

국지적 기후변화와 농산물의 잔류농약 검출 특성에 관한 연구 (부산 명지지역 대파를 중심으로)

이인숙^{†*} · 이주현* · 권영희* · 도우곤** · 유은철**

*농산물검사소, **대기보전과

Relationship Between Pesticide Residues of Agriculture and Local Climate Changes in Myong-ji Area, Busan

Lee In-sook^{†*}, Lee Ju-hyeon*, Kwon Young-hui*, Do Woo-gon** and Yoo Un-chul**

*Office of Agricultural Products Inspection

**Office of Air Preservation Division

Abstracts

Agriculture is more influenced by meteorological factors than other industries. Therefore we are going to try to find out the correlation between the meteorological factors in Busan area(e.g. temperature, precipitation, sunshine duration, wind speed) and the results of the residual agrichemical tests performed in the wholesale markets in Busan area from 2006 to 2012.

Especially we focused on the Welsh onions of Myoung-ji area, Busan for such correlation. The total number of the tests was 525, out of which, from 68 cases residual pesticides were detected, showing an average detection rate of 13.0 %.

Using SPSS 13.0 program, we reviewed the correlation between meteorological factors and residual pesticides. Temperature and precipitation showed a very weak correlation with the detection frequency of residual pesticides, while sunshine duration and wind speed showed negative correlation. As a whole, no big effect on each other was found.

Key words : Meteorological factors, Correlation analysis, Pesticide residues, Welsh onion

서 론

세계보건기구(WHO)는 향후 지구온난화로 인하여 전염병과 같은 각종 질병이 확산되고 있으며 기후변화로 인한 환경변화는 식품의 안전과 식중독의 발생 등에 직접적으로 영향을 미칠뿐만 아니라 그로 인한 피해액도 매년 증가하고 있는 실정이다¹⁾.

IPCC의 제 4차 보고서에 따르면 1970년과 2004년 사이에 인위적인 온실가스의 배출이 70 % 증가했으며, 이중 이산화탄소의 연간 배출량은 약 80 % 증가했다. 지구 온난화의 영향으로 지난 100년 간 지구 온도가 0.74 °C 상승하였고 현재와 같은 상태라면 2100년까지 지구의 평균기온이 최대 6.4 °C 증가할 것이라고 예측했다. 농업적인 측면에서는

[†] Corresponding author. E-mail : niconico@korea.kr
Tel : +82-51-327-8601, Fax : 82-51-327-8603

지구 온난화로 인해 대기 중의 이산화탄소농도의 증가로 “시비효과”가 발생하고 수박, 고추, 토마토 등의 일부 고온성 작물에는 생육촉진효과를 발생한다는 연구결과도 있으나²⁾ 전반적으로는 병충해 발생과 수확량 감소로 인하여 농가소득에 나쁜 영향을 미칠 수 있다. 그리고 농산물 수급 불안정을 야기하여 가격의 변동성이 높아져 국가 경제에도 나쁜 영향을 미친다.

한편 기후 온난화 못지않게 최근에는 세계적으로 폭염, 혹한과 같은 극심한 기온 변동현상이나 가뭄, 홍수, 태풍 등 기상이변으로 기후변동성이 커지고 있다. 이러한 기후변화에 영향을 덜 받고 생산량을 늘리기 위하여 노지재배보다는 기후조건을 인위적으로 조절할 수 있는 시설재배에 대한 수요가 계속 증가하고 있으며 재배면적 또한 점점 넓어지는 추세이다³⁾.

농산물을 재배하기 위한 주요 조건으로 기상, 토양의 질 등과 같은 자연적 환경요소와 토양의 개량, 경지 정리, 농약이나 비료의 사용 등 인위적 환경요소로 구분하고 있다. 그리고 이러한 자연적 환경과 인위적 환경은 서로 밀접한 관계로 상호간섭적이며, 어느 한 요인이 개선되면 다른 요인에도 영향을 주게 되는 경우가 많다. 특히 자연적인 환경요소 중 기온, 강수량, 습도, 일조량 등의 기상요소는 농산물 생육에 많은 영향을 미친다. 기상요인의 경우 일단위로 변하거나 계절단위 변화에 따라 생육조건이 달라지므로 결과적으로 다른 환경적 요소보다 수확량에 절대적인 영향을 미치게 된다. 이러한 기후 변화는 농작물들의 재배과정 뿐만 아니라 수확 후 저장과 유통과정에도 영향을 직접, 간접적으로 영향을 미치며, 결과적으로 농작물들을 속주로 성장하는 곰팡이의 발생을 줄이기 위해 사용하는 농약이나 그 사용량에도 상당한 영향을 끼치게 된다⁴⁾.

