INNOVATIONS IN TECHNOLOGY AND SCIENCE EDUCATION
ISSN 2181-371X
https://sr-journals.org/index.php/ITSE

Auksinlar asosida olingan hosilalarning zamburug‘larga qarshi faolligi

Ismoiljonova O.B.
Agrobiotexnologiyalar va biokimyo ilmiy tadqiqot institute, Guliston davlat universiteti
E-mail: ismoiljonovaozoda@gmail.com
Burxev F.Z.
Agrobiotexnologiyalar va biokimyo ilmiy tadqiqot institute, Guliston davlat universiteti
E-mail: farkhod_2020@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda naftalin sirka kislotasining mentol efirining fitopatogen zamburug‘ *Fusarium solani*ga qarshi antifungal faolligi o‘rganildi. Tadqiqot davomida quduqcha diffuziya usuli asosida preparatning turli konsentratsiyalaridagi biologik faolligi baholandi. Natijalarga ko‘ra, preparatning eng yuqori antifungal ta’siri 10^{-7} M konsentratsiyada kuzatilib, 5-kunda 39 mm ingibitsiya zonasi va 48.75% ingibitsiya darajasi qayd etildi. Olingan natijalar ushbu birikmaning o‘simliklarni himoya qilish va urug‘larga ishlov berishda istiqbolli vosita ekanligini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: Naftalin sirka kislotasi, mentol efiri, antifungal faollik, Fusarium solani, auksinlar, fitopatogen zamburug‘, ingibitsiya, diffuziya usuli.

Аннотация. В данном исследовании изучена антигрибковая активность ментилового эфира нафтилуксусной кислоты против фитопатогенного гриба *Fusarium solani*. Биологическая активность препарата оценивалась методом диффузии в агаре при различных концентрациях. Наиболее высокая активность наблюдалась при концентрации 10^{-7} М, где на 5-сутки зона ингибирования составила 39 мм, а уровень ингибирования достиг 48.75 %. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности данного соединения в защите растений и предпосевной обработке семян.

Ключевые слова: Нафтилуксусная кислота, ментиловый эфир, антигрибковая активность, Fusarium solani, ауксины, фитопатогенные грибы, ингибирование, метод диффузии.

Annotation. This study investigated the antifungal activity of menthyl ester of naphthalene acetic acid against the phytopathogenic fungus *Fusarium solani*. The biological activity of the compound was evaluated using the well diffusion method at different concentrations. The highest antifungal effect was observed at a concentration of 10^{-7} M, where the inhibition zone reached 39 mm and the inhibition rate was 48.75% on the fifth day. The obtained results indicate the potential application of this compound in plant protection and seed treatment technologies.

Key words: Naphthalene acetic acid, menthyl ester, antifungal activity, Fusarium solani, auxins, phytopathogenic fungi, inhibition, diffusion method.

So‘nggi yillarda foydali mikroorganizmlar (mikrobial agentlar) konchilik maydonlarini ekologik tiklashda katta salohiyatga ega bo'lib, o'simliklarning o'sishini rag'batlantiradi, o'simliklarning stressga chidamliligini va tuproq mikroorganizmlari bilan o'zaro ta'sirini kuchaytiradi, konchilik maydonlarini tiklash uchun yangi yechimlarni taqdim etadi [1]. Ular orasida, ekstremal muhitlarga uzoq muddatli moslashishi tufayli, mahalliy zamburug'lar konlarni tiklashda noyob afzalliklarga ega. Tegishli tadqiqotlar laboratoriya va kichik miqyosli dala sinovlarida boy natijalarga erishdi. Masalan, metall konlaridan ajratib olingan Aspergillus tuproq metallarining biomavjudligini biosorbsiya va transformatsiya orqali kamaytirishi mumkin va u Cd (0–100 ppm) va Pb (0–400 ppm) ga bardosh bera oladi [2]. Og'ir metallar bilan ifloslangan tuproqdan ajratib olingan *Penicillium janthinellum* ZZ-2 Cd 2+ ni adsorbsiyalash qobiliyatiga ega va indol sirka kislotasini (ISK) ishlab chiqaradi, bu esa Cd ishtirokida o'simliklarning o'sishini rag'batlantiradi [3]. O'simliklarning o'sishini rag'batlantirish nuqtai nazaridan, mahalliy zamburug'larning roli ayniqsa muhim. Kon qazib olinadigan joylardan ajratib olingan endofit zamburug'lar (masalan, to'q septat endofitlari, DSE) o'simlik gormonlari muvozanatini

