

کاربرد کیتوزان در مدیریت بیماری‌های گیاهی

وحید قاضی محسنی^۱، سید کاظم صباغ^۲ و صدیقه اسمعیل‌زاده بهابادی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

۲- استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه زابل

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۰۲

قاضی محسنی و، صباغ ک. و اسمعیل‌زاده بهابادی ص. ۱۳۹۳. کاربرد کیتوزان در مدیریت بیماری‌های گیاهی. دانش بیماری‌شناسی گیاهی ۴(۱): ۶۳-۵۴.

چکیده

کیتوزان یک ماده طبیعی تجزیه‌پذیر مشتق شده از پوست میگو و خرچنگ است، که نقش ضد میکروبی دارد و کاربرد آن در مبارزه با قارچ‌ها و باکتری‌ها گزارش شده است. کیتوزان به‌طور مستقیم بر خصوصیات ریختی بیمارگرهای تیمار شده اثر می‌گذارد و توانایی قارچ‌ایستایی و قارچ‌کشی دارد. کیتوزان همچنین تولید گلوکانوهایدرولازها، مواد فنلی و فیتوآلکسین‌های ضد قارچی را افزایش و آنزیم‌های مرتبط با پوسیدگی نرم مثل پلی‌گالاکترونازها را کاهش می‌دهد. علاوه بر این کیتوزان باعث ایجاد موانع ساختاری از طریق تشکیل مواد لیگنینی در گیاهان در برابر بیمارگرها می‌شود. بنابراین کیتوزان به‌عنوان یک ماده زیستی جدید، غیرسمی، القاکننده مقاومت گیاهان در برابر بیماری‌ها، مورد توجه قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: آنزیم، باکتری، قارچ، کیتوزان، *Alternaria*

مقدمه

استفاده از مواد طبیعی تجزیه‌پذیر مشتق شده از جانوران در گیاهان برای کاهش خسارت ناشی از بیماری‌ها، از جمله روش‌هایی است که در سال‌های اخیر نتایج رضایت‌بخشی داشته است. در میان این مواد کیتوزان با توجه به فراوانی بالا در طبیعت، غیر سمی بودن، خاصیت قارچ‌کشی و همچنین توانایی القای مقاومت علیه بیمارگرها، مورد توجه بیماری‌شناسان گیاهی قرار گرفته است (Terry & Joyce 2004, Wilson et al. 1994). کیتوزان یک پلیمر پلی‌کاتیونی مشتق شده از پوست میگو و خرچنگ است که سریعاً مولکول‌های موجود در سطح یاخته بیمارگر، تحت

تأثیر آن قرار می‌گیرند (Prapgadee *et al.* 2007). از کیتوزان به‌طور وسیعی در کشاورزی، داروسازی، پزشکی و تهیه مواد غذایی استفاده می‌شود و یک ترکیب غیرسمی و بی‌خطر برای محیط‌زیست و سایر جانداران است و دارای اثر ضد قارچی، باکتری ویروسی و ویرویدی است (Bautista-Banoos *et al.* 2006). نقش آن در حفاظت گیاهان در برابر بیمارگرها به ۲ حالت است: اول اثر مستقیم آن روی بیمارگرها مثل جلوگیری از رشد میسیلیوم برخی از قارچ‌ها و شبه‌قارچ‌ها، دیگری اثر غیرمستقیم آن که باعث القای مقاومت فراگیر در گیاه می‌شود، که با فعال کردن پروتئین‌های مرتبط با بیماری‌زایی و یا تشکیل کالوز، لیگنین، تولید و تجمع فیتوالکسین‌ها در بافت‌های گیاه همراه است (El Hadrami *et al.* 2010, Amborabe *et al.* 2008).

