

수출 파프리카 재배 농가의 지하수 이온 특성

최기영* · 오정심 · 이철승 · 박성태 · 강투모로우 · 유형주 · 이용범
서울시립대학교 환경원예학과

Ion Characteristics of the Ground Water in Hydroponic Farms of Paprika for Export

Ki Young Choi*, Jeong Sim Oh, Cheol Seung Lee, Sung Tae Park, Narnggerel Gantumur, Hyung Joo Yoo, and Yong-Beom Lee
Dept. of Environ. Hort., The University of Seoul 130-743, Korea

Abstract. To investigate the ground water quality status for paprika hydroponics for export, its pH, EC (electrical conductivity) and inorganic ion concentrations were analyzed in Gangwan-do (27 samples), Gyeonsangnam-do (77 samples) and Jeollanam-do (54 samples) from November 2008 to September 2009. The average values of several components in ground water were as follows; 7.20 (6.57~7.54) in pH, 0.31 (0.05~0.49) dS·m⁻¹ in EC, 97.81 (35.37~161.11) in HCO₃, 5.68 (0.45~15.48) in T-N, 0.67 (0.15~0.70) in P, 2.53 (0.59~6.70) in K, 35.68 (4.15~80.70) in Ca, 7.35 (1.46~14.87) in Mg, 17.89 (3.31~34.82) in Na, 0.01 (0~0.05) in Fe, 0.09 (0~0.51) in Mn, 0.06 (0~0.07) in Zn, and 0.03 (0~0.10) mg·L⁻¹ in Cu, respectively. The values of pH, EC, HCO₃, Ca, Mg and Na in ground water were different depending on areas and farms. Frequency rates were 92.6% of pH 5.0~8.0, 89.3% of EC < 0.5 dS·m⁻¹, 69.5% of HCO₃ < 100, 97.5% of Na < 30, 88.5% of Ca < 40, 97.5% of Mg < 20, 90.1% of Fe < 0.05, 99.6% of Mn < 0.6, and 98.3% of Zn < 0.5 mg·L⁻¹, respectively, which can be used for nutrient fertilizers in hydroponics. The percentage of suitable water quality was 46.3% as 70 sites among the all analyzed ions. The pH value showed high significance of correlations with EC, Mg, HCO₃, Na, and Fe. Also the EC value showed high positive significance with T-N, K, Ca, Mg, HCO₃, Na and Mn.

Key words : EC, ground water quality, hydroponics, pH

서 론

국내 시설원에 산업의 발달은 시설원에 재배면적의 증대뿐 아니라 재배작물의 생산성과 품질이 향상되는 괄목할 만한 성과를 얻는 데 기여하였다. 그러나 1990년대 후반 IMF 이후 정부의 시설원에 지원이 제한되면서 경영이 부실한 시설 농가가 도태되는 어려운 상황이 발생하고, 한편으로는 원예작물의 생산성과 품질 향상을 꾀하는 계기를 마련하면서 대일본 수출이 시작되었다.

2008년 농산물 수출은 44억 달러로 96년 이후 연평균 3%의 지속적인 증가세를 나타내고 있으며 이 중

신선농산물인 원예작물이 큰 증가세를 보이고 있다. 신선원예작물 중에서는 파프리카를 비롯한 토마토, 딸기 등의 과채류와 장미, 국화 등의 화훼류가 수출 품목으로 자리잡고 있다. 또한 품목에 따른 차이는 있으나, 수출재배 면적 중 수경재배 면적은 약 20% 내외로 추정되며 특히 과채류 수경재배 비중이 화훼류에 비해 높은 것으로 나타나고 있다.

국내 파프리카, 토마토 등의 과채류 재배 농가 단위 면적(m²)당 생산성은 네덜란드에 비해 1/2~1/10 수준으로 낮은 실정이다(Lee, 2009). 이는 네덜란드를 비롯한 유럽연합에 속한 높은 기술 수준을 갖춘 국가들이 시설의 현대화, 에너지 투입의 절감, 수경재배 시스템의 도입 등을 통해 작물 생산성 극대화를 도모하였기 때문으로 생각된다.