tartibga solish, fosforni eritish va temir tashuvchilarni sintez qilish orqali o'simliklarning o'sishini rag'batlantirishi mumkin, shu bilan birga o'simliklarning metall ifloslanishiga moslashuvchanligini oshiradi [4].

Zamburug'lar barcha asosiy ekologik jarayonlarda bevosita yoki bilvosita ishtirok etadi. Saprofitlar sifatida ular boshqa organizmlar tomonidan ishlatilishi mumkin bo'lgan birikmalarga parchalanish orqali organik moddalarning ortiqcha to'planishini oldini olish orqali uglerod aylanishini boshqaradi [5]. Ular o'simlikka suvning so'rilishini va mineral ta'minotini oshiradi hamda ularni patogenlar va atrof-muhit stressidan himoya qiladi. Odatda xabar qilingan ta'sirlar biomassa ishlab chiqarish, gullash, ildiz tuklarining rivojlanishi va hosildorlikning oshishi hisoblanadi [6]. Ekin maydonlarida simbiotik endomikorrizal zamburug'lar ustunlik qiladi, o't o'simliklarining deyarli 90% ildizlarini egallaydi, ammo biz ektomikorrizal zamburug'lar va saprotrofik zamburug'larning mavjudligi yoki faolligining deyarli hech qanday izini topmaymiz [7], ular asosan o'rmon daraxtlari bilan simbiotik aloqalarni hosil qiladi. Saprotrofik zamburug'lar o'simliklarga ijobiy ta'sir ko'rsatadi, masalan, gumus moddalarining o'zgarishini va gumusning hosil bo'lishi va minerallashishini osonlashtiradigan fermentlarni ishlab chiqarish orqali [8]. Fermentlarning ishlab chiqarilishi o'simliklarga ildizlar uchun deyarli mavjud bo'lmagan organik N va P shakllaridan foydalanish imkonini beradi [9]. Biroq, zamburug'larning roli o'simliklarning oziqlanishini rag'batlantirish bilan cheklanib qolmaydi, balki boshqa ta'sirlar qatorida ildizlarning yutilish yuzasi maydonini oshirish va o'simliklarning stressga chidamliligini oshirish bilan ham bog'liq bo'lishi mumkin.

F. verticillioides filogenetik jihatdan aniqlangan F. fujikuroi turlar majmuasining (FFSC) a’zosi bo‘lib, bu guruh tarixan tan olingan Liseola bo‘limini deyarli to‘liq qamrab oluvchi monofiletik guruhdir. FFSC tarkibiga bir qator morfologik jihatdan xilma-xil turlar kiradi va uning mavjudligi translyatsiya elongatsiya omili 1-α, β-tubulin hamda boshqa bir qancha “uy xo‘jaligi” va metabolik lokuslarni kodlovchi genlarni o‘z ichiga olgan multilokus tahlillar bilan tasdiqlanadi [10]. Ushbu turlar majmuasi Amerika, Osiyo va Afrika kladalariga bo‘linadi, F. verticillioides esa filogenetik jihatdan Afrika kladasiga mansubdir. F. verticillioides makkajo‘xori va uning ajdodi bo‘lgan teosinte bilan mustahkam xo‘jayin-assotsiatsiyasiga ega ekanligini inobatga olsak, bu tur Markaziy Amerikada afrikalik ajdodidan kelib chiqqan bo‘lishi ehtimoldan xoli emas. Boshqa bir taxminga ko‘ra, F. verticillioides makkajo‘xoriga bo‘lgan moyilligini ushbu o‘simlik XVI asrda Afrika qit’asiga olib kelinganidan so‘ng shakllantirgan va shundan keyin bu juftlik butun dunyoga tarqalgan [11]. Turning aniq geografik kelib chiqishidan qat’i nazar, F. verticillioides taxminan 7,3 million yil avval FFSCning Afrika va Osiyo kladalari bir-biridan ajralganidan keyin evolyutsiyaga uchragan [12].