국내의 경우에는 작물별, 시기·용도별 농약사용량 통계자료는 연간 출하량을 근거로 작성되어 농업환경 중 실제 농약 살포량을 산출할 수 없는 실정이다. 또한 기후변화와 농산물에 관한 연구로는 기후변화가 작물의 분포, 생산량 및 생육시기에 미친 영향이 대부분이었으며 주로 벼 등의 주요 곡물을 중심으로 연구한 논문이나 기온자료에 근거한 특정농산물의 휴면해제 및 발아시기 추정 등 재배와의 연관성에 연구가 주로 진행되었다^{5,6)}. 그러나 기후변화와 특정 농산물에서 잔류농약의 검출과의 관계에 대한 논문은 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 부산지역 농산물도매시장에서 경매 전에 집하된 농산물 중 비교적 기상요인에 영향을 많이 받으며, 시설재배가 적은 대파를 대상으로 부산시 명지지역이라는 지역적인 한정성을 고려하여 농약이 검출된 경향과 기상요인간의 자료를 바탕으로 상관관계를 분석하고 주요 기상요인에 따라 농약의 사용 경향이 어떻게 변화되었는지를 살펴보고자 한다.

재료 및 방법

검사대상 시료의 선정

본 연구에서는 기후변화와 잔류농약검출과의 상관관계를 분석하기 위해 2006년부터 2012년까지 7년간 부산지역의 농산물 도매시장 내에 경매 전에 집하된 농산물을 대상으로 잔류농약 검사를 실시한 데이터를 바탕으로 먼저 식품공전의 농산물 분류규정에 따라 품목들을 분류 후 생산지별로 다시 분류하여 통계에 이용하였다.

단, 농산물 분류 중 시설재배가 많이 이용되고 있는 엽채류의 경우는 이 등⁷⁾의 연구 결과를 바탕으로 검사대상에서 제외하였으며 생산지가 정확히 기재된 자료를 바탕으로 SPSS 13.0을 이용하여 상

관관계를 조사하였다.

선정된 품목을 대상으로 기상요소는 기상청에서 2006년에서 2012년까지 제공되는 부산시의 기상요소별 자료를 수집하였는데, 그 중 평균기온(air temperature), 누적강수량(accumulated precipitation), 일조시간(sunshine duration), 평균풍속(wind speed)의 요소를 고려하였다.

잔류 농약 분석

잔류농약검사는 식품공전의 제10. 일반시험법의 4. 식품 중 잔류농약 분석법 4.1.1에 따라 검체를 전처리하였으며 4.1.2.2 다중농약다성분-제2법에 따라 분석하였다(Fig. 1). 분석 장비는 GC/ μ ECD·NPD[Electron Capture Detector, Agilent(HP)사, USA]로 정량 분석하였으며 GC/MSD[Mass selective Detector, Agilent(HP)사, USA]로 확인하였다(Table 1).

시료의 전처리에 사용한 acetonitrile, acetone, n-hexane 및 dichloromethane 용매는 Merck (Germany)사의 GC분석용 시약을 사용하였고, 무수 Na_2SO_4 , NaCl, NH_4Cl 은 Merck(Germany)사

의 분석용 시약을 사용하였다. 정제 칼럼은 Waters (Ireland)사의 florasil Sep-Pak cartridges를 사용하였다. 농약표준품은 식품의약품안전청으로부터 분양받은 표준원액을 사용하였고, 표준용액은 각각의 농약표준원액에 acetone, n-hexane 및 acetonitrile로 희석하여 분석기기 검출 적정 농도로 맞추어 사용하였다.

결과 및 고찰

검사대상 자료의 선정과정

2006년에서 2012년까지 부산시내 도매시장 내 농산물검사소에서 실시한 경매 전 잔류농약검사의 농산물은 식품공전에서 정한 식품원재료 분류표⁸⁾를 참고하여 분류하였으며 전체 65개의 품목에서 총 18,837건이었다. 이 중 다소비농산물인 깻잎, 상추가 4,107건으로 7년간 전체 검사건수의 21 %를 차지할 정도로 많았으나, 다른 엽채류들과 마찬가지로 연중 생산이 가능하며, 시설재배에 많이 이용되고 있어 자료의 선정에서 제외하였다. 또한 시료 채취 시 참고하는 농산물도매시장의 송품장에는 생산