수경재배에 이용되는 원수는 순수한 물이 이상적이

*Corresponding author: kychoi0706@hanmail.net
Received March 11, 2010; Revised March 17, 2010;
Accepted June 21, 2010

수출 파프리카 재배 농가의 지하수 이온 특성

지만, 가능한 무기성분 농도가 낮은 지하수, 하천수, 빗물 등을 이용하는 것이 좋다. 국내 수경재배 농가는 대부분 지하수를 이용하고 있으며, 지하수의 수질 상태는 작물 재배에 대단히 중요하다. 지역에 따라 원수 중에 Cl, Na, Fe, HCO₃ 등을 다량 함유하는 경우가 있으며, 간혹 Cd, Pb, Cr 등의 중금속이 함유된 경우도 있어 작물 뿐 아니라 생산물이 중금속에 오염될 수 있으므로 미리 작물을 재배하기 전에 원수의 이온 분석을 실시하는 것이 바람직하다.

본 연구는 파프리카 수출단지 재배 농가의 원수 수질을 분석하고, 분석한 결과를 토대로 지역 간 원수 특성을 파악하여 수경재배 기초 자료로 활용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

2008년 11월 27일부터 2009년 9월 15일까지 과채 류공통수출연구사업단에서 지원한 파프리카 수출단지 국내 수경재배 농가의 원수 151점을 분석하였다. 분석 시료의 채취 지역과 채취일은 Table 1과 같으며, 지역별 분석 시료 수는 강원도 27점(강릉시 1점, 철원군 24점, 화천군 2점), 경남 70점(마산시 2점, 진주시 9점, 창원시 10점, 함안군 17점, 함양군 20점, 합천군 12점) 및 전남 54점(강진군 4점, 장흥군 2점, 화순군 40점, 영암군 1점, 영광군 8점)이었다. 주요 분석 항목은 전기전도도(electrical conductivity; EC), pH, HCO₃, T-N,

P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Fe, Mn, Cu 등 13항목을 분석하였다. 분석용 시료는 Watman No. 6 여과지로 여과한 후 전기전도도는 EC 측정기(S30, Mettler Toledo, Germany), pH는 pH 측정기(MP220, Mettler Toledo, Germany), HCO₃는 bicarbonate법, T-N은 켈달법, P는 Ammonium meta vanadate법, K, Ca, Mg, Na, Zn, Fe, Mn 및 Cu는 원자흡광분석기(AA400, Perkin Elmer, USA)를 이용하여 각 파장별로 측정하였다. 자료의 통계 분석은 SAS 프로그램(Window용 V. 9.1)을 이용하였다.

결과 및 고찰

파프리카 수출단지 수경재배 농가의 원수 이온 특성을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 강원, 경남 및 전남에 속한 13개 군의 151개 농가에서 채취한 원수는 평균 pH 7.2, EC 0.31dS · m⁻¹, HCO₃ 97.81, T-N 5.68, P 0.67, K 2.53, Ca 35.68, Mg 7.35, Na 17.89, Fe 0.01, Mn 0.09, Zn 0.06, Cu 0.03mg · L⁻¹ 이었다. 각 도별 원수 이온 함량을 살펴보면, 강원도 원수(27점)는 평균 pH 6.83, EC 0.13dS · m⁻¹, HCO₃ 40.05, T-N 1.20, P 0.13, K 2.32, Ca 12.75, Mg 3.72, Na 7.29 Fe 0.01, Mn 0.05, Zn 0.06, Cu 0.02mg · L⁻¹을, 경남 원수(70점)는 평균 pH 7.14, EC 0.30dS · m⁻¹, HCO₃ 78.06, T-N 4.11, P 0.83, K 2.09, Ca 45.62, Mg 7.05, Na 17.30, Fe 0.02, Mn

Table 1. Number and date of ground water samples analyzed in this study.

Province	Area	Number of sample	Sampling date
Gangwon-do	Gangneung-si	1	26, November, 2008
	Cheorwon-gun	24	10~27, March, 2009
	Hwacheon-gun	2	17, March, 2009
Gyeongsangnam-do	Masan-si	2	16, January, 2009
	Jinju-si	9	13~16, January and 10, March, 2009
	Changwon-gun	10	20~23, March, 2009
	Haman-gun	17	10~15, March 2009
	Hamyang-gun	20	10~15, March 2009
	Hapcheon-gun	12	10~15, March 2009
Jeollanam-do	Gangjin-gun	4	5~7, April, 2009
	Jangheung-gun	2	16, February, 2009
	Hwasun-gun	40	23, April and 11~14, September, 2009
	Yeonggwang-gun	8	10, March, 2009
Total		151	

Table 2. Average of pH, EC and ionic concentration of ground water in hydroponic farms of paprika for export.