۱- اثر کیتوزان بر قارچ‌ها در شرایط آزمایشگاهی

شواهد قوی وجود دارد که نشان می‌دهد مخلوط شدن محیط کشت قارچ‌ها با کیتوزان از رشد میسیلیومی قارچ بازدارنده‌ای نموده یا آن را به عقب می‌اندازد. برای مثال، با افزایش غلظت کیتوزان از ۰.۷۵٪ به ۶ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر رشد شعاعی قارچ‌های *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Colletotricum gloeosporioides* و *Rhizopus stolonifer* کاهش یافت (El Ghaouth *et al.* 1992). همچنین کیتوزان در ۰.۴٪ نسبت به غلظت ۱٪ اثر بازدارندگی بسیار خوبی روی *Sclerotinia sclerotiorum* داشته است (Cheah *et al.* 1997). مطالعات دیگر نیز نشان داد، زمانی که غلظت کیتوزان به تدریج از ۰.۵٪ به ۶ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر افزایش داده شد یک کاهش خطی از رشد *Rhizoctonia solani* داشته است. رشد میسیلیومی قارچ *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* و *F. solani* f. sp. *pisi* به ترتیب با حداقل غلظت ۱۲ و ۱۸ میکروگرم بر میلی‌لیتر مهار شد (Kendra and Hadwiger 1984). پژوهش‌های دیگری بازدارنده کامل رشد قارچ‌های *R. stolonifer*, *F. oxysporum* و *Penicillium digitatum* و *C. gloeosporioids* را در غلظت ۰.۳٪ کیتوزان نشان داده است (Bautista-Banos *et al.* 2004; Ait- Barka *et al.* 2004). کیتوزان مانع از تشکیل هاگ *Alternaria alternata*, *R. stolonifer*, *F. oxysporum* و *f.sp.lycopersici* شده است (Plascencia-Jatomea *et al.* 2003). کاربرد کیتوزان با غلظت‌های مختلف اثر بازدارندگی روی رشد قارچ *F. graminearum* داشته است. اثر کیتوزان در جلوگیری از رشد قارچ *Neurospora crassa* با تأثیر مستقیم بر روی غشاء پلاسمایی (Palma-Guerrero *et al.* 2009) و همچنین

مهار رشد میسلیومی *Pyricularia grisea* به میزان بالای ۷۵٪ رشد قطری و جلوگیری از تشکیل هاگ گزارش شده است (Badawy et al. 2004). سازوکاری که کیتوزان روی رشد قارچ‌های بیماری‌زای گیاهی اثر می‌گذارد هنوز به‌طور کامل روشن نیست، اما چندین فرضیه مطرح شده است. به دلیل طبیعت پلی کاتیونی کیتوزان، اعتقاد بر این است که کیتوزان با بار منفی مولکول‌های موجود بر سطح یاخته‌های قارچی تداخل یافته و این برهمکنش منجر به نشت الکترولیت‌های داخل یاخته‌ای و پروتئین‌ها می‌شود (Leuba & Stossel 1986).