F. verticillioides genomi hajmi taxminan 42 Mbp bo‘lib, unda taxminan 14 179 ta gen mavjud [13]. F. verticillioides genomining genetik xaritalanishi natijasida 11 ta xromosoma va 1 ta qo‘shimcha (supernumerar) xromosoma aniqlangan [14]. 12-xromosomaning mavjudligi F. verticillioides shtammlari orasida farqlanadi va F. fujikuroi’da kuzatilganidek, bu xromosomaning yo‘qolishi hech qanday kuzatiladigan fenotipik o‘zgarishlarga olib kelmaydi [15]. *F. fujikuroi* va *F. verticillioides* o‘rtasidagi xromosoma tuzilishi va umumiy genomik xususiyatlar bir-biriga juda o‘xshash ekanligi qayd etilgan, biroq ular orasida bitta sezilarli farq mavjud: *F.fujikuroida* (2,2%) transpozitsiyalanuvchi elementlar chastotasi *F. verticillioides*ga (0,47%) qaraganda ancha yuqori [15]. Amplifikatsiyalangan fragment uzunligi polimorfizmi tahlillari *F. verticillioides* hamda FFSCning boshqa ikki kladi — Osiyo kladi vakili F. fujikuroi va Amerika kladi vakili F. circinatum o‘rtasida ba’zi o‘ziga xos genomik farqlarni aniqladi [11]. Masalan, F. fujikuroi’ning 4-xromosomasida F. verticillioides’ning tegishli xromosomasiga nisbatan taxminan 0,9 Mbp yo‘qotish borligi aniqlangan hamda F. circinatum bilan solishtirilganda F. verticillioides va F. fujikuroi’ning 8 va 11-xromosomalari distal uchlari o‘rtasida o‘zaro retsiprok translokatsiya hodisasi yuz bergan deb taxmin qilinadi [11]. F. fujikuroi’dagi sinteniya va uning mavjudligiga asoslanib, F. verticillioides’da gibberellin biosintetik klasterining yo‘qligi qayta joylashish va deletsiya bilan izohlanadi, degan gipoteza mavjud [16.].

F. verticillioides qo'ziqorin fiziologiyasining molekulyar genetikasi, fitnes omillari, umumiy xo'jayin o'zaro ta'siri va o'simlik kasalliklari rivojlanishini o'rganish uchun juda qulay va ma'lumotli. Laboratoriya sharoitida F. verticillioides agar muhitida osongina o'stiriladi va osongina transformatsiya