Area ^z	pH	EC (dS · m ⁻¹)	(mg L ⁻¹)											
			HCO ₃	T-N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	
Gangwon-do (27)	GN (1)	7.30	0.46	158.60	2.30	0.32	4.01	34.57	6.88	9.06	0.00	0.51	0.05	0.04
	CW (24)	6.77	0.12	35.37	1.35	0.15	2.40	12.12	3.66	7.10	0.01	0.04	0.06	0.02
	HC (2)	7.32	0.11	36.90	1.53	0.45	0.59	9.35	2.85	8.72	0.00	0.03	0.05	0.04
		6.83	0.13	40.05	1.20	0.13	2.32	12.75	3.72	7.29	0.01	0.05	0.06	0.02
Gyeong sangnam-do (70)	MS (2)	7.3	0.40	71.4	2.10	0.70	2.8	29.6	9.5	19.5	0.00	0.00	0.00	0.00
	CJ (9)	7.38	0.36	148.38	2.24	0.38	2.38	27.75	9.95	17.61	0.01	0.26	0.04	0.02
	CW (10)	7.46	0.32	96.75	5.32	0.39	3.25	27.36	5.62	25.21	0.02	0.13	0.10	0.14
	HA (17)	7.54	0.49	115.01	3.51	0.32	2.73	56.33	14.87	34.82	0.01	0.29	0.07	0.01
	HY (20)	6.57	0.23	47.34	7.58	2.19	1.52	80.70	2.98	6.24	0.05	0.04	0.03	0.05
	HC (12)	7.10	0.05	18.99	0.45	0.20	0.95	4.15	1.46	3.31	0.01	0.02	0.06	0.00
	7.14	0.30	78.06	4.11	0.83	2.09	45.62	7.05	17.30	0.02	0.13	0.05	0.04	
Jeollanam-do (54)	GJ (4)	7.58	0.40	142.65	11.26	0.32	3.78	35.00	10.23	24.13	0.00	0.01	0.02	0.00
	CH (2)	7.38	0.28	112.55	15.48	0.20	6.70	28.70	6.40	14.20	0.00	0.02	0.23	0.10
	HS (40)	7.70	0.47	161.11	9.96	0.69	3.79	39.08	9.41	23.59	0.00	0.04	0.06	0.01
	YG (8)	6.88	0.21	66.19	0.87	0.05	1.25	14.83	4.52	19.41	0.00	0.04	0.02	0.00
	7.35	0.35	119.98	7.19	0.13	2.12	31.18	9.93	24.05	0.01	0.02	0.06	0.02	
Total (151)	7.20	0.31	97.81	5.68	0.67	2.53	35.68	7.35	17.89	0.01	0.09	0.06	0.03	

^zGN (Gangneung-si), CW (Cheorwon-gun), HC (Hwacheon-gun), MS (Masan-si), JJ (Jinju-si), CW (Changwon-gun), HA (Haman-gun), HY (Hamyang-gun), HC (Hapcheon-gun), GJ (Gangjin-gun), CH (Jangheung-gun), HS (Hwasun-gun), YK (Yeonggwang-gun), () number of sample.

0.13, Zn 0.05, Cu 0.04mg · L⁻¹을, 전남 원수(54점)는 평균 pH 7.35, EC 0.35dS · m⁻¹, HCO₃ 119.98, T-N 7.19, P 0.13, K 2.12, Ca 31.18, Mg 9.93, Na 24.05, Fe 0.01, Mn 0.02, Zn 0.06, Cu 0.02mg · L⁻¹을 나타내어 지역에 따른 원수 이온 특성은 평균값과 상이하였다. 뿐만 아니라 경남 내에 포함된 마산, 진주, 창원, 함안, 함양, 합천 등 6개시군의 원수를 분석한 결과에서도 평균 pH, EC, HCO₃ 등을 비롯한 T-N, P, K, Ca, Na, Mg 등의 이온 함량은 차이를 보였다. 이와 같이 원수의 특성은 지역에 따라 차이를 보였으며, 같은 지역이라도 농가에 따라서 차이를 보였다. 원수 수질 기준은 네덜란드, 일본, 및 국내 서울시립대에서 제시한 바 있다(Park과 Kim, 1998). 이를 근거로 수경재배 수질 기준인 pH 6.0~7.5, EC 0.3dS · m⁻¹ 이하를 보이는 지역을 살펴보면, 강원도 내 철원군, 화천군, 경남 내 함양군, 합천군, 및 전남 내 영광군 등으로 조사지 13개 시 · 군 중 5개 군이었다. pH의 경우는 조사지역 중 경남 함안군, 전남 강진군과 화순군을 제외한 나머지 10개 시군에서 pH가 적정한 것으로 보이나, EC는 지역에 따른 차이가 컸다. 또한