۲- تحریک دفاع بیوشیمیایی گیاهان

به‌طور کلی، واکنش‌های ناشی از دفاع در گیاهان به‌شدت با واکنش‌های آنزیمی در ارتباط است. پژوهش‌ها نشان داده که کیتوزان یک محرک برون‌زاد پاسخ‌های دفاعی میزبان است که شامل تجمع کیتینازها، بتا ۱ و ۳ گلوکانازها و مواد فنلی، شامل لیگنینی شدن، تشکیل فیتوآلکسین‌ها به‌وسیله آلودگی بافت میزبان و آنزیم‌های نرم‌کننده است (Zhang & Quantick 1998). گزارش شده است که تیمار گیاه گوجه‌فرنگی آلوده به قارچ *F. oxysporum* f.sp. *radices-lycopersici* با کیتوزان، باعث افزایش فرآورده‌های فنلی و فیتوآلکسین‌ها در گیاه می‌شود (Benhamou & Theriault 1992). تماس با بیمارگر برای ایجاد پیام در گیاه ضروری است تا نظام دفاعی خود را راه‌اندازی کند و این در حالی است که گیاهان تیمار شده با کیتوزان این واکنش دفاعی را نسبت به بیمارگر تنها سریع‌تر انجام می‌دهند (Ben-Shalom et al. 2003). زمانی که کیتوزان به‌عنوان پوشش ریشه، شاخ و برگ و دانه بکار می‌رود، باعث القای مقاومت در گیاه گوجه‌فرنگی در برابر قارچ *F. oxysporum* شده و همچنین باعث محدود کردن رشد بیمارگر به غشای خارجی ریشه و تحریک تعدادی از واکنش‌های دفاعی، از جمله موانع ساختاری می‌شود (Benhamou et al. 1998). این اثر ممکن است به‌واسطه تجمع گسترده‌ای از مواد ضد قارچی در مکان‌های نفوذ بیمارگر باشد. کیتوزان همچنین ممکن است به‌عنوان یک مانع در جریان مواد مغذی به سمت خارج عمل کند (Ait-Barka et al. 2004). افزایش فعالیت کیتیناز در بذرهای سویای تیمار شده با کیتوزان گلوتامات در غلظت‌های ۱/۵، ۱ و ۵ درصد بعد از قرار گرفتن در معرض کنیدیوم‌های *R. stolonifer* و *Aspergillus oryzae* گزارش شده است (Tejchgraber et al. 1991). سطح فعالیت آنزیمی فنیل‌آلانین‌آمونیا لایز و پراکسیداز در گیاهچه گندم تیمار

شده با کیتوزان به دنبال تلقیح با *Botrytis cinerea* افزایش قابل توجهی یافته است (Mitchell et al. 1994). همچنین فعالیت آنزیمی مشابه در بافت‌های غده سیب‌زمینی در غلظت ۵۰۰ میکروگرم بر لیتر محلول کیتوزان و تلقیح با *Phytophthora infestans* گزارش شده است (Vasyukova et al. 2001). افزایش فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین آمونیلایز و بتا و ۳ گلوکاناز در گیاه تنباکوی تیمار شده با کیتوزان به دنبال آلوده شدن با *Phytophthora parasitica* نیز به اثبات رسیده است (Falcone et al. 2002). کاربرد کیتوزان در غلظت‌های مختلف باعث افزایش فعالیت لپوکسیژناز، فنیل‌آلانین آمونیلایز و کیتیناز در برگ‌های انگور آلوده به قارچ *B. cinerea* شده است (Trotel-Aziz et al. 2006). کیتوزان به طور قابل توجهی در کاهش تولید پلی گالاکترونازها که توسط *B. cinerea* در بافت‌های فلفل تولید شده و باعث نرم شدن دیواره یاخته‌ای بافت می‌شود مؤثر است (El Ghaouth et al. 1997). همچنین در توت‌فرنگی و تمشک تازه با پوشش کیتوزان، افزایش فعالیت آنزیم‌های مرتبط به مقاومت از جمله کیتیناز و بتا و ۳ گلوکاناز روی میوه در مقایسه با شاهد بدون پوشش مشاهده شده است (Zhang & Quantick 1998).

۳- مهار بیماری‌های عفونی

کاربرد غلظت‌های مختلف کیتوزان در مهار رشد باکتری‌های *Agrobacterium* و *Erwinia amylovora* و *tumefaciens* از طریق اختلال در سطح غشا و افزایش نشت یاخته‌ای مؤثر بوده است (Helander et al. 2001). پاشیدن محلول کیتوزان ۰/۱ درصد یا اضافه کردن آن به مایه تلقیح ویروس موزاییک یونجه در لوبیا به طور کامل باعث مهار آلودگی موضعی آن شده است (Pospieczny 1997). کاربرد کیتوزان همراه با بذر، باعث کاهش چشمگیر بیماری‌های بذرزاد ایجاد شده توسط *F. oxysporum* f.sp. *radices-lycopersici* و *Pythium aphanidermatum* شده است (Lafontaine & Benhamou 1996). غلظت‌های مختلف کیتوزان (۵/۲- میلی‌گرم در میلی‌لیتر) به طور مستقیم در کاهش تعداد زخم‌های ایجاد شده در ریشه گوجه‌فرنگی تلقیح شده با *F. oxysporum* f.sp. *radices-lycopersici* اثر گذاشته است (Benhamou & Theriault 1992). تیمار بذر گوجه‌فرنگی و خاک اصلاح شده با کیتوزان (۴۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر) دارای اثر بخشی بیشتری در مقاومت به نماتد زخم ریشه نسبت به کاربرد کیتوزان فقط به صورت پوشش بذری بوده است (El Ghaouth et al. 1994). اثر کیتوزان در گیاهان بادام‌زمینی و خیار آلوده به ترتیب با *Puccinia arachidis* و *B. cinerea* نشان داده که بروز