qilinadi, mutatsiya tadqiqotlari protoplast generatsiyasi [17] litiy asetat bilan ishlov berilgan konidiyalar [18] yoki Agrobacterium vositachiligida [19] protokollari kabi transformatsiya variantlaridan foyda ko'radi. Tur qattiq yoki suyuq kulturada tez o'sish sur'atiga ega va meyotik nasl hosil qilish uchun jinsiy chatishtirish genetik tadqiqotlarni sezilarli darajada osonlashtiradi [20]. F. verticillioides dagi ham oldinga, ham teskari genetika ketma-ket genom bilan yaxshilanadi, keng ifodalangan ketma-ketlik teglari va boshqa transkripsiya ma'lumotlari yordamida izohlanadi, onlayn ma'lumotlar bazalari esa tahlil qilish uchun qimmatli ommaga ochiq platformalarni taqdim etadi [21]. Patogen sifatida F. verticillioides makkajo'xori ishlab chiqarish va sifati uchun jiddiy iqtisodiy tahdid soladi va batafsil eksperimental tavsiflash sog'liqni saqlash va iqtisodiy rag'batlantirishda muhim rol o'ynaydi. Biotexnologiya nuqtai nazaridan, F. verticillioides ning patogen sifatida muvaffaqiyatiga hissa qo'shadigan noyob va samarali degradatsiya qiluvchi fermentlar bioyoqilg'i ishlab chiqarishda foydaliligi uchun ham potentsial iqtisodiy qiymatga ega [22]. Makkajo'xori o'zi hamma joyda mavjud va osongina yetishtiriladi, bu patosistemaning murakkabliklarini yaxshiroq tushunishga qaratilgan o'sish kamerasi va issiqxona tadqiqotlarini osonlashtiradi, garchi yetuk o'simliklarni talab qiladigan tajribalar odatda dala sharoitida samaraliroq amalga oshiriladi. F. verticillioides dan tashqari , Fusarium jinsi ko'plab qishloq xo'jaligida muhim bo'lgan patogenlarni o'z ichiga oladi, shu bilan F. verticillioides eksperimental ma'lumotlarining qiymatini bir nechta turlar bo'yicha kengaytiradi [23].

Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqot uchun ishlatilgan moddalar: Naftalin sirka kislotasining mentol efiri, Zamburug‘ sifatida quyidagi fitopatogen turi tanlab olindi: *Fusarium solani*, Ular tegishli laboratoriya kolleksiyalaridan olingan va sabzavot ekinlari yuzasidan izolyatsiya qilingan.

NUK mentol konsentratsiyalari 10^{-4}M, 10^{-5}M, 10^{-6}M, 10^{-7}M, 10^{-8}M, 10^{-9}M, Zamburug‘ shtammlari esa 25–28 °C da Chapeka ozuqa muhiti (K_2HPO_4-1g/l, MgSO4-0,5 g/l, KCl-0,5 g/l, $FeSO_4$, saxaroza-30 g/l, NaNO3-2 g/l, agar-20 g/l)da 5–7 kun davomida o‘stirildi.

Antifungal faollikni aniqlash (“Diffuziya usuli”). Antifungal faollik well diffusion (quduqcha diffuziya) testi yordamida aniqlandi [24]. Ushbu usulda steril Petri idishlariga 20 ml hajmda Chapeka ozuqa muhit quyildi. Har bir idishga zamburug‘ sporalari distillangan va sterillangan suvda suyultirilib, suspenziya holida inokulyatsiya qilindi. So‘ngra muhitga 10 mm diametrli steril teshiklar (chuqurchalar) ochildi va ularga 200 µl hajmda NSK mentol efiri tomizildi. Petri idishlari 25–28 °C da 5 kun davomida inkubatsiya qilindi.

Auksinlar sinfiga mansub bo‘lgan naftil sirka kislotalar bilan o‘tkazilgan tajribalarda olingan natijalarga muvofiq NSK mentol efiri preparati test-mikroorganizm (zamburug‘) o‘sishini to‘xtatib, keng spektrdagi antimikrob faollikni namoyon etdi. NSK mentol efiri preparatining 10^{-4} M, 10^{-5} M, 10^{-6} M, 10^{-7} M li konsentratsiyalarda Fusarium solani o‘sishini to‘xtatish ta’siri sezilmagan bo‘lsada,10^{-8} M li konsentratsiyalarda bakteriyani o‘sishini to‘xtatish ta’siri sust bo‘lib, 12 mm ni tashkil etdi. 10^{-9} M li konsentratsiyadan foydalanganimizda esa zamburug‘ o‘sishini to‘xtatish mos ravishda ortdi va to‘xtatish maydoni 5-kun 39 mm ga teng bo‘ldi. 10-10 M li konsentratsiyada esa yana zamburug‘ o’sishni to‘xtatish ko’rsatkichi susaydi va 2mm natijani qayd qildi.