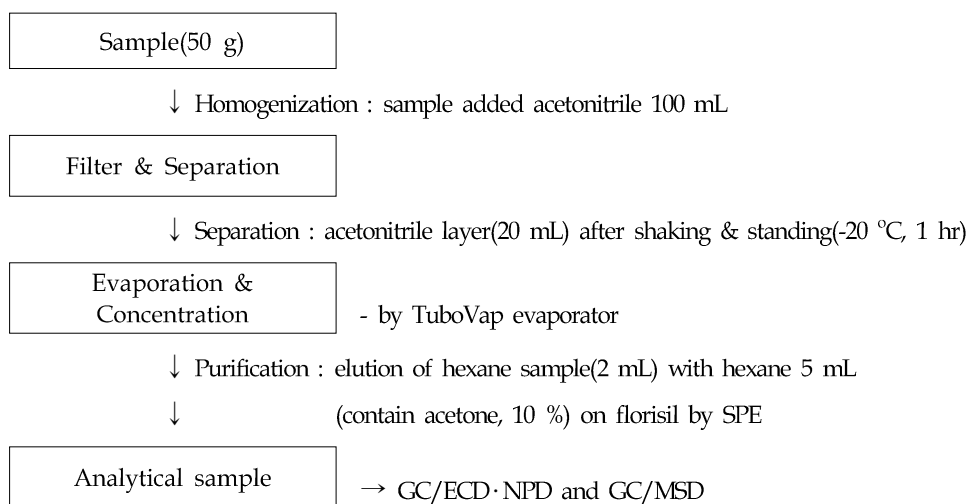


Fig. 1. Schematic diagram of sample preparation method for screening of multi-residue pesticides.

Table 1. Operating conditions of GC(MSD / ECD / NPD) for residue analysis of pesticides

	GC / MSD	GC / ECD	GC / NPD
Instruments	Agilent 6890N GC / 5973i MSD	Agilent 6890N GC	Agilent 6890N GC
Column	HP-5MS 30 m×0.25 mm×0.25 μm	HP-5 30 m×0.25 mm×0.25 μm	HP-5 30 m×0.25 mm×0.25 μm
Oven	120 °C(1 min) 5 °C/min 200 °C(1 min) 5 °C/min 270 °C(10 min)	80 °C(2 min) 5 °C/min 120 °C(5 min) 7 °C/min 250 °C(0 min) 7 °C/min 280 °C(10 min)	80 °C(2 min) 5 °C/min 120 °C(5 min) 7 °C/min 250 °C(0 min) 7 °C/min 280 °C(10 min)
Injector(Inlet) Temp.	250 °C	260 °C	260 °C
Detector(Aux) Temp.	Source : 230 °C Quad. : 150 °C	ECD : 280 °C	NPD : 325 °C

지를 적는 양식이 통일되어 있지 않고, 대단위 농협에서 집하되는 경우에는 ○○농협, ○○화훼농협 등과 같은 표현으로 정확한 지역을 알기 힘든 경우와 생산지가 아닌 중간도매상의 정보나 개인의 전화번호가 대신 기록되어있는 경우도 많아 이 또한 대상에서 제외 한 후 시설재배유무, 잔류농약의 검출빈도, 생산지의 명확성 등의 타당성을 근거로 하여 최종적으로 부산 명지지역의 대파를 대상으로 선정하였다.

2006년에서 2012년까지 7년간 부산시 농산물도매시장 내 농산물검사소에서 검사한 대파는 총 1,369건이었으며 생산지는 부산의 명지지역, 기장지역, 양산, 김해 등을 비롯하여 전남, 경북, 제주지역까지 다양하게 분포하였으며 생산지의 정보가 정확히 기재되지 않은 곳을 제외하고 부산의 명지지역에서 재배된 대파의 건수는 525건으로 총 검사건수의 38.3%를 차지하였다. 그 다음으로 많은 김해지역은 총 327건을 검사하여 30건에서 잔류농약이 검출되었으나 통계에 이용할 수 있는 데이터가 적어 대상에서 제외하였다.

대파는 우리나라 식단에서 빠지지 않는 필수 조

미채소로서, 1인당 연간소비량이 12 - 13 kg로 서늘한 기후를 좋아하는 다비성 작물로 대개 15 - 20 °C의 기온에서 왕성한 성장을 보이고 30 °C가 넘어가는 무더운 날씨에서는 성장을 멈추기 때문에 이시기에 병충해가 많다⁹⁾. 또한 대파는 특성상 뿌리를 땅속깊이 내리고 있기 때문에 가뭄에는 잘 견디나 습한 땅에서는 약한 특성을 보이므로 강수량과의 상관관계도 있을 것으로 보고 연구대상으로 선정하였다.

특히 부산의 강서구 명지지역에서 생산되는 “명지대파”는 특유의 맛과 향이 강하며 하얀 줄기부분인 연백주가 길어 최상품으로 알려져 있으며, 지형상 낙동강 최남단에 모래로 형성된 삼각주 지역에서 재배되어 특수한 기후와 토질 및 해풍 등은 대파 재배에 좋은 환경을 제공하고 있어¹⁰⁾ 기후요소와 대파의 잔류 농약의 검출 특성과의 상관관계를 고찰함으로써 재배에 좋은 자료로 제공될 수 있을 것으로 사료된다.