زنگ برگ و کپک خاکستری روی برگ‌ها با پاشیدن کیتوزان (با غلظت ۱۰۰۰ پی پی ام)، ۲۴ ساعت قبل از تلقیح عامل بیماری، کاهش می‌یابد (Ben shalom et al. 2003). اثر کیتوزان در کاهش شدت بیماری سفیدک کرکی گندم ایجاد شده توسط *Sclerospora graminicola* در شرایط گلخانه و مزرعه، همچنین برنج آلوده به *P. grisea* گزارش شده است (Rodrigues et al. 2007, Sharathchandra et al. 2004). میوه‌های تیمار شده با کیتوزان مثل سیب، کیوی و گلابی کاهش قابل توجه پوسیدگی‌های انباری را به دنبال داشته است (Du et al. 1997). اثر مثبت کیتوزان در جلوگیری از آلودگی‌های پس از برداشت میوه‌هایی از جمله گیلاس، انگور و پرتقال نیز در طی انبارداری به اثبات رسیده است (Romanazzi 2003).

۴- اثر کیتوزان بر حفظ کیفیت محصول

کیتوزان با تشکیل یک غشای نیمه‌تراوا، تبادلات گازی را تنظیم کرده و تعرق را کاهش می‌دهد و در نتیجه رسیدن میوه را به تأخیر می‌اندازد. با توجه به اینکه کیتوزان به‌عنوان یک پوشش بکار می‌رود، میزان تنفس و در نتیجه آب از دست رفته را کاهش می‌دهد. این اثر برای تعداد زیادی از میوه‌ها مثل گوجه‌فرنگی، توت‌فرنگی، سیب، انبه و موز گزارش شده است (Jiang & Li 2001). اثر کیتوزان در کاهش تولید CO_2 داخلی در گوجه‌فرنگی، نارنگی و گلابی گزارش شده است که منجر به کاهش تولید اتیلن از محصولات می‌شود (Salvadro et al. 2003). رنگ گلابی پوشیده با کیتوزان در طی دوره انبارداری ثابت باقی می‌ماند در حالی که رنگ خیار و فلفل دلمه تیمار شده به‌صورت سبز پررنگ‌تر می‌ماند (Jiang & Li 2001). کاربرد کیتوزان در بهبود شرایط رشدی گیاهان زراعی نیز مورد بررسی قرار گرفته است. در یک مطالعه کاربرد کیتوزان به‌صورت پوشش بذری باعث کاهش شدت بیماری سوختگی سنبله و در نتیجه کیفیت بهتر گندم شده است (Bhaskara Reddy et al. 1999) و همچنین کاربرد برگی آن باعث کاهش زخم‌های ناشی از بیماری‌های قارچی از طریق لیگنینی شدن بافت برگ و جلوگیری از رشد قارچ‌های گندرو شده است (Barber & Ride 1988). همچنین کاربرد کیتوزان در کشت مایع قارچ *Aspergillus flavus* باعث کاهش رشد قارچ و کاهش میزان آفلاتوکسین در ذرت تیمار شده با این قارچ شده است (Cuero et al. 1991).

