

한국의 침입우려 고위험 해충 9종에 대한 2020년 예찰조사 보고

이호빈¹ · 김효중² · 이승환³ · 홍기정⁴ · 정철의⁵ · 김동순^{6,7} · 박종석⁸ · 이원훈^{1,9*}

¹경상국립대학교 식물의학과, ²군산대학교 생물학과, ³서울대학교 농생명공학부 농업생명과학연구원, ⁴순천대학교 식물학과, ⁵안동대학교 식물학과, ⁶제주대학교 아열대생명과학연구소, ⁷제주대학교 생명자원과학대학(SARI), ⁸충북대학교 생물학과, ⁹경상국립대학교 식물학과 농생명과학연구소

Reporting the Results of Monitoring Nine High Risk Insect Pests of South Korea in 2020

Hyobin Lee¹, Hyojoong Kim², Seunghwan Lee³, Ki-Jeong Hong⁴, Chuleui Jung⁵, Dong-soon Kim^{6,7}, Jong-Seok Park⁸ and Wonhoon Lee^{1,9*}

¹Department of Plant Medicine, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

²Department of Biology, Kunsan National University, Gunsan 54150, Korea

³Insect Biosystematics Laboratory, Research Institute of Agriculture and Life Science, Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

⁴Department of Plant Medicine, Suncheon National University, Suncheon 57922, Korea

⁵Department of Plant Medicals, Andong National University, Andong 36729, Korea

⁶The Research Institute for Subtropical Agriculture and Biotechnology, Jeju National University, Jeju 63243, Korea

⁷Majors in Plant Resource Sciences & Environment, College of Applied Life Science, SARI, Jeju National University, Jeju 63243, Korea

⁸Department of Biological Sciences and Biotechnology, Chungbuk National University, Cheongju, 28644, Korea

⁹Institute of Agriculture & Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

ABSTRACT: Monitoring about nine high risk insect pests, *Aceria diospyri*, *Bactrocera dorsalis*, *Bactrocera minax*, *Bactrocera tsuneonis*, *Cydia pomonella*, *Lobesia botrana*, *Proeulia* sp., *Solenopsis invicta* and *Stephanitis takeyai*, were carried out in seven regions from April to October in 2020. A total of 12,045 traps/visual scouting were investigated in 222 points of 78 local sites of seven regions, resulting the nine species, *A. diospyri*, *B. dorsalis*, *B. minax*, *B. tsuneonis*, *C. pomonella*, *L. botrana*, *Proeulia* sp., *S. invicta*, and *S. takeyai*, were not detected. This study has been conducted from 2018 to 2020, and we established the nationwide monitoring system and secured a bridgehead for monitoring invasive insect pests passing the border including seven universities.

Key words: High risk insect pests, Monitoring-network, Monitoring, Korea

초 록: 침입우려 고위험 해충 9종(*Aceria diospyri*, *Bactrocera dorsalis*, *Bactrocera minax*, *Bactrocera tsuneonis*, *Cydia pomonella*, *Lobesia botrana*, *Proeulia* sp., *Solenopsis invicta*, *Stephanitis takeyai*)에 대한 예찰조사를 2020년 4월부터 10월까지 전국 7개 권역, 78지역, 222지점에서 실시하였다. 조사기간 동안, 총 12,045개의 트랩운용/달관조사를 실시하였으며, 9종 모두 발견되지 않았다. 침입우려 고위험 해충 9종에 대한 예찰조사는 2018년부터 시작되었으며, 3년동안의 조사연구를 통해 7개 대학이 참여하는 전국단위의 외래해충 감시체계가 구축되었고 예찰조사 거점 지역들을 확보하였다.

검색어: 고위험 해충, 예찰네트워크, 예찰조사, 한국

최근 기후변화와 더불어 자유무역협정(FTA), 특히 메가 FTA 확대에 의해 새로운 외래해충들이 국내로 급격히 유입되고 있으며, 아열대 작물 등 다양한 품종들의 재배와 이상기후에

의해 돌발해충들이 대발생하여 큰 피해를 주고 있다(Lee et al., 2020a). 1996년부터 2014년도까지 총 33종이 국내 침입해충으로 보고되었으며(Hong et al., 2012), 이중 8종(굴가루깍지벌레(*Planococcus minor*), 갈색날개매미충(*Ricania shantungensis*), 해바라기방패벌레(*Corythucha marmorata*), 등검은말벌(*Vespa velutina nigrithorax*), 블루베리혹파리(*Dasineura oxycoccana*),