원수 내의 중탄산 함량은 pH에 영향을 주는 인자로서 Bae 등(1995)이 제시한 단비로 배양액 처방을 해야 하는 중탄산 함량 100mg · L⁻¹ 이상인 지역이 강릉시(1점)를 비롯해 진주시, 함안군, 강진군, 장흥군, 화순군 등 6개 시군이 포함되었고, 합천군, 철원군, 화천군의 평균 중탄산 함량은 각각 18.99mg · L⁻¹, 35.4mg · L⁻¹, 36.9mg · L⁻¹로 비교적 낮은 함량을 보이는 지역도 3지역이 관찰되었다.

수질 기준에 따라 수경재배를 위한 비료 조성은 다를 수 있는 데, Bae 등(1995)은 고품배지경 수경재배 시 A 그룹은 수경재배가 가능한 우수한 수질로 pH 6.0~7.5, EC < 0.3dS · m⁻¹, Na < 10, Ca < 20, Mg < 10, HCO₃ < 50, Fe < 0.03, Mn < 0.2, Zn < 0.15mg · L⁻¹을, B 그룹은 수경재배 전용비료로 배양액을 조성하여 재배할 수 있는 수질로 pH 5.0~8.0, EC < 0.5dS · m⁻¹, Na < 30, Ca < 40, Mg < 20, HCO₃ < 100, Fe < 0.05, Mn < 0.6, Zn < 0.5mg · L⁻¹을, C그룹은 단비로 배양액을 조성하지만 무기 염류의 집적이 우려되어 세척이 필요한 수질로 Na < 60, Ca < 80, Mg < 30, HCO₃ < 200, Fe < 1.0, Mn < 1.0, Zn < 1.0mg · L⁻¹을

수출 파프리카 재배 농가의 지하수 이온 특성

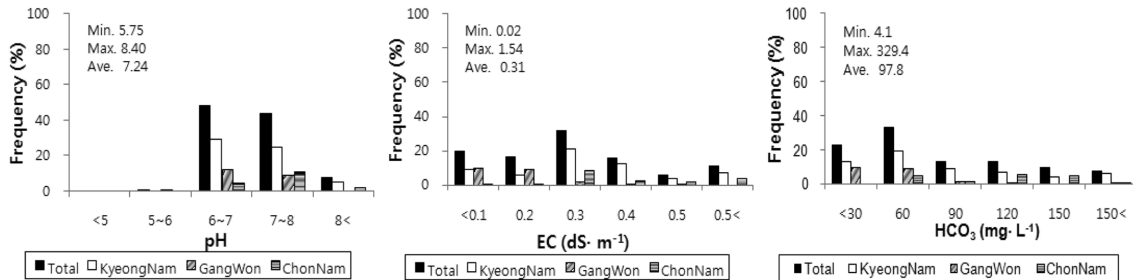


Fig. 1. Frequency distribution of pH, EC, and HCO₃ of ground water in hydroponic farms of paprika for export.

제시하였다. 따라서 원수의 수질 특성을 평가해 보고자 13개 분석 항목에 대한 합량별 분포율을 작성한 결과는 Fig. 1, 2와 같다.

Fig. 1은 원수의 pH, EC 및 HCO₃ 분포도이다. 전체 조사지내의 47.9%가 pH 6.0~7.0, 43.8%가 pH 7.0~8.0 범위에 분포하여 조사지의 pH는 6.0~8.0 범위 내에 91.7%가 포함되었다. 각 도별로 살펴보면 pH 6.0~7.0과 pH 7.0~8.0 범위 비율이 경남은 50.0%, 41.4%, 강원은 55.6%, 40.7%, 전남은 27.3%, 59.1%로 도 지역 내 86.0% 이상이 pH 6.0~8.0 범위에 속하였다. 그러나 전남의 경우는 pH 6.0~7.0 범위의 비율이 경남, 강원에 비해 상대적으로 낮은 분포를 보였는데 이는 영광군(평균 pH 6.88)을 제외한 강진군, 장흥군, 화순군이 pH 7.5를 넘었기 때문인 것으로 나타났다. EC 분포도에 따른 빈도율은 EC 0.1dS·m⁻¹ 이하가 전체의 19.8%, EC 0.1~0.2dS·m⁻¹는 16.5%, EC 0.2~0.3dS·m⁻¹는 31.4%, EC 0.3~0.4dS·m⁻¹는 15.7%였으며, EC 0.5dS·m⁻¹ 이상도 10.7%를 나타내었다. 중탄산 함량 빈도율은 HCO₃<30 mg·L⁻¹가 23.1%, 30~60mg·L⁻¹ 33.1%, 60~90mg·L⁻¹ 13.2%, 90~120mg·L⁻¹ 13.2%, 120~150mg·L⁻¹ 5.8%, 150mg·L⁻¹ 이상도 7.4%로 높았다. 특히 강원도의 경우는 60mg·L⁻¹ 미만이 전체의 20.1%, 강원도 내에서도 85.1%로 높아 원수의 중탄산 함량이 낮은 것을 알 수 있었다.