نتیجه

پژوهش‌ها نشان داده‌اند، که کیتوزان یک ماده غیرسمی با اثر دوگانه است که هم بیمارگرها را مهار می‌کند و

هم پاسخ‌های دفاعی در برهمکنش‌های گیاه-بیمارگر را القا می‌کند. اثر مفید کیتوزان در حفظ کیفیت و سلامت محصول از مزرعه به انبار نیز توسعه پیدا می‌کند. با توجه به لزوم کاهش مصرف سموم شیمیایی، استفاده از تحریک‌کننده‌های طبیعی مثل کیتوزان می‌تواند به این هدف و برقراری یک کشاورزی پایدار کمک کند.

References

منابع

- Ait Barka E., Eullaffroy P., Cle´ment C. and Vernet G. 2004. Chitosan improves development & protects *Vitis vinifera* L. against *Botrytis cinerea*. *Plant Cell Reproduction* 22:608–614.
- Amborabe B.E., Bonmort J., Fleural- Lessari P. & Roblin, G. 2008. Early events induced by chitosan on plant cells. *Journal of Experimental Botany* 59:2317-2324.
- Badawy M.E., Rabea E.I., Rogge T.M., Stevens C.V., Smaghe G., Steurbaut W. & Hofte M. 2004. Synthesis and fungicidal activity of new N, O-acyl chitosan derivatives. *Biomacromolecules* 5: 589–595.
- Barber M. & Ride J. 1988. A quantitative assay for induced lignification in wounded wheat leaves and its use to survey potential elicitors of the response. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 32:185-197.
- Bautista-Banos S., Hernandez-Lauzardo A.N., Velazquez-del Valle M.G., Hernandez-Lopez M., Ait Barka E., Bosquez-Molina E. & Wilson C. L. 2006. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop Protection* 25: 108-118.
- Bautista-Banos S., Hernandez-Lopez M. & Bosquez-Molina E. 2004. Growth inhibition of selected fungi by chitosan and plant extracts. *Mexican Journal of Phytopathology* 22: 178–186.
- Benhamou N. 1992. Ultrastructural and cytochemical aspects of chitosan on *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, agent of tomato crown and root rot. *Phytopathology* 82: 1185–1193.
- Benhamou N., Kloepper J.W. & Tuzun S. 1998. Induction of resistance against *Fusarium* wilt of tomato by combination of chitosan with an endophytic bacterial strain: ultrastructure and cytochemistry of the host response. *Planta* 204:153–168.
- Benhamou N. & Theriault G. 1992. Treatment with chitosan enhances resistance of tomato plants to the crown and root pathogen *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 41: 34–52.

- Ben-Shalom N., Ardi R., Pinto R., Aki C. & Fallik E. 2003. Controlling gray mould caused by *Botrytis cinerea* in cucumber plants by means of chitosan. *Crop Protection* 22:285–290.
- Bhaskara Reddy B.M.V., Ait Barka E., Castaigne F. & Arul J. 1998. Effect of chitosan on growth and toxin production by *Alternaria alternata* f. sp. *lycopersici*. *Biocontrol Science and Technology* 8:33–43.
- Bhaskara Reddy B.M.V., Arul J., Angers P. & Couture L. 1999. Chitosan treatment of wheat seeds induces resistance to *Fusarium graminearum* and improves seed quality. *Food Chemistry* 47:1208–1216.
- Bhaskara Reddy B.M.V., Belkacemi K., Corcuff F.C., Arul J. & Angers P. 2000. Effect of pre-harvest chitosan sprays on postharvest infection by *Botrytis cinerea* and quality of strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology* 20: 39–51.
- Cheah L.H., Page B.B.C. & Sheperd R. 1997. Chitosan coating for inhibition of *Sclerotinia* on carrots. *Journal of Crop Horticulture Science* 25:89–92.
- Chivasa S., Simon W.J., Yu X.L., Yalpani N. & Slabas A.R. 2005. Pathogen elicitor-induced changes in the maize extracellular matrix proteome. *Proteomics* 5:4894-4904.
- Cuero R.G., Osuji, G. & Washington A. 1991. N-carboxymethyl chitosan inhibition of aflatoxin production: role of zinc. *Biotechnology Letter* 13:41–44.
- Du J., Gemma H. & Iwahori S. 1997. Effects of chitosan coating on the storage of peach, Japanese pear and kiwi fruit. *Journal of Japonian Horticulture Science* 66:15–22.
- El Ghaouth A., Arul, J. Grenier J. & Asselin A. 1992. Antifungal activity of chitosan on two postharvest pathogens of strawberry fruits. *Phytopathology* 82: 398–402.
- El Ghaouth A., Arul J., Wilson C. & Benhamou N. 1994. Ultrastructural and cytochemical aspects of the effect of chitosan on decay of bell pepper fruit. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 44: 417–432.
- El Ghaouth A., Arul J., Wilson C. & Benhamou N. 1997. Biochemical and cytochemical aspects of the interactions of chitosan and *Botrytis cinerea* in bell pepper fruit. *Postharvest Biology and Technology* 12: 183–194.
- El Hadrami A., Adam L. R., El Hadrami I. & Daayf F. 2010. Chitosan in plant protection. *Marine Drugs* 8:968-987.
- Falcon A., Ramrez M., Marquez R. & Hernandez M. 2002. Chitosan physico-chemical properties modulate defense responses and resistance in tobacco plants against the oomycete *Phytophthora nicotianae*. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 100: 221-228.