부산지역 기상요소의 변화

잔류농약 검출의 특성과 기상요소와의 상관성을

분석하기 위하여 2006년에서 2012년까지 부산지역의 주요 기상요소인 평균기온, 연간강수량, 연간일조시간, 평균풍속의 평균적인 분포를 살펴보았다. 연구대상 기간의 부산지역 평균기온은 14.9 °C, 연간 강수량 합계의 평균은 1521.4 mm, 연간 일조시간의 합계는 2285.4 hr, 평균 풍속은 3.3 m/s로 나타났다. 평균기온의 경우 2007년이 15.3 °C로 가장 높았고 이후 감소하는 추세였으며, 누적강수량의 경우 2012년에는 1983.3 mm로 가장 높았고, 3년 주기의 증감을 보이면서 최근 들어 증가하는 추세였다. 일조시간은 2006년에 2197.9 hr에서 2012년 2563.4 hr로 증가하는 추세를 보였으며 평균 풍속은 2009년 3.4 m/s로 가장 높았고 이후에 감소하는 추세를 보였다.

명지지역 대파의 농약검출 특성

2006년부터 2012년까지 검사한 명지지역 대파의 잔류농약 검출 경향은 Table 3과 같다. 이 중 13종의 농약에서 총 68건이 검출되었으며 나머지는는

불검출로 나타났다. 2006부터 2012년까지 1년 단위로 조사한 명지대파에서 잔류농약의 검출률은 각각 22.2 %, 19.8 %, 9.1 %, 11.8 %, 6.3 %, 15.2 %, 7.1 %로 조사기간 7년간 평균 검출률은 13.0 %였다.

Table 4에서와 같이 잔류농약의 특성은 경매 전 농산물에서 잔류농약검사를 시작한 2006년의 경우에는 Chlorothalonil을 비롯한 8종의 농약이 5월부터 12월까지 다양하게 검출되었으나 농산물검사가 개선되면서 지역농산물의 안전성 강화 및 국가의 농약관리 시스템 활용 등으로 2007년에는 6종, 2008년 4종, 2009년 4종, 2010년 2종, 2011년 4종, 그리고 2012년에는 4종으로 농약의 종류가 전반적으로 줄어든 것을 알 수 있었다. 검출빈도 또한 격년 단위로 줄어드는 경향이 있는데 특히 2007년 이후로는 홀수 해가 짝수 해보다 농약 검출률이 높게 나왔으며 이러한 현상은 기상요소 중 평균기온 또한 홀수 해에 많게는 0.3 °C 정도 더 높게 분포되는 것으로 나타나 기온과의 상관관계가 어느 정도 영향을 미친다고 사료되었다.

Table 2. Summaries of meteorological factors in Busan(2006 - 2012)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Mean
Mean temperature(°C)	14.7	15.3	15.0	15.2	15.0	14.6	14.6	14.9
Sum of precipitation(mm)	1528.3	1276.5	1168.3	1772.9	1441.9	1478.6	1983.3	1521.4
Sum of sunshine duration(hr)	2197.9	2189.2	2346.0	2155.7	2250.8	2294.6	2563.4	2285.4
Mean wind speed(m/s)	3.1	3.3	3.2	3.4	3.3	3.3	3.2	3.3

Table 3. Frequency of pesticide residues of Welsh Onions in Myong-Ji, Busan(2006 - 2012)

Year	Total test(No.)	Detection(No.)	Detection ratios(%)
2006	63	14	22.2
2007	81	16	19.8
2008	77	7	9.1
2009	76	9	11.8
2010	79	5	6.3
2011	79	12	15.2
2012	70	5	7.1
Total	525	68	13.0

Table 4. Pesticide residues of Welsh Onions in Myong-Ji, Busan(2006 - 2012)

Pesticide	Classification	Total detection(No.)
Chlorfenapyr	insecticides(pyrroles)	5
Chlorothalonil	fungicides(Organochlorines)	2
Edifenphos	fungicides(Organophosphates)	1
Endosulfan	fungicides(Organochlorines)	18
Fenitrothion	insecticides(Organophosphates)	1
Flutolanil	fungicides(anilides)	2
Iprodione	fungicide(Dicarboximides)	2
Isoprothiolane	fungicide(Organic sulfurs)	3
Kresoxim-methyl	fungicide(Strobirulins)	2
Procymidone	fungicide(Dicarboximides)	28
Tetradifon	insecticide(Organochlorines)	1
Triadimenol	fungicide(Triazoles)	1
Triazophos	insecticide(Organophosphates)	2
Total		68

7년 동안 조사한 대파의 잔류농약 검출 경향은 Endosulfan을 포함한 살충제 5종과 Procymidone 과 같은 살균제가 8종이 검출되었으며 이 중 살균제가 전체 검출 68건 중 41건으로 60.2 %로 나온 것을 확인할 수 있었다.