각 원수내 이온들의 함량 범위에 따른 분포 빈도율은 Fig. 2와 같다. 조사지 평균 Na 함량은 17.9mg·L⁻¹(1.5~115.4mg·L⁻¹)로 전체 조사지 중 Na 15mg·L⁻¹ 이하가 61.2%, 15~30mg·L⁻¹는 25.6%로 조사지 86.8%가 30mg·L⁻¹ 미만에 속해 단비 조성이 가능한 허용수준에 속하는 것으로 조사되었다. 그러나 Na

60mg·L⁻¹ 이상도 전체 조사지의 2.5%로 이는 경남 함안을 중심으로 한 일부 조사지의 Na 함량이 높은 것으로 나타났다. 또한 전남 화순 지역도 Na 30~60mg·L⁻¹이 전남 조사지의 18.4%를 나타내 배양액 pH 변화를 살펴봐야 할 것으로 판단되었다.

조사지의 평균 K 함량은 2.5mg·L⁻¹(0.2~21.4mg·L⁻¹)로, 2mg·L⁻¹ 미만이 전체 조사지의 74.4%, 2~4mg·L⁻¹이 13.2%를 나타내었으며, Ca, Mg 함량에 비해 비교적 낮은 함량을 보였다. 지역적으로 K 2mg·L⁻¹ 미만은 경남 40.8%, 강원 18.5%, 전남 15.1%로 강원과 전남 지역은 도내 빈도율도 80% 이상을 나타냈다. 이들 결과는 Bae 등이 1996년 조사한 수경재배 농가 26개소 K 평균함량 3.6mg·L⁻¹(0.38~24.4mg·L⁻¹)로 2mg·L⁻¹ 이하가 빈도율 50%로 가장 높다고 보고한 결과와 같은 경향을 보였다. 그러나 Heo 등(1997)은 경남의 김해, 창녕, 함안 등 시설원예지 원수(20개소)의 평균 K 함량은 5~9.9mg·L⁻¹로 빈도율 45%를 나타내었으며, 특히 함안지역은 평균 24.5mg·L⁻¹로 높은 K 함량을 보였다고 보고하여 경남 평균 K 함량인 2.09mg·L⁻¹, 함안 지역내 평균 K 함량인 2.73mg·L⁻¹보다 높을 뿐 아니라 분포율과도 차이가 있었다. 이는 원수의 이온 함량은 조사지, 관정 깊이, 강우량 뿐 아니라 같은 조사지라도 계절에 따라 영향을 받는다고 Shin 등(1998)이 보고한 바와 같이 같은 지역이라도 채수지에 따른 농가 간 차이가 평균 K 함량 및 분포에 차이를 준 것으로 보인다.

조사지 Ca 함량은 평균 35.7(0.3~244.2) mg·L⁻¹로 20mg·L⁻¹ 미만과 20~40mg·L⁻¹가 전체 조사지의 43.8%, 29.8%를 나타내었다. Ca 40mg·L⁻¹ 미만 빈도율이 강원과 전남은 도내 빈도율 100%, 86.4%를 보인 반면 경남은 58.6%로 낮아 경남은 40mg·L⁻¹