*Corresponding author: wonhoon@gnu.ac.kr

Received August 3 2021; Revised September 28 2021

Accepted October 6 2021

Dasineura sp. near *datifolia*, 채소잎굴파리(*Liriomyza sativae*), *Sagra femorata*)은 2012년에서 2014년 사이에 침입이 보고되었다(Lee et al., 2016). 최근 붉은불개미(*Solenopsis invicta*)는 2017년 부산항에서 처음 발견되어 제거되었고(Lyu and Lee, 2017), 2019년 열대거세미나방(*Spodoptera frugiperda*)의 침입이 보고되었다(Lee et al., 2020b).

농림축산검역본부에서는 매년 침입우려 해충들의 박멸을 위해 공항, 항만 등에서 예찰조사를 실시하고 있지만, 조사시기가 특정 시기에 편중되어 있고, 조사 인력 부족으로 이들 해충들에 대한 상시예찰시스템을 구축하는데 어려움이 있었다. 이와 같은 상황에서 농림축산검역본부는 침입우려 고위험 해충들을 조기 발견하기 위해 2018년 전국을 7개지역(경기/강원, 충청, 전남, 전북, 경남, 경북, 제주)으로 구분하여, 각 지역의 해충 전문가 그룹 7개 대학(경상대학교, 군산대학교, 서울대학교, 순천대학교, 안동대학교, 제주대학교, 충북대학교)을 선정하여 예찰네트워크를 구축하였고, 침입우려 해충에 대한 국내 유입 여부를 상시 조사 및 발견시 조기 대응을 실시하고 있다(Lee et al., 2019; 2020a).

이번 연구에서는 침입우려 고위험 해충 9종(*Bactrocera dorsalis*, *Bactrocera minax*, *Bactrocera tsuneonis*(파리목: 과실파리과), *Cydia pomonella*, *Lobesia botrana*, *Proeulia* sp.(나비목: 잎말이나방과), *Solenopsis invicta*(벌목: 개미과), *Stephanitis takeyai*(노린재목: 방패벌레과), *Aceria diospyri*(전기문응애목: 혹응애과))을 예찰 대상으로 선정하였다. 이들은 현재 국내 미분포종으로 국내 정착시 경제적으로 큰 피해가 예상된다. 예를 들어, *B. dorsalis*는 광식성 해충으로 망고, 바나나, 감귤류 등 약 80종의 과실 농작물에 피해를 입히며(De Villiers et al.,

2016), *B. minax*와 *B. tsuneonis*는 감귤류 과실을 가해하는 해충으로(CABI, 2020a), *B. minax*는 최근 중국 우한지역에서 *B. dorsalis*를 경쟁적으로 대체하고 있다(CABI, 2020b). *S. invicta*는 농업 및 도시 해충으로, 침입 시 대응이 어려워 매우 위험한 해충이며(Morrison et al., 2004), *C. pomonella*은 전 세계적으로 배, 사과, 복숭아류의 중요한 해충으로, 다양한 기후 적응력과, 시즌 당 다세대 발생으로 큰 경제적 피해를 야기하고 있다(Sherwani et al., 2016). *Lobesia botrana*와 *Proeulia* sp.는 과실, 잎, 꽃에 모두 피해를 입히고, 기주식물이 다양하며(Flores et al., 2021), *Aceria diospyri*는 감 과실과 꼭지 사이에 기생하고, 일본이 원산으로 최근 미국(CA), 브라질에 침입하였다(Ashihara et al., 2004). *Stephanitis takeyai*는 일본이 원산으로 감에 발생하며 최근 미국 침입이 보고되었다(CABI, 2019).

침입우려 고위험 해충들은 농림축산검역본부에서 매년 예찰조사를 실시하고 있는 대상으로서, 이번 연구에서는 농림축산검역본부 비관할 구역의 예찰조사를 통해 침입우려 고위험 해충들에 대한 국내 유입 여부 상시조사 및 발견시 조기 대응하는 관·학 예찰협력 네트워크를 구축하고, 비관할 예찰 조사지점을 확보하는데 목적이 있다.