2006년부터 2012년까지 월별로 농약의 검출빈도

를 Table 5에서 살펴 본 결과 6월부터 7월 두 달간 총 13건과 14건으로 가장 많이 검출되다가 9월부터 감소하는 경향을 보이는데 이는 평균기온이 높아지는 것과 동시에 장마의 시작 등으로 강수량 또한 많아지기 때문에 대파 재배에 있어 농민이 농약 사용을 결정하는 원인 중 하나라고 추측되었다.

Table 5. Frequency of pesticide residues of Welsh Onions and Meteorological factors in Busan(2006 - 2012)

Year	Month	Frequency of pesticide residues												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
2006		0	0	0	0	1	2	1	3	3	2	1	1	14
2007		1	1	0	0	2	4	4	1	0	1	2	0	16
2008		0	0	0	0	1	3	0	1	1	0	0	1	7
2009		0	0	0	1	0	0	3	0	2	2	0	1	9
2010		0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	1	5
2011		0	0	0	0	0	3	2	2	1	3	1	0	12
2012		0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	1	0	5
Total		1	1	0	1	4	13	14	8	9	8	5	4	68
Temperature*		3.2	5.5	8.6	13.2	17.6	21	24.3	26.5	22.8	18.5	11.9	5.5	
Precipitation**		19.8	61.9	83.5	124	161.7	154.2	442.6	156.3	140.1	88.6	48	40.6	
Sunshine***		201.5	177.5	201.1	212.8	211.6	165.9	149.3	189.6	169.3	215.6	189.1	202.0	
Wind speed****		3.3	3.2	3.7	3.7	3.3	2.9	3.3	3.4	3.1	2.7	3.2	3.2	

*Mean temperature(°C)

**Sum of precipitation(mm)

***Sum of sunshine duration(hr)

****Mean wind speed(m/s)

2011년의 경우 잔류농약은 15.2 %로 상대적으로 높은 검출률을 보이는데 2011년에는 4월부터 12월 까지 평균기온보다 높은 고온현상을 보였으며 특히 11월의 경우 7년간 당월의 평균기온은 11.7 °C인데 비해 14.1 °C로 현저히 높게 나타났다. 누적강수량 또한 7년간 11월의 평균누적강수량은 52.7 mm인데 비해서 162.1 mm로 훨씬 높은 결과로 나타나 농약의 사용에 평년보다 높은 기온과 강수량이 한 원인으로 작용했다고 추측되었다.

기상요소와 잔류농약검출의 상관관계연구를 위하여 먼저 농약이 검출된 달과 안 된 달의 두 집단 간의 평균기온의 차이를 알아본 결과 농약이 검출 안 된 달의 평균기온은 11.5 °C였고, 검출이 된 달의 평균기온은 18.6 °C로 나타났으며 두 집단의 평균의 차이는 독립표본 T 검정을 통하여 유의성을 확인할 수 있었다. 연구 기간의 부산지역 평균기온이 14.9 °C임을 감안하면 기온이 높아질수록 농약 사용 빈도가 늘어남을 알 수 있었는데 이는 심 등¹¹⁾의 연구에서도 언급한 따뜻한 겨울이 지속됨에 따라 월동 해충이 증가하게 되고 토착화에 따른 병해충의 피해발생이 급증하고, 전염성이 강한 병원균의 확산이 급속하게 진행됨으로써 결과적으로 농약의 사용이 늘어났음을 추측할 수 있었다.

연구대상 기간 중 부산지역의 월별 누적 강수량의 평균은 126.8 mm였으며 강수량이 잔류농약의 검출빈도와 관련이 있는지를 알아보기로 농약이 검출된 달과 검출이 안 된 달간에 차이를 독립표본 T 검정으로 유의성을 확인하였다. 농약의 검출이 안 된 달의 누적강수량은 평균 86.6 mm였으며, 검출이 된 달은 평균 171.0 mm로 부산지역의 평균 126.8 mm를 감안하면 상당한 차이가 있었다. 즉 강수량이 많을수록 농약의 사용빈도 또한 많아지는 것을 알 수 있었다. 월별 농약의 검출빈도를 살펴

본 Table 5에서도 7월에만 총 14건의 농약이 검출되었는데 월 누적강수량은 평균 442.6 mm로 연중 최고치를 보였다. 이는 7월에 주로 나타나는 장마가 하나의 원인으로 추측되었다.