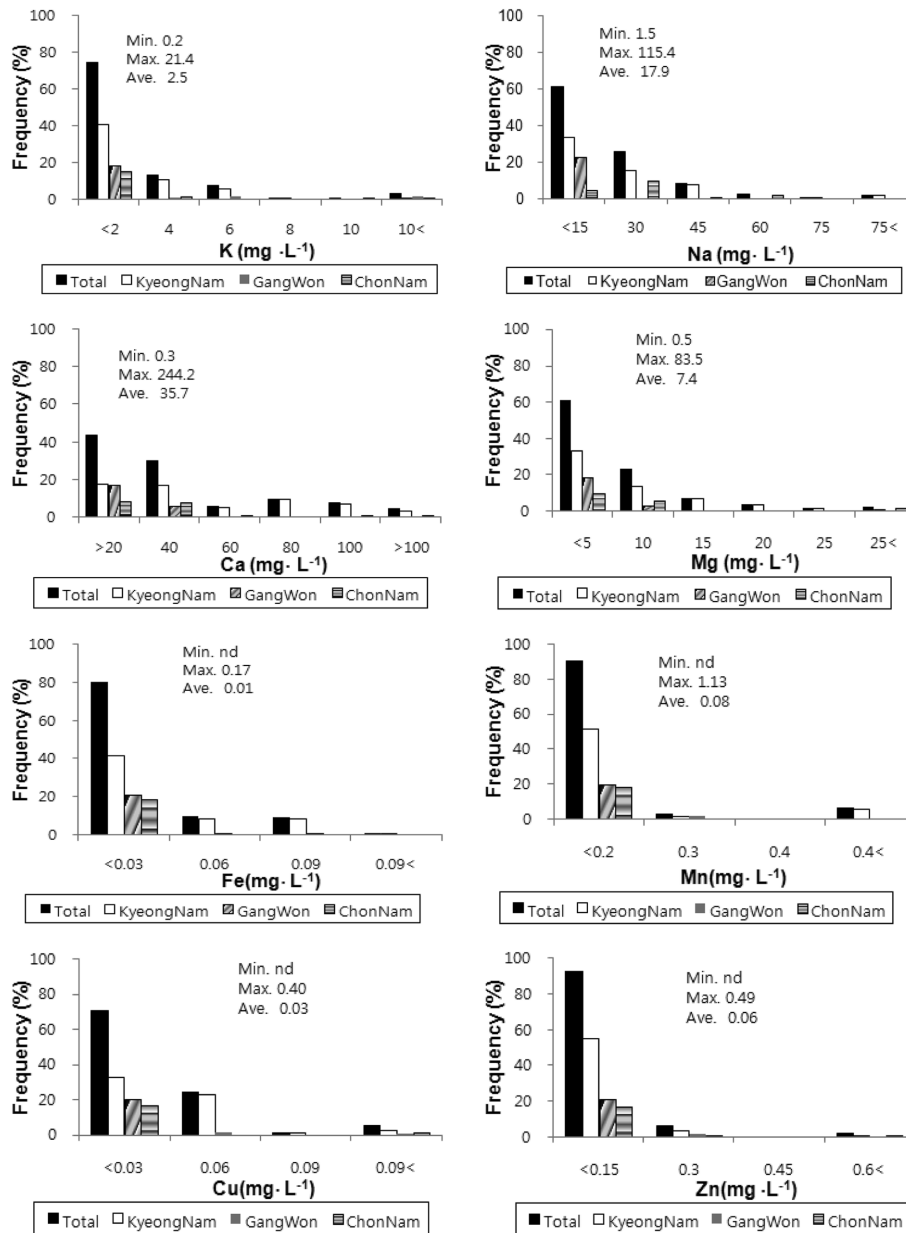


Fig. 2. Frequency distribution of Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, and Zn of ground water in hydroponic farms paprika for export.

이상을 나타낸 농가가 상당 수 포함되었음을 보였다. 한편 Ca 40~80mg · L⁻¹은 염류 집적이 우려되므로 세척 또는 배양액 관리에 주의해야 할 농도인데 Ca 80mg · L⁻¹ 이상도 전체 조사지의 11.5%로 나타났다. 이는 경남 함안과 전남 화순군을 중심으로 한 일부 농가가 여기에 포함되어 있어 배양액 처방 및 관리시

주의해야 할 것으로 판단되었다. Mg 함량은 평균 7.4mg · L⁻¹(0.5~83.5mg · L⁻¹)으로 5mg · L⁻¹ 미만이 전체의 61.2%, 5~15mg · L⁻¹은 30.5% 빈도율을 나타내었으며, 지역별로 경남, 강원, 전남의 Mg 15mg · L⁻¹ 미만이 각각 90%, 96.3%, 90.9%로 90% 이상이 이 범위에 포함되었다.