- Helander I. M., Nurmiaho-Lassila E. L., Ahvenainen R., Rhoades J. & Roller S. 2001. Chitosan disrupts the barrier properties of the outer membrane of Gram-negative bacteria. *International Journal of Food Microbiology* 71:235–244.
- Jayaraj J., Rahman M., Wan A. & Punja Z. K. 2009. Enhanced resistance to foliar fungal pathogens in carrot by application of elicitors. *Annals of Applied Biology*, 155:71-80.
- Jiang Y. & Li Y. 2001. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of longan fruit. *Food Chemistry* 73:139-143.
- Kendra D. F. & Hadwiger L. A. 1984. Characterization of the smallest chitosan oligomer that is maximally antifungal to *Fusarium solani* and elicits pisatin formation by *Pisum sativum*. *Experimental Mycology* 8:276–281.
- Lafontaine P. J. & Benhamou N. 1996. Chitosan treatment: an emerging strategy for enhancing resistance of greenhouse tomato plants to infection by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. *Biocontrol Science and Technology* 6:111-124.
- Leuba J. L. & Stossel P. 1986. Chitosan and other polyamines antifungal activity and interaction with biological membranes. Pp.157-165. In: R. Muzarelli (ed.). Chitin in Nature and Technology. Plenum Press, New York, USA.
- Li H. & Yu T. 2000. Effect of chitosan on incidence of brown rot, quality and physiological attributes of postharvest peach fruit. *Journal of Science Food Agriculture* 81:269-274.
- Mitchell H. Hall J. & Barber M. 1994. Elicitor-induced cinnamyl alcohol dehydrogenase activity in lignifying wheat (*Triticum aestivum* L.) leaves. *Plant Physiology* 104:551-556.
- Palma-Guerrero J., Huang I. C., Jansson H. B., Salinas J., Lopez-Llorca L. V. & Read N.D. 2009. Chitosan permeabilizes the plasma membrane and kills cells of *Neurospora crassa* in an energydependent manner. *Fungal Genetic Biology* 46: 585-594.
- Plascencia-Jatomea M., Viniegra G., Olayo R., Castillo-Ortega M. M. & Shirai K. 2003. Effect of chitosan and temperatura on spore germination on *Aspergillus niger*. *Macromolar Bioscience* 3: 582–586.
- Pospiezny H. 1997. Antiviroid activity of chitosan. *Crop Protection* 16:105-106.
- Rabea E. I., Badawy M. E., Rogge T.M., Stevens C.V., Steurbaut W., Hofte M. & Smagghe G. 2006. Enhancement of fungicidal and insecticidal activity by reductive alkylation of chitosan. *Pest Management Science* 62:890–897.
- Rodrigues A.T., Ramirez M.A., Cardenas R.M., Hernandez A.N., Velazquez M.G. & Bautista S. 2007. Induction of defense response of *Oryza sativa* L. against *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc. by treating seeds with chitosan and hydrolyzed chitosan. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 89:206-215.