Fig. 2와 같이 연구기간 동안 대파에서 검출된 농약들은 살충제보다는 살균제가 많이 사용되었으며 연도별로 전체 농약이 검출된 경향은 살균제가 검출되는 경향과 비슷하게 나왔다. 2009년에는 특이하게도 살균제보다 살충제의 검출이 더 높았는데 이러한 현상은 2009년 10월의 경우 기온이 평년 기온보다 약 0.4도 증가하는 고온현상으로 인하여 해충이 많이 발생하였으며 Isoprothiolane, Chlopyrifos-methyl, Fenitrothion 등의 살충제 성분의 농약이 검출되었음을 알 수 있었다. 또한 평년과 비교하여 강수량은 7월의 경우 평년대비 200 mm이상 더 내렸으며, 이러한 현상은 10월까지도 계속 되었다. 연간 강수량 또한 다른 해보다 훨씬 많아 병충해가 더 빈번히 발생하여 농약을 자주 사용하였을 것으로 추측할 수 있었다.

명지지역 대파에서 잔류농약검출과 기상요인과의 상관관계

명지지역의 대파 중 최근 7년간 농약이 검출된 날을 월별로 입력하여 검출빈도로 정의하였으며 평균

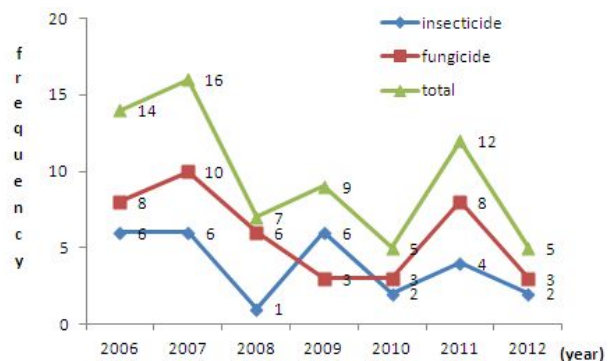


Fig. 2. Frequency of the insecticide and fungicide residues detected in Welsh onion.

기온, 강수량, 일조시간, 풍속과의 상관관계를 SPSS 13.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. Table 6과 같이 평균기온과 농약검출빈도와의 관계에서는 상관관계수 값이 0.349로 나타나 양의 관계를 보였으며 강수량에서는 상관관계수 값이 0.222로 다소 낮아 서로 영향을 크게 받지 않는 것으로 분석되었다. 반면 일조시간과 농약검출빈도와의 상관관계수는 -0.337으로 음의 상관관계를 보였으며 풍속과의 상관관계수는 -0.058로 잔류농약 검출과는 거의 영향이 없는

것으로 나타났다. 사회과학조사방법론¹²⁾에 따르면 상관관계수의 절대값이 0.2이하이면 상관관계가 없거나 무시해도 좋은 수준, 0.4이상이면 약한 상관관계, 0.6이상이면 강한 상관관계로 볼 수 있다고 한다. 따라서 SPSS 프로그램을 이용한 주요기상조건과 잔류농약 검출빈도와의 상관관계는 관계가 거의 없는 것으로 나타났다. 다만 평균기온과의 상관관계수값은 0.349로 나타나 잔류농약 검출과의 관계가 전혀 없지는 않았으나 앞으로 지속적인 연구를 통해 조사

Table 6. Result of correlation analysis between meteorological factors and frequency of pesticide residues in Welsh Onions

Meteorological factors	Correlation coefficient of pearson	Significance Probability
Temperature	0.349*	0.027
Precipitation	0.222	0.168
Sunshine	-0.337	0.034
Wind velocity	-0.058	0.722