NUK mentol efirining diametrini o‘lchash. Inkubatsiyadan so‘ng, Petri idishlarida bakteriya o‘sish diametri linya orqali ikki o‘qda (gorizontal va vertikal) o‘lchandi va o‘rtacha qiymat qayd etildi. Har bir zamburug‘ uchun 3 marta takror bajarildi.

Tahlil va natijalar

Ingibitsiya foizini hisoblash. Bakteriya tomonidan zamburug‘ o‘sishini to‘xtatgan hudud (ya’ni inhibisiyalangan zona) **Petri idishining umumiy diametridan (80 mm) bakteriya o‘sish diametri ayirilgan holda** aniqlandi. Inhibitsiya foizi quyidagi formula asosida hisoblandi [15]:

$$Ingibitsiya\ foizi = (\frac{Ta'sir\ etuvchi\ modda}{80}) \times 100$$

Har bir natija ±3 mm aniqlikda, uch marotaba takroran o‘rganildi va o‘rtacha qiymatlar jadvalda aks ettirildi.

Tadqiqotda NSK mentol efirining fitopatogen zamburug’ga qarshi antifungal faolligi baholandi. Antifungal faollik well diffusion usuli orqali, preparat o’sish diametri orqali bevosita va

ingibitsiya foizi orqali bilvosita baholandi. preparatning o'sish diametri va hisoblangan ingibitsiya foizi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

NUK mentol efiri eritmasining inhibitsiya foizi *(Petri idishining umumiy diametri 80 mm)*

Zamburug' nomi	1-kun Bakteriya o' sish (mm)	Ingibitsiya (%)	2-kun Bakteriya	Ingibitsiya (%)	3-kun Bakteriya	Ingibitsiya (%)	4-kun Bakteriya	Ingibitsiya (%)	5-kun Bakteriya	Ingibitsiya (%)
Fusariu m solani	16.8	21%	22.6	28.25%	28.7	35.8%	32.4	40.5%	39	48.75%

Yuqorida qayd etilgan sonlar tajriba davomidagi o'rtacha ko'rsatkichlarning natijalari hisoblangan. Ushbu tajriba 5 kun mobaynida kuzatildi. Eng yuqori ingibitsiya foizi esa 5-kun davomida kuzatildi. *Fusarium solani*ga qarshi 5-kun natijasida 48.75 % gacha bo'lgan ingibitsiya qayd etildi.Us Bundan malum bo'ldiki (NUK mentol) birikmasi fitogormonlik xususiyati bilan bir qatorda zamburug'larga qarshi faollik ham namoyon qilishi ma;lum bo'ldi. Bu esa o'simliklar urug'lariga ishlov berishda samarali vosita bo'lishini tasdiqlaydi.