재료 및 방법

침입우려 고위험 해충 9종의 예찰조사를 위해 전국을 7개 권역으로 구분하고, 권역별 3개 조사지역 선정 후, 지역 당 3개 지점을 선정하였다(Table 1, Fig. 1). 해충 9종 중, *S. invicta*는 7개 권역에서 공통으로 조사되었으며, *C. pomonella*, *L. botrana*, *Proeulia* sp.는 4개 권역(1, 2, 3, 5)에서, *B. dorsalis*는 3개 권역

Table 1. Investigation regions of traps/visual scouting according to the nine high risk insect pests in 2020

Species	1st region (Gyeonggi-do/ Gangwon-do)	2nd region (Chungcheong-do)	3rd region (Jeollabuk-do)	4th region (Jeollanam-do)	5th region (Gyongsangbuk-do)	6th region (Gyongsangnam-do)	7th region (Jeju-do)
<i>Bactrocera dorsalis</i>				Goheung, Boseong, Gwangyang		Namhae, Changwon, Sacheon	Northern, Western, Southeast ern part
<i>Bactrocera minax</i>							Northern, Western, Southeast ern part
<i>Bactrocera tsuneonis</i>							Northern, Western, Southeast ern part

Table 1. Continued

Species	1st region (Gyeonggi-do/ Gangwon-do)	2nd region (Chungcheong-do)	3rd region (Jeollabuk-do)	4th region (Jeollanam-do)	5th region (Gyongsangbuk-do)	6th region (Gyongsangnam-do)	7th region (Jeju-do)
<i>Cydia pomonella</i>	Namyangju, Gapyeong, Hongcheon, Hwaseong, Pyeongtaek, Inje	Yesan, Sejong, Gongju	Jeongeup, Gimje, Wanju		Andong, Cheongsong, Mungyeong		
<i>Lobesia botrana</i> , <i>Proeulia sp.</i>	Incheon, Ansan, Hwaseong	Yeongdong, Okcheon, Cheonan	Jeongeup, Namwon, Wanju		Sangju, Yeongcheon, Gimcheon		
<i>Solenopsis invicta</i>	Hwaseong, Namyangju, Pyeongtaek	Buyeo, Sejong, Gongju	Jeongeup, Gimje, Gochang	Gwangyang, Muan, Jangseong	Geyonsan, Andong, Yeongju	Gimhae, Changwon, Jinju	Northern, Western, Southeast ern part
<i>Aceria diospyri</i> , <i>Stephanitis takeyai</i>				Suncheon, Gwangyang, Gurye		Jinju, Gimhae, Sacheon	

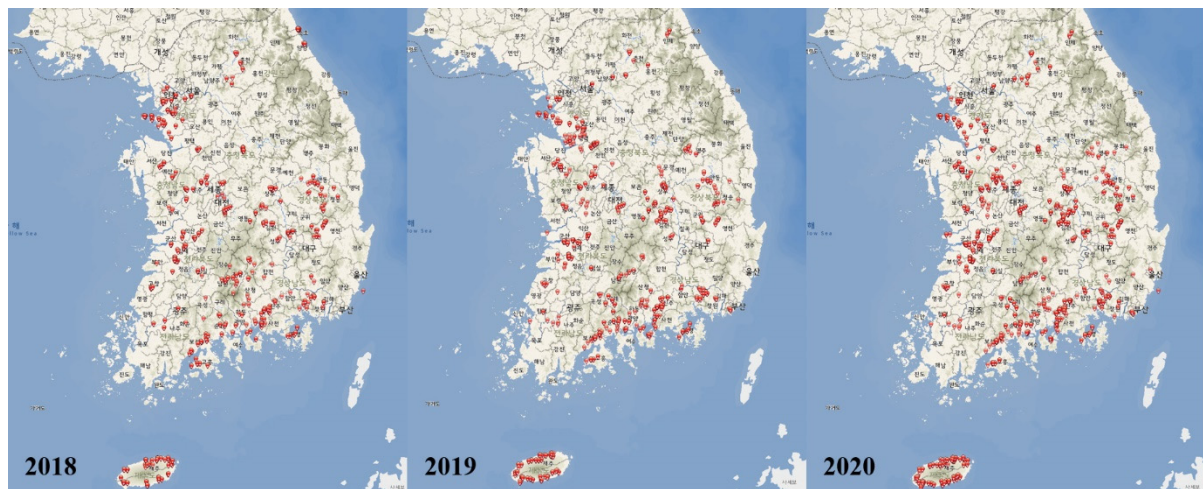


Fig. 1. Investigation regions of traps/visual scouting about the nine high risk insect pests from 2018 to 2020.