*상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의

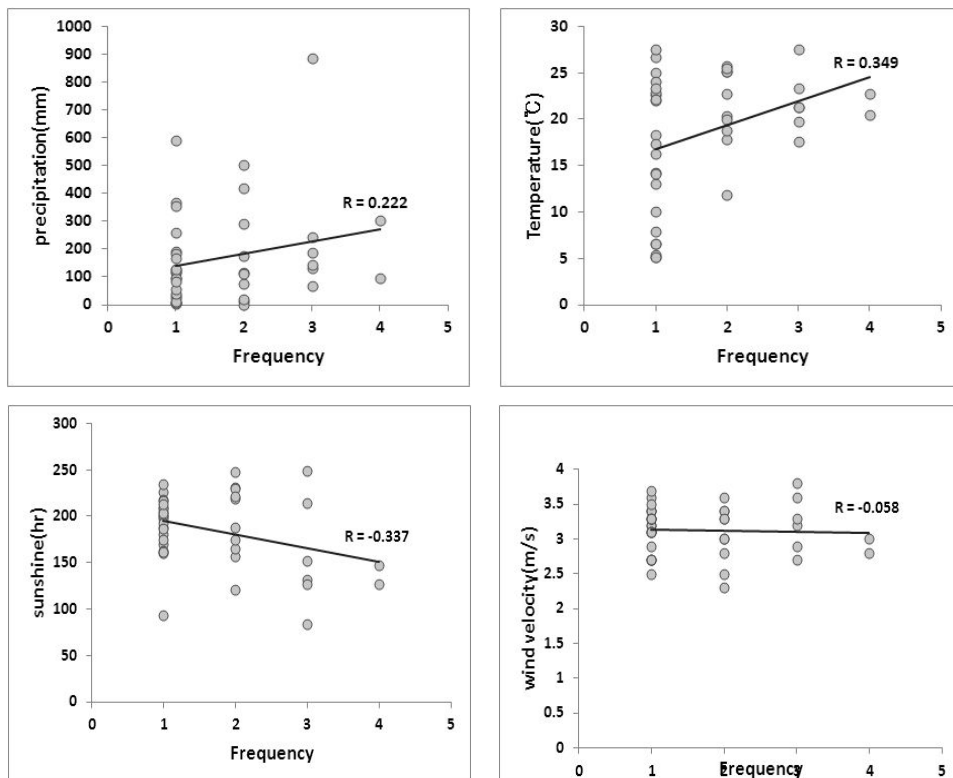


Fig. 3. Correlation analysis between meteorological factors and frequency of pesticide residues in Welsh Onions.

대상 기간이 축적되고 농약검출빈도수가 많아진다 면 더 의미 있는 결과가 나올 것으로 기대된다.

한편 이 등⁷⁾의 연구에서 지난 20년간 기상자료와 농산물 생산량간의 상관관계를 분석한 결과를 보면 생산량은 습도, 일사량, 풍속에 영향을 약간 받는 것으로 나타났으며 과채류의 경우는 대부분 비닐하우스 재배가 가능한 농작물들로 기상요인이 미치는 영향이 통계적으로 유의하지 않는 것으로 나타났다.

또한 같은 카테고리 분류된 농작물이라도 기상요소의 지역별 편차를 반영하지 못한 한계로 각각 다른 결과를 보여 기상요인이 미치는 영향이 통계적으로 유의하지 않는 것으로 분석되었다. 언급한 연구에서 쓰인 기상요인은 사용된 값들의 대표성이 명확하지 못하고 지역적인 특수성을 고려하지 않은 데이터의 부정확성 등의 한계점들이 있었기 때문에 이를 보완하고자 본 연구에서는 부산이라는 한정된 지역과 부산시의 평균 기상데이터를 이용하였으나 결론적으로 기상요인들이 잔류농약의 검출빈도와는 크게 관계가 없었다. 다만 연도별 검출 추이를 보았을 때는 평균기온이나 강수량 등이 농민이 농약의 사용을 고려할 때 어느 정도 영향을 끼친다고 추측이 되며 농약상의 권고나, 정부의 농약관리 지침 같은 법령이나 제반사항등도 농약의 사용을 선택하는데 있어 한 원인으로 작용할 수도 있을 것이라 판단된다.

송 등¹³⁾의 기후변화와 식품안전에 대한 소비자 인식에 관한 연구에 의하면 소비자를 대상으로 기후변화로 인해 식품안전성 전반에 미치는 영향의 심각성에 대한 인식의 조사를 하여 5점 척도 기준으로 그 점수를 점수화했는데 그 결과 일반 소비자 들은 국지성 호우현상으로 기후변화를 체감한다고 응답한 경우가 가장 높게 나왔으며 기후변화가 농약사용량 증가에 영향을 미칠 것이라고 응답한 경

우가 가장 많았다. 언급한 결과를 보더라도 농산물의 생산량은 다른 산업보다도 기후에 더 많은 영향을 받는다고 인식되며 이를 뒷받침하는 객관적인 자료를 확보하기 위해서도 기후변화와 실제 농약사용량의 상관관계를 농산물에 존재하는 잔류농약의 검출 빈도와의 관계로 고찰해 본 것은 의미 있는 연구라고 사료된다.

또한 앞으로 잔류농약 검사를 더 강화하여 10년 이상의 축적된 데이터로 연구에 활용한다면 더 정확한 예측이 가능하고 기상청에서 제공하는 기상요소들 또한 실제 농경지가 많은 지역에 관측소가 설치된다면 질적으로 더 높은 자료를 제공할 수 있어 농산물의 재배에도 많은 도움이 될 것이라고 사료된다.

결론

본 연구에서는 부산지역 농산물도매시장에서 경매 전에 집하된 농산물 중 부산의 명지지역에서 생산된 대과를 대상으로 농약이 검출된 경향과 기상요인간의 패널자료를 바탕으로 상관관계를 분석하고 부산지역의 7년간 기상요소의 변화와 농약의 사용 패턴에 어떤 변화가 있는지를 살펴보고자 하였다.