XULOSA. Tadqiqot natijalariga ko'ra, naftalin sirka kislotasining mentol efiri fitopatogen zamburug' — Fusarium solani ga qarshi sezilarli antifungal faollik namoyon etdi. Preparatning samaradorligi konsentratsiyaga bog'liq bo'lib, eng yuqori natija 10^{-7} M da kuzatildi (39 mm, 48.75 % ingibitsiya). Mazkur birikma zamburug' o'sishini cheklash xususiyatiga ega bo'lib, qishloq xo'jaligida o'simliklarni himoya qilish va urug'larga ishlov berishda istiqbolli vosita hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. de Bruijn F.J. Biological nitrogen fixation. In: Lugtenberg B., editor. Principles of Plant-Microbe Interactions: Microbes for Sustainable Agriculture. Volume 1. Springer International Publishing; Cham, Switzerland: 2015. pp. 215–224.
2. Oladipo O.G., Awotoye O.O., Olayinka A., Ezeokoli O.T., Maboeta M.S., Bezuidenhout C.C. Heavy metal tolerance potential of Aspergillus strains isolated from mining sites. Bioremediation J. 2016;20:287–297. doi: 10.1080/10889868.2016.1250722.
3. Xie Y., Bu H., Feng Q., Wassie M., Amee M., Jiang Y., Bi Y., Hu L., Chen L. Identification of Cd-resistant microorganisms from heavy metal-contaminated soil and its potential in promoting the growth and Cd accumulation of bermudagrass. Environ. Res. 2021;200:111730. doi: 10.1016/j.envres.2021.111730.
4. Bi B., Xiao Y., Xu X., Chen Q., Li H., Zhao Z., Li T. Diversity and functional roles of root-associated endophytic fungi in two dominant pioneer trees reclaimed from a metal mine slag heap in Southwest China. Microorganisms. 2024;12:2067. doi: 10.3390/microorganisms12102067
5. Baldi, E. Soil–Plant Interaction: Effects on Plant Growth and Soil Biodiversity. Agronomy 2021, 11, 2378
6. Ahn, Y.O.; Kim, S.H.; Lee, J.; Kim, H.; Lee, H.-S.; Kwak, S.-S. Three Brassica rapa metallothionein genes are differentially regulated under various stress conditions. Mol. Biol. Rep. 2011, 39, 2059–2067
7. Bonfante, P.; Genre, A. Mechanisms underlying beneficial plant–fungus interactions in mycorrhizal symbiosis. Nat. Commun. 2010, 1, 48.
8. Bonfante, P.; Genre, A. Mechanisms underlying beneficial plant–fungus interactions in mycorrhizal symbiosis. Nat. Commun. 2010, 1, 48.
9. Landeweert, R.; Hoffland, E.; Finlay, R.; Kuyper, T.W.; van Breemen, N. Linking plants to rocks: Ectomycorrhizal fungi mobilize nutrients from minerals. Trends Ecol. Evol. 2001, 16, 248–254
10. O'Donnell, K., Nirenberg, H. I., Aoki, T., and Cigelnik, E. 2000. A multigene phylogeny of the Gibberella fujikuroi species complex: Detection of additional phylogenetically distinct species. Mycoscience 41:61-78