(4, 6, 7)에서, *A. diospyri*, *S. takeyai*는 2개 권역(4, 6)에서, *B. minax*, *B. tsuneonis*는 7권역에서만 각각 조사하였다.

조사기간은 총 14회(4월, 5월, 6월, 8월, 9월 각 2회, 7월 3회, 10월 1회) 실시하였으며, 조사지점은 검역본부 예찰 미실시 지역을 우선적으로 선정하였고, 기주식물, 화훼단지, 공항만/물류센터, 외국인 밀집지역을 추가로 고려하였다.

조사방법은 달관조사와 트랩조사 방법을 사용하였다. *A. diospyri*, *S. takeyai*는 달관조사를 실시하였고, 나머지 7종은 트랩조사를 실시하였다(Table 2).

결과

과실파리류 *B. dorsalis*는 4, 6, 7권역 내 감귤류, 배, 유자, 파파야 재배지역을 대상으로 9지역, 44지점에 132개 트랩을 설치하여 조사하였다. 4월부터 10월까지 총 1,848개 트랩을 운영하였으며, 조사결과 발견되지 않았다. *B. minax*와 *B. tsuneonis*는 7권역 내 감귤류 재배지역을 대상으로 3지역, 9지점에 27개 트랩을 설치하여 조사하였다. 2종에 대하여 4월부터 10월까지 총 378개의 트랩을 운영하였으며, 조사결과 2종 모두 발견되지 않

Table 2. Monitoring methods according the nine high risk insect pests

Species	Monitoring method	Trap and lure information
<i>Bactrocera dorsalis</i>	trap	Steiner trap(Clear plastic cylinder(3mm), 10cm in diameter ×15cm long/Lure for <i>Bactrocera dorsalis</i> (PS, UK, Dorsalure, Plug)
<i>Bactrocera minax</i> , <i>Bactrocera tsuneonis</i>	trap	McPhail trap(Plastic McPhail, 170*230mm(150g))/Lure for <i>Bactrocera</i> species (IPS, UK, Proteinlure, 18g)
<i>Cydia pomonella</i>	trap	Delta trap(185*270*140(T)), Delta trap with a sticky liner(180*225(T))/Lure for <i>Cydia pomonella</i> (IPS, UK, Cydia, 8mm)
<i>Lobesia botrana</i>	trap	Delta trap(185*270*140(T)), Delta trap with a sticky liner(180*225(T))/Lobesia botrana lure(ChemTica)
<i>Proeulia</i> sp.	trap	Delta trap(185*270*140(T)), Delta trap with a sticky liner(180*225(T))/Proeulia auraria lure(ChemTica)
<i>Solenopsis invicta</i>	trap	Bait trap(Ø28×H115mm, Ø5mm, 6 holes)/Food lure(Spam)
<i>Aceria diospyri</i> , <i>Stephanitis takeyai</i>	visual counting	Visual inspection and microscopic examination of samples

았다.

일말이나방류 *C. pomonella*는 1, 2, 3, 5권역 내 배, 사과, 복숭아 재배지역을 대상으로 15지역, 52지점에 156개 트랩을 설치하여 조사하였다. 4월부터 10월까지 총 2,184개의 트랩을 운영하였으며, 조사 결과 발견되지 않았다. *Proeulia* sp.와 *L. botrana*는 1, 2, 3, 5권역 내 포도, 베리류 재배지역을 대상으로 12지역, 36지점에 108개 트랩을 각각 설치하여 조사하였다. 2종에 대하여 4월부터 10월까지 총 3,024개의 트랩을 운영하였으며, 조사결과 모두 발견되지 않았다.

개미류 *S. invicta*는 1-7권역 내 외국인밀집지역, 검역본부 예찰 미실시 지역, 기주식물 재배지역을 대상으로 21지역, 63지점에 189개 트랩을 설치하여 조사하였다. 4월부터 10월까지 총 2,646개의 트랩을 운영하였으며, 조사 결과 발견되지 않았다.

혹응애류 *A. diospyri*와 방패벌레류 *S. takeyai*는 4, 6권역 내 단감 재배지역을 대상으로 6지역, 18지점에 3만복 달관조사를 실시하였다. 2종에 대하여 4월부터 10월까지 총 1,512회 달관조사를 실시하였으며, 조사 결과 모두 발견되지 않았다.