- Romanazzi G., Nigro F. & Ippolito A. 2003. Short hypobaric treatments potentiate the effect of chitosan in reducing storage decay of sweet cherries. *Postharvest Biological Technology* 29:73-80.
- Salvador A., Cuquerella J. & Monterde A. 2003. Efecto del quitosano aplicado como recubrimiento en mandarinas Fortune. *Rev. Iberoamer. Tecnología Postcosecha* 5:122-127.
- Sathiyabama M. & Balasubramanian R. 1998. Chitosan induces resistance components in *Arachis hypogaea* against leaf rust caused by *Puccinia arachidis* Speg. *Crop Protection* 17:307-313.
- Sharathchandra R. G., Niranjana Raj S., Shetty N.P., Amruthesh K.N. & Shekar Shetty H. 2004. A chitosan formulation Elexa induces downy mildew disease resistance and growth promotion in pearl millet. *Crop Protection* 23:881-888.
- Tejchgraber P., Popper L. & Knorr D. 1991. Chitosan as an elicitor for the production of chitinase, an antifungal enzyme from soybean seeds. *Agrofoodindustry hi-tech* 11-14.
- Terry L. A. & Joyce D. C. 2004. Elicitors of induced disease resistance in postharvest horticultural crops: a brief review. *Postharvest Biological Technology* 32:1-13.
- Trotel-Aziz P., Couderchet M., Vernet G. & Aziz A. 2006. Chitosan stimulates defense reactions in grapevine leaves and inhibits development of *Botrytis cinerea*. *European Journal of Plant Pathology* 114:405-413.
- Vasyukova N. I., Zinoveva S.V., Iinskaya L.I., Perekhod E.A., Chalenko G.L., Gerasimova N.G., Lina A.V., Varlamov V.P. & Ozeretskovskaya O.L. 2001. Modulation of plant resistance to disease by water soluble chitosan. *Applied Biochemical Microbiology* 37: 103-109.
- Wade H.E. & Lamondia J.A. 1994. Chitosan inhibits *Rhizoctonia fragariae* but not strawberry black root rot *Advance Strawberry Research* 13:26-31.
- Wilson C.L., El Ghaouth A., Chaluts E., Droby S., Stevens C., Lu J.L., Khan V. & Arul J. 1994. Potential of induced resistance to control postharvest diseases of fruits and vegetables. *Plant Disease* 78:837-844.
- Zhang D. & Quantick P. C. 1998. Antifungal effects of chitosan coating on fresh strawberries and raspberries during storage. *Journal of Horticulture and Science Biotechnology* 73: 763-767.

Application of Chitosan in Plant Diseases Management

VAHID GHAZI-MOHSANI¹, SEYED KAZEM SABBAGH^{2,✉} &
SEDIGHEH ESMAILI BAHABADI³

1 &2-MSc. Student & Assistant Professor of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran(✉Corresponding author,E-mail:sksabbagh@uoz.ac.ir)

3-Assistant Professor, Faculty of Science, University of Zabol, Zabol, Iran

Ghazi-Mohseni V., Sabbagh S. K. & Esmaili Bahabadi S. 2015. Application of chitosan in plant diseases management. *Plant Pathology Science* 4(1):54-63.

Abstract

Chitosan is a biodegradable natural compound derived from the bark of crabs and shrimp which have antimicrobial role against fungi and bacteria. Chitosan has directly effects on morphology of treated pathogens which reflect its fungistatical and fungicidal activity. It has been shown that chitosan increases production of glucanohydrolase, phenolic compounds and specific phytoalexin synthesis with antifungal activity and reduces enzymes such as polygalacturonase, pectin methyl-esterase that related to soft rot . In addition, chitosan can develop structural barriers via lignin synthesis. Therefore chitosan is considered as a new non-toxic biological material, inducer resistance of plants against diseases.

Key words: Enzyme, Bacterium, Fungus, Chitosan, *Alternaria*