수출 파프리카 재배 농가의 지하수 이온 특성

조사지 내 Fe 함량 범위는 평균 $0.01\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ($0 \sim 0.17\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 범위로 $0.3\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 미만이 전체 조사지의 80.2%가 포함되어 비교적 양호한 원수 수질을 나타내었으나 경남의 일부 지역에서는 $0.09\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 이상의 Fe 함량이 높은 원수를 함유하는 농가도 관찰되었다. 조사지 내 Mn 함량은 평균 $0.08\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (N.D.~ $1.13\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)로 $0.2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 미만이 전체의 90.1%를, Zn 함량은 평균 $0.06\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (N.D.~ $0.49\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)로 Zn $0.15\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 미만이 전체의 92.6%를, Cu 함량은 평균 $0.03\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (N.D.~ $0.40\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)로 Cu $0.03\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 미만이 전체의 70.0%를 보여 대체로 우수한 수질임을 보였다. 그러나 경남의 함안과 진주의 경우 Mn 함량이 $0.5 \sim 1.0\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 인 원수를 사용하는 농가도 있는 것으로 분석되어 일부 농가의 배양액 조성시에 주의가 필요할 것으로 생각되었다. 이 결과는 Shin 등(1998)이 조사한 지역과 같은 진주, 창원 함안, 합천 등의 Fe, Mn, Zn, Cu 등 미량원소 이온 특성은 비교적 같은 결과를 보여 시간 경과에 따른 원수 수질 특성에는 큰 변동이 없는 것으로 판단되었다.

각 항목간의 상관관계를 검토한 결과는 Table 3과 같다. pH와 1% 유의수준에서 정의 상관관을 나타내는 항목은 EC(0.486), HCO_3 (0.708) 및 Na(0.470), 부의 상관관을 나타내는 항목은 Fe(-0.246) 이었다. EC는 T-N(0.497), K(0.155), Ca(0.595), Mg(0.562), HCO_3 (0.660), Na(0.808), Mn(0.326) 등이 1% 또는 5%의 유의 수준에서 정의 상관관을 나타내었다. 원수의 수질 분석에서 가장 기본적이면서 간단하게 재측하는 항목

은 pH와 EC로서 pH는 원수 내에 포함된 HCO_3 함량이 pH에 결정적인 영향을 미칠 수 있다. HCO_3 와 Ca(0.329), Mg(0.353) 이온 간에 1% 유의수준에서 정의 상관관을 나타내고 있어 Ca, Mg가 탄산염의 형태로 결합되어 있을 것으로 판단되었다. 또한 EC는 원수 내에 존재하는 모든 이온의 합으로 T-N, K, Ca, Mg, Na의 다량 성분 외에 Mn 이온의 기여도가 높았다. Mn 이온이 높으면 Fe가 결핍되기 쉬운데, 철 공급 비료원으로 주로 사용하는 킬레이트철도 Ca, Mn, Zn, Cu 등이 높으면 킬레이트에서 철을 빼내어 침전 [$\text{Fe}(\text{OH})_3$]이 생기므로 배양액 관리에 주의가 요구되리라 본다. Kim 등(2008)도 시설재배시 지하수 원수에 미치는 인자 중 제일 큰 영향을 주는 인자로서 시기 별로 모두 EC, Ca, Mg, Cl, SO_4 등의 양이온 또는 음이온을 제시하였으며, 본 연구에서도 이들 항목들이 서로 밀접한 상관성을 보이므로 원수의 수질을 분석할 때에는 이들 항목을 중심으로 우선적으로 분석되어야 할 것으로 생각된다.

이와 같이 같은 지역 내에서도 농가 위치에 따른 이온 특성은 달라 pH, EC를 비롯한 분석 항목 13항목 간에 차이를 보였다. 또한 Bae 등(1995)이 제시한 각 이온의 단비 조성 기준으로 pH 92.6%, EC 89.3%, Ca 88.5%, Mg 97.5%, Na 97.5%, HCO_3 69.5%, Fe 90.1%, Mn 99.6%, Zn 98.3%의 농가가 상회하였으며, 측정된 전체 이온 항목이 단비 조성에 적합한 수질은 70개소로 46.3%를 나타내었다. 따라서 이들 원수를 정확히 분석하여 작물 재배 기준에 맞게

Table 3. Correlation coefficients among chemical components in the ground water used for hydroponic farms of paprika for export (n = 151).

	pH	EC	T-N	P	K	Ca	Mg	HCO_3	Na	Fe	Mn	Zn
EC	0.486**											
T-N	0.143	0.497**										
P	-0.106	-0.020	0.132									
K	-0.071	0.155*	0.113	-0.052								
Ca	0.058	0.595**	0.505**	0.317*	0.007							
Mg	0.167*	0.562**	0.448**	-0.084	0.078	0.388**						
HCO_3	0.708**	0.660**	0.316**	-0.025	0.043	0.329**	0.353**					
Na	0.470**	0.808**	0.208**	-0.050	0.046	0.340**	0.320**	0.465**				
Fe	-0.246**	-0.115	0.031	0.179*	-0.087	0.241**	-0.135	-0.148	-0.181*			
Mn	0.111	0.326**	-0.072	-0.024	0.069	0.225**	0.237**	0.206**	0.272**	-0.047		
Zn	0.038	0.025	0.079	-0.046	0.123	0.001	0.221**	0.030	0.019	-0.057	-0.029	
Cu	0.029	-0.025	0.039	0.072	-0.037	0.117	0.045	0.003	-0.075	0.149	0.076	0.201**

*,** significant at 5% and 1% levels, respectively.