1. 시설재배, 잔류농약의 검출빈도, 생산지의 명확성 등의 자료를 바탕으로 최종적으로 부산 명지지역의 대과를 대상으로 선정하였으며, 부산지역 농산물도매시장에서 2006년부터 2012년까지 7년간 경매 전 검사한 건수는 총 525건이었으며, 13종의 농약이 68건 검출되어 평균 13.0 %의 검출률을 보였다.
2. 잔류농약의 특성을 보면 2006년의 경우에는 chlorothalonil을 비롯한 8종의 농약이 5월부터 12월까지 주기적으로 농약이 검출되었으나 2007

년에는 6종, 2008년도는 4종, 2009년도에는 4종, 2010년도에는 2종, 2011년에는 4종, 2012년에는 4종으로 농약의 종류도 줄어들고 검출 빈도도 점점 줄어드는 경향이 있는데 이는 부산시내 도매시장 내에 농산물검사소가 개소되면서 안전성 강화로 농민들의 농약사용에 대한 의식수준이 높아지고 국가의 농약관리시스템이 자리 잡으면서 Endosulfan, Chlorfenapyr와 같은 살충제의 사용과 살균제인 procymidone이 대표적으로 검출된 것으로 사료된다.

3. 대파에서 검출된 농약의 종류는 총 13종으로 Endosulfan을 포함한 살충제 5종과 Procymidone과 같은 살균제가 8종이었으며 이 중 살균제가 전체 검출 68건 중 41건으로 60.2 %로 나왔다. 월별 검출건수를 보면 살균제는 검사기간 7년간 5월에서 11월에 68건 중 62건이 검출되어 약 91.2 %의 검출률을 보였다.
4. 부산 명지지역의 대파에 잔류하는 농약의 검출 특성과 평균기온, 강수량, 일조시간, 풍속과 같은 기상요인을 이용하여 상관관계를 분석한 결과 평균기온과 강수량에서는 양의 상관관계로 0.349, 0.222의 값을 보였다. 일조시간과 풍속에 있어서는 -0.337, -0.058의 상관계수를 보였으나 전체적으로는 대파에서 잔류농약의 검출빈도와 기상 요인 간에는 통계적으로는 큰 관계는 없는 것으로 나타났다.
5. 앞으로 잔류농약검사 정보를 10년 이상 축적하여 통계에 이용하는 데이터 자료를 늘리고 기상 요인과의 상관관계를 심도 있게 연구한다면 더 의미 있는 결과가 보일 것으로 기대되며 이들 상관관계로 대파재배에 예측이 가능하다면 농작물의 효율적인 재배관리와 농약사용의 저감화에도 큰 도움이 될 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Park, J. K., Jang, E. S., Choi, H. J. An analysis of meteorological disasters occurred in the Korean peninsula, J. of the Environmental Sciences, 14(6), 613 - 619(2005)
2. 심홍식, 기후변화에 따른 돌발 병해충 발생현황과 피해, 국립농업과학원심포지엄, 11(2012)
3. 2011년 시설채소온실현황 및 채소류생산실적, 농림식품부 원예산업과(2012)
4. 김동민, 전향숙, 기후변화가 곰팡이 및 곰팡이 독소발생에 미치는 영향, 식품과학과 산업, (12), 27 - 35(2009)
5. 이승호, 허인혜, 이경미, 김선영, 이운선, 권원태, 기후변화가 농업생태에 미치는 영향, 대한지리학회지, 43(1), 20 - 35(2008)
6. 권은영, 송기철, 윤진일, 기온자료에 근거한 주요 포도품종의 휴면해제 및 발아시기 추정, 한국농림기상학회지, 7(3), 185 - 191(2005)
7. 이기광, 고광근, 이중우, 농산물 생산량과 기상 요소의 상관관계 분석, 한국환경과학회지 21(4), 461 - 470(2012)
8. 식품공전. 식품의약품안전청(2012)
9. 한국작물보호협회(<http://www.koreacpa.org>)
10. 부산시 홈페이지(<http://www.busan.go.kr>)
11. 심교문, 김건엽, 정현철, 이정택, 지구온난화에 따른 한반도의 농업환경 영향평가와 적응, 한국농림기상학회지, 17(1), 78 - 81(2008)
12. 채서일, 사회과학조사방법론, 비엔엠북스, 302 (2013)
13. 송보영, 이은영, 김건희, 박기환, 기후변화와 식품안전에 대한 소비자 인식에 관한 연구, 소비자분야 통합학술대회, 185 - 190(2012)