고찰

최근 세계 여러 국가들은 고위험 해충들의 자국내로의 유입 위험성에 대하여 민·관·학이 주축이 되어 이들 침입가능 고위험 해충들에 대한 예찰조사를 집중적으로 실시하고 있다(Leeson et al., 2005). 하지만, 한국의 경우, 침입해충들에 대한 예찰은 농촌진흥청과 농림축산검역본부에 의해서 주로 수행되고 있으며, 민·관·학이 주축이 된 침입해충 예찰시스템은 체계적으로 진행되지 못하고 있었다. 본 연구는 침입가능한 해충들에 대한 예찰

시스템 구축의 첫 시도로서, 2018년 7개 대학과 농림축산검역본부가 협력하여 전국단위의 고위험 해충 감시 예찰 네트워크를 구성하였고, 2020년까지 총 3년동안 침입우려 고위험 해충 9종에 대한 예찰조사를 실시하였다(Fig. 1). 2018년에는 6월부터 10월까지 총 7,680개의 트랩운영 및 달관조사를 통하여 이들 해충들의 국내 미분포를 확인하였고(Lee et al., 2019), 2019년에는 4월부터 10월까지 총 12,285개의 트랩운영 및 달관조사를 통하여 이들 해충들의 국내 미분포를 확인하였다(Lee et al., 2020a). 2020년에는 4월부터 10월까지 총 12,045개의 트랩운영 및 달관조사를 통하여 침입우려 고위험 해충 9종의 국내 미분포를 확인하였다. 이와 같은 결과는 침입우려 고위험 해충들에 대한 국경검역이 잘 수행되고 있다는 것을 의미한다.

현재 농촌진흥청, 농림축산검역본부, 환경부, 산림청 등 해충 관련 국내 정부기관들은 관할 담당지역이 각각 나뉘어져 있어 비관할 담당지역(사각지대)에서 발생 가능한 외래해충들에 대한 예찰조사에 한계가 있다. 예를 들어, 국경지역은 농림축산검역본부, 산림지역은 산림청, 농경지는 농촌진흥청, 국립공원은 환경부가 담당하고 있다. 본 연구에서는 비관할 담당지역을 중심으로 예찰조사 지점으로 선정하였고, 효율적인 예찰조사 지점 선정을 위해 매년 예찰 조사지역을 조정하기도 하였다. 예를 들어, *B. dorsalis*와 *C. pomonella*는 기주식물 재배지 및 침입예상지역을 고려하여, *B. dorsalis*는 2018년도에 7개 권역을 모두 조사하였지만, 2019년, 2020년에는 기주식물(감귤류, 배, 유자, 파파야)의 주 재배지가 분포하고 있는 4, 6, 7권역을 집중 조사하였다. *C. pomonella*는 2018년도에 7개 권역에서 모두 조사하였지만, 2019년, 2020년에는 기주식물(배, 사과, 복숭아)의 주재배지가 분포하는 1, 2, 3, 5권역을 집중 조사하였다. 이

번 연구를 통해서 농림축산검역본부 비관할 담당지역내 다수의 조사지점을 확보하였다.

새로운 외래해충 침입은 경제, 환경, 농업, 생물다양성에 대한 손실을 가져온다. 외래해충에 대한 예찰은 국경 이후의 생물안보 측면에서 첫번째 대응단계로, 지속적인 예찰을 통해 새로운 외래해충의 조기검출, 확산억제, 방제수준을 결정할 수 있으며, 해충 무발생지역 및 저발생지역 유지, 박멸조치 후 해충 무발생 상태를 확인할 수 있다(Gordh and McKirdy, 2014). 국내 외래해충 및 돌발해충에 선제적으로 대응하기 위해, 본 연구에서 구축된 7개 대학과 농림축산검역본부의 침입가능 고위험 해충 예찰네트워크는 장기적인 운영이 필요하다.

사 사

본 연구는 농림축산검역본부 학술연구용역과제(과제번호 PQ20180B008)연구비를 지원받아 수행되었습니다.