설정 농도에서 원수로 공급되는 성분량을 제외하고 배양액으로 공급하는 것이 바람직하다. 또한 항목간 상관 분석 결과 pH, EC, Ca, Mg, HCO₃⁻ 등의 이온 등은 원수 분석시 우선적으로 분석해야 할 항목으로 판단되었다.

적 요

파프리카 수경재배 농가에서 사용하고 있는 지하수 수질을 조사하기 위해, 강원도(27점), 경상남도(70점), 전라남도(54점) 지역에서 채취한 지하수의 pH, EC 및 무기이온의 농도를 2008년 11월부터 2009년 9월까지 분석하였다. 평균적으로 pH 7.2(6.57~7.54), 전기전도도(EC) 0.31(0.05~0.49) dS · m⁻¹, HCO₃⁻ 97.81(35.37~161.11), T-N 5.68(0.45~15.48), P 0.67(0.15~0.70), K 2.53(0.59~6.70), Ca 35.68(4.15~80.70), Mg 7.35(1.46~14.87), Na 17.89(3.31~34.82), Fe 0.01(0~0.05), Mn 0.09(0~0.51), Zn 0.06(0~0.07), Cu 0.03(0~0.10) mg · L⁻¹을 나타내었다. 지역과 농가에 따라 지하수의 pH, EC, HCO₃⁻, Ca, Mg, Na 이온 특성은 차이를 나타내었다. 수경재배 전용-비료로 배양액 조성이 가능한 범위 빈도율은 pH 5.0~8.0이 92.6%, EC < 0.5 dS · m⁻¹ 미만 89.3%, Na < 30 미만 97.5%, Ca < 40 미만 88.5%, Mg < 20 미만 97.5%, HCO₃⁻ < 100 미만 69.5%, Fe < 0.05 미만 90.1%, Mn < 0.6 미만 99.6%, Zn < 0.5 mg · L⁻¹ 미만 98.3% 이었다. 이상의 측정된 전체 이온 항목이 단비 조성에 적합한 수질은 70개소로 46.3%을 나타내었다. pH는 EC, Mg, HCO₃⁻, Na, 및 Fe 이온과, EC는 T-N, K, Ca, Mg, HCO₃⁻, Na, 및 Mn과 유의한 상관성을 보였다.

주제어 : EC, pH, 수경재배, 지하수 수질

사 사

본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업의 지원으로 수행되었음.

인 용 문 헌

1. Bae, J.H., Y.R. Cho, and Y.B. Lee. 1995. Field survey for well water quality in hydroponic farms. Korean Journal of Bio-Environment Control 4(1):80-88.
2. Kim, J.H., C.M. Choi, J.S. Lee, S.G. Yun, J.T. Lee, K.R. Cho, S.J. Lim, S.C. Choi, G.J. Lee, Y.S. Kwon, K.C. Kyung, M.J. Uhm, H.K. Kim, Y.S. Lee, C.Y. Kim, S.T. Lee, and J.S. Ryu. 2008. Characteristics of groundwater quality for agricultural irrigation in plastic film house using multivariate analysis. Korean Journal of Environmental Agriculture 27(1):1-9.
3. Lee, G.J., B.G. Kang, K.Y. Lee, T. Yun, S.G. Park, and C.H. Lee. 2007. Chemical characteristics of ground water for hydroponics and waste nutrient solution after hydroponics in Chungbuk area. Korean Journal of Environmental Agriculture 26(1):42-48.
4. Lee, J.H. 2009. Research on actual management condition of greenhouse horticulture in the Netherlands. Rural development administration. Suwon. Korea. pp156-157.
5. Park, K.W. and Y.S. Kim. 1998. Hydroponics. Academic Press. Seoul. pp59-64.
6. Shin, W.K., Y.H. Lee, S.G. Cheon, Y.H. Hwang, and K.H. Cho. 1998. Ionic characteristics of the ground water for hydroponics in Kyeongnam area. Korean Journal of Bio-Environment Control 7(3): 246-242.