AV3? # \$%! bY 26S ' *'' bY N@?Y@; A3'@4E , 26S @6; <S@S %&& 2136< 2; 3S? 53AV 2 Q. M S<1236: [V@ N@?K4A? <\ YVE4<7@6@A3; AN@@ 36S3; 2A@S -<Q. B4 V2? 2 ; 4<?@ N@42A3<6?V3Y 53AV Q. B? \N<1 <AV@N Brassica Y426A? , 26S AV@E 7N<KY@S 53AV Q. B? \N<1 <AV@N BNK; 3\@N2@ Y426A? , V<5@'@N , 2 \2N N@42A3<6?V3Y 52? <b?@N'@S b@A5@@6 -<Q. B# 26S Q. B? \N<1 W@7K136<?2@ 26S h<?2; @2@ Y426A? , 26S AV@E ; 4K?A@N@S 36 S3\@N@6A ; 42S@?: O_YN@??3<6 2624E?? N@'@2A@S BoNAC# 52? 36SK;@S bE Sclerotinia sclerotiorum , 26S AV@ V37V@?A @_YN@??3<6 4@'@4? 5@N@ S@A@; A@S 2VA@N #! V 26S !& V 36; Kb2A3<6 , 26S AV@ \<4S ; V267@? 5@N@ ' F ! ' 26S *F ''% 2? V37V 2? AV2A <\ AV@ ; <6AN<4; LKNV@N1<N@ , AV@ @_YN@??3<6 <\ BoNAC# 24?< 36SK;@S bE Plasmodiophora brassicae , 26S AV@ V37V@?A @_YN@??3<6 4@'@4? 5@N@ <b?@N'@S 2VA@N # (S 26S ! " S 36; Kb2A3<6 , 26S AV@ \<4S ; V267@? 5@N@ &F ! % 26S &F ## 2? ; <1Y2N@S A< AV@ ; <6AN<4 , 36S3; A367 AV2A AV3? 7@6@ 52? 36'<4'@S 36 N@?Y<6?@ A< b<AV Sclerotinia sclerotiorum 26S Plasmodiophora brassicae 36A@N2; A3<6?: B4<6367 26S @_YN@??3<6 2624E?? <\ BoNAC# 36 AV3? ?AKSE , 5V3; V ; 26 YN<' 3S@ AV@ AV@<N@A3; 24 b2??? \<N K6S@N?A26S367 AV@ 7@6@ \K6; A3<6 3S@6\3; 2A3<6 26S 3A? 2YY43; 2A3<6 36 AV@ \KAKN@: K.>?(537: Q. B , bN<; ; <43 , @_YN@??3<6 , Sclerotinia sclerotiorum , Plasmodiophora brassicae