저자 직책 & 역할

이효빈: 경상국립대학교 대학원생; 실험설계, 샘플 채집 및 분석, 논문작성

김효중: 군산대학교 교수; 샘플 채집 및 분석

이승환: 서울대학교 교수; 샘플 채집 및 분석

홍기정: 순천대학교 교수; 샘플 채집 및 분석

정철의: 안동대학교 교수; 샘플 채집 및 분석

김동순: 제주대학교 교수; 샘플 채집 및 분석

박종석: 충북대학교 교수; 샘플 채집 및 분석

이원훈: 경상국립대학교 교수; 실험설계, 샘플분석 및 자료 수집, 논문작성

모든 저자는 원고를 읽고 투고에 동의하였음.

Literature Cited

- Ashihara, W., Kondo, A., Shibao, M., Tanaka, H., Hiehata, K., Izumi, K. 2004. Ecology and control of eriophyid mites injurious to fruit trees in Japan. *Jpn. Agric. Res. Q.* 38, 31-41.
- CABI, 2019. *Stephanitis takeyai*. Invasive Species Compendium. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/51544> (accessed on 02 December 2019).
- CABI, 2020a. *Bactrocera tsuneonis*. Invasive Species Compendium. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/8745> (accessed on 10 December 2020).
- CABI, 2020b. *Bactrocera minax*. Invasive Species Compendium. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/8726> (accessed on 10 December 2020).
- De Villiers, M., Hattingh, V., Kriticos, D.J., Brunel, S., Vayssières, J.F., Sinzogan, A., Billah, M.K., Mohamed, S.A., Mwatawala, M., Abdelgader, H., Salah, F.E., Meyer, M.De., 2016. The potential distribution of *Bactrocera dorsalis*: considering phenology, 106, 19-33.
- Flores, M.F., Bergmann, J., Ballesteros, C., Arraztio, D., Curkovic, T., 2021. Development of monitoring and mating disruption against the Chilean leafroller *Proeulia auraria* (Lepidoptera: Tortricidae) in orchards. *Insects*. 12, 625.
- Gordh, G., McKirdy, S., 2014. The handbook of plant biosecurity. Springer, New York.
- Hong, K.-J., Lee, J.-H., Lee, G.-S., Lee, S., 2012. The status quo of invasive alien insect species and plant quarantine in Korea. *J. Asia Pac. Entomol.* 15, 521-532.
- Leeson, J.Y., Thomas, A.G., Hall, L.M., Brenzil, C.A., Andrews, T., Brown, K.R., Van Acker, R.C., 2005. Prairie weed surveys of cereal, oilseed and pulse crops from the 1970s to the 2000s. *Weed Survey Series Publ.05-1. Agriculture and Agri-Food Canada, Saskatoon Research Centre, Saskatoon*, 395.
- Lee, W., Lee, Y., Kim, S., Lee, J.-H., Lee, H., Lee, S., Hong, K.-J., 2016. Current status of exotic insect pests in Korea: comparing border interception and incursion during 1996-2014. *J. Asia Pac. Entomol.* 19, 1095-1101.
- Lee, J., Lee, H., Ki, W., Kim, D.-S., Kim, S., Kim, H., Park, J.-S., Oh, J., Yu, Y., Lee, S., Lee, J., Jung, C., Cho, G., Hong, K.-J., Lee, W., 2019. Monitoring Reports about Nine High Risk Insect Pests in 2018. *Korean J. Appl. Entomol.* 58, 183-187.
- Lee, J., Lee, H., Kim, S., Kim, H., Lee, S., Hong, K.-J., Jung, C., Kim, D.-S., Park, J.-S., Lee, W., 2020a. Monitoring Reports about Nine High Risk Insect Pests of South Korea in 2019. *Korean J. Appl. Entomol.* 59, 203-207.
- Lee, G.-S., Seo, B.Y., Lee, J., Kim, H., Song, J.H., Lee, W., 2020b. First Report of the Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae), a New Migratory Pest in Korea. *Korean J. Appl. Entomol.* 59, 73-78.
- Lyu, D.P., Lee H.S., 2017. The Red imported fire ant, *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae) discovered in Busan sea port, Korea. *Korean J. Appl. Entomol.* 56, 437-438
- Morrison, L.W., Porter, S.D., Daniels, E., Korzukhin, M.D., 2004. Potential global range expansion of the invasive fire ant, *Solenopsis invicta*. *Biol. Invasions*. 6, 183-191.
- Sherwani, A., Mukhtar, M., Wani, A.A., 2016. Insect pests of apple and their management. *Insect pest management of fruit crops*. New Delhi: Biotech Books, 295-306.