11.De Vos, L., Steenkamp, E. T., Martin, S. H., Santana, Q. C., Fourie, G., van der Merwe, N. A., Wingfield, M. J., and Wingfield, B. D. 2014. Genome-wide macrosynteny among Fusarium species in the Gibberella fujikuroi complex revealed by amplified fragment length polymorphisms. PLoS One 9:e114682. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114682 CrossrefMedlineWeb of ScienceGoogle Scholar
12. O'Donnell, K., Rooney, A. P., Proctor, R. H., Brown, D. W., McCormick, S. P., Ward, T. J., Frandsen, R. J. N., Lysøe, E., Rehner, S. A., Aoki, T., Robert, V. A. R. G., Crous, P. W., Groenewald, J. Z., Kang, S., and Geiser, D. M. 2013. Phylogenetic analyses of RPB1 and RPB2 support a middle Cretaceous origin for a clade comprising all agriculturally and medically important fusaria. Fungal Genet. Biol. 52:20-31
13. Kistler, H. C., Rep, M., and Ma, L.-J. 2013. Structural dynamics of Fusarium genomes. Pages 31-41 in: Fusarium: Genomics, Molecular and Cellular Biology. D. W. Brown and R. H. Proctor, eds. Caister Academic Press, Norfolk, UK. Google Scholar
14. Xu, J., Yan, K., Dickman, M., and Leslie, J. 1995. Electrophoretic karyotypes distinguish the biological species of Gibberella fujikuroi (Fusarium section Liseola). Mol. Plant-Microbe Interact. 8:74-84. https://doi.org/10.1094/MPMI-8-0074 CrossrefWeb of ScienceGoogle Scholar
15. Wiemann, P., Sieber, C. M., von Bargen, K. W., Studt, L., Niehaus, E. M., Espino, J. J., Huss, K., Michielse, C. B., Albermann, S., Wagner, D., Bergner, S. V., Connolly, L. R., Fischer, A., Reuter, G., Kleigrewe, K., Bald, T., Wingfield, B. D., Ophir, R., Freeman, S., Hippler, M., Smith, K. M., Brown, D. W., Proctor, R. H., Munsterkotter, M., Freitag, M., Humpf, H. U., Guldener, U., and Tudzynski, B. 2013. Deciphering the cryptic genome: Genome-wide analyses of the rice pathogen Fusarium fujikuroi reveal complex regulation of secondary metabolism and novel metabolites. PLoS Pathog. 9:e1003475. https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1003475
16. Bömke, C., Rojas, M. C., Hedden, P., and Tudzynski, B. 2008. Loss of gibberellin production in Fusarium verticillioides (Gibberella fujikuroi MP-A) is due to a deletion in the gibberellic acid gene cluster. Appl. Environ. Microbiol. 74:7790-7801. https://doi.org/10.1128/AEM.01819-08
17. Ramamoorthy, V., Govindaraj, L., Dhanasekaran, M., Vetrivel, S., Kumar, K. K., and Ebenezar, E. 2015. Combination of driselase and lysing enzyme in one molar potassium chloride is effective for the production of protoplasts from germinated conidia of Fusarium verticillioides. J. Microbiol. Methods 111:127-134. https://doi.org/10.1016/j.mimet.2015.02.010 CrossrefMedlineWeb of ScienceGoogle Scholar
18. Bourett, T. M., Sweigard, J. A., Czymmek, K. J., Carroll, A., and Howard, R. J. 2002. Reef coral fluorescent proteins for visualizing fungal pathogens. Fungal Genet. Biol. 37:211-220. https://doi.org/10.1016/S1087-1845(02)00524-8
19. Visentin, I., Montis, V., Döll, K., Alabouvette, C., Tamietti, G., Karlovsky, P., and Cardinale, F. 2012. Transcription of genes in the biosynthetic pathway for fumonisin mycotoxins is epigenetically and differentially regulated in the fungal maize pathogen Fusarium verticillioides. Eukaryot. Cell 11:252-259. https://doi.org/10.1128/EC.05159-11
20. Leslie, J. F., and Summerell, B. A., eds. 2006. The Fusarium Laboratory Manual. Blackwell Publishing, Ames, IA. https://doi.org/10.1002/9780470278376
21 Brown, D. W., Cheung, F., Proctor, R. H., Butchko, R. A. E., Zheng, L., Lee, Y., Utterback, T., Smith, S., Feldblyum, T., Glenn, A. E., Plattner, R. D., Kendra, D. F., Town, C. D., and Whitelaw, C. A. 2005. Comparative analysis of 87,000 expressed sequence tags from the fumonisin-producing fungus Fusarium verticillioides. Fungal Genet. Biol. 42:848-861. https://doi.org/10.1016/j.fgb.2005.06
22. Ravalason, H., Grisel, S., Chevret, D., Favel, A., Berrin, J.-G., Sigoillot, J.-C., and Herpoël-Gimbert, I. 2012. Fusarium verticillioides secretome as a source of auxiliary enzymes to enhance saccharification of wheat straw. Bioresour. Technol. 114:589-596. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.03.009
23. Leslie, J. F., and Summerell, B. A., eds. 2006. The Fusarium Laboratory Manual. Blackwell Publishing, Ames, IA. https://doi.org/10.1002/9780470278376 CrossrefGoogle Scholar
24. Pitt, John & Hocking, Ailsa. (2009). Fungi and Food Spoilage. 10.1007/978-0-387-92207-2