

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|--------|---------|--------------|------------|
| 어젠다코드 | 1 - 1 - 3 | | 수행시기 | 전반기 (계속) | |
| 기술분야코드 | V2 | 기술유형코드 | E01 | 작목구분코드 | VC-02-1001 |
| 과제종류 | 기관고유 | | 과제번호 | LP004088 | |
| 과제명 | 기후변화 대응 고랭지 작물 안정생산 기술 개발 | | | | |
| 과제책임자 | 성명 | | 직급 | 소속기관 및 부서 | |
| | 임수정 | | 농업연구관 | 강원도원 환경농업연구과 | |
| 연구기간 | 2019 ~ 2021 | | 참여연구기관 | - | |
| 세부과제명 | | | 부서 | 세부책임자 | 연구기간 |
| 2) 고랭지배추의 폭염 대응 기술 개발 | | | 환경농업연구과 | 임수정 | '19~'21 |
| 색인용어 | 기후변화, 고랭지, 폭염, 안정재배 | | | | |

Abstract

Although Chinese cabbage is a cooling-friendly vegetable, temperature adaptability is different depending on the growth stage. The productivity of high land Chinese cabbage is on the decline from 3,544kg/10a in the 1990s to 3,089 in the 2000s. Therefore, this study was conducted from 2019 to 2021 to find a method to reduce heatwave damage for stable production of Chinese cabbage in high land. It was treated with 0.6% calcium chloride, 10ppm salicylic acid, 0.3% calcium chloride + 5ppm salicylic acid, amino acids, etc. There was no significant difference in the meteorological factors and the incidence rate of diseases such as soft rot disease in highland regions as the difference in maximum temperature was only 0.4°C. Accordingly, the incidence rate decreased. Relative humidity was similar to precipitation.

Heat damage includes all kinds of mineral nutrient deficiency, disease outbreaks, and damage caused by continuous cropping. For the stable production of Chinese cabbage, calcium chloride and calcium carbonate are calcium and boron deficiency reducing agents, salicylic acid is resistance enhancers, and amino acids and chlorella are used for stable production of Chinese cabbage. The test was performed by treatment with a growth promoter. Maebongsan cabbage yield was the highest at 5,782kg/10a when CaCl₂ 0.3% + SA 5mg/L was treated. In amino acid treatment was the most at 1,114kg/10a. In Sangami, the conventional group treated with diniconazole had the most at 6,270kg/10a, which was considered to be the reason why the weight was heavy at 1.9kg/ea and the product rate was also high at 75%. Although the test was performed with the same treatment in each region, it was difficult to obtain consistent results.

1 연구목표

배추는 호냉성 채소이지만 생육단계에 따라 온도 적응성이 다르다. 종자가 발아하여 결구를 하기 전까지는 22℃ 정도의 온도범위에서도 생육이 가능하지만 결구기 이후에는 18℃ 내외의 서늘한 온도 조건에서 결구가 촉진되어 결국 가장 조건은 20℃ 전후로 알려져 있다.(백신철, 2014, 황선웅, 2003) 우리나라의 여름기후는 온도가 높아 배추를 정상적으로 재배하기 위해서는 강원도의 매봉산을 비롯한 고랭지에서 여름배추를 재배 하고 있고, 6월 중순경에 정식하여 8월 하순경에 수확하는 고랭지 배추가 안정성을 유지하고 있었으나 폭염일수가 1981년~2010년 0.1일에서 2011~2018년 1.8일, 2018년에는 8일로 폭염에 의한 고랭지배추의 피해가 증가하는 등 고랭지배추의 생산성은 90년대 3,544kg/10a에서 2000년대 3,089로 감소하는 추세이다. 따라서 본 연구는 고랭지 배추의 안정생산을 위하여 폭염 피해를 저감 할 수 있는 방법을 구명하고자 2019년부터 2021년까지 수행하였다.

2 재료 및 방법

1년차는 고랭지배추 주 생산지인 매봉산 등 3지역의 기상환경을 조사 하였고, 포장시험은 태백 매봉산(1,100m), 강릉 왕산(700m), 삼척 하장(850m)에서 농가관행인 디니코나졸과 염화칼슘을 엽면처리 하여 수행하였다. 배추의 품종은 청광이었고 파종일은 5.20., 5.27., 6.8., 정식일은 6.15., 6.28., 7.1.이었다. 2, 3년차는 태백 상사미동(700m), 귀네미(1,000m), 매봉산(1,200m)에서 염화칼슘 0.6%, 살리실산 10ppm, 염화칼슘 0.3%+살리실산 5ppm, 아미노산제 등으로 처리내용을 구체화 하여 수행하였으며, 처리간격은 정식 1주일 후부터, 2주 간격으로 하였다. 농가관행은 디니코나졸을 사용하였는데, 정식 2일전 처리하였다. 시험에 사용한 배추품종은 춘광이었다. '20년 파종일은 5.14., 6.5., 5.25., 정식일은 6.10., 7.1., 6.19. 이었고, '21년 파종일은 5.12., 6.7., 6.7., 정식일은 6.10., 6.28., 6.28., 이었다. 고랭지 기상은 농촌진흥청 농업기상자료를 활용하였고, 토양시료채취와 분석은 “토양화학분석법”(2010, 농촌진흥청), 생육 및 수량조사는 “농업화학기술 연구조사분석기준”(2012, 농촌진흥청)에 준하였다. 작물을 재배하기 위한 시비량은 검정시비량에 준하였다.

3 결과 및 고찰

<1년차>

표고별 기상환경 조사를 위해 강릉 왕산 등 4지역의 기상을 조사하였다(표 1). 표고가 높을수록 최저 온도 등 온도요인은 낮아지는 경향이었고, 백(2014) 등이 주장한 배추의 생육온도 범위에 있는 것으로 생각되고, 강수량은 표고별 특별한 경향이 없었다.

표 1. '18~'19년도 고랭지배추 재배지 기상환경

| 조사장소 | 2018. 6월~8월 | | | | 2019. 6월~8월 | | | |
|-------------------|-------------|------|------|-------------|-------------|------|------|-------------|
| | 최저온도 | 최고온도 | 평균 | 강수량 (mm) | 최저온도 | 최고온도 | 평균 | 강수량 (mm) |
| | 평균 | 평균 | 온도 | | 평균 | 평균 | 온도 | |
| | | (°C) | | (°C) | | | | |
| 강릉 왕산 대기리 (698m) | - | - | - | - | 15.0 | 23.0 | 18.7 | 942.5 |
| 삼척 하장 (850m) | 13.5 | 23.3 | 18.1 | 790.0 | 13.5 | 22.8 | 17.8 | 681.5 |
| 강릉 왕산 안반덕 (1000m) | 14.8 | 22.5 | 17.9 | 994.2 | 14.6 | 21.9 | 17.7 | 876.5 |
| 태백 매봉산 (1100m) | 14.9 | 20.8 | 17.6 | 877.5 | 14.4 | 20.2 | 17.0 | 937.0 |

표 2는 4지역의 폭염일수를 보여주고 있다. 왕산 대기리의 경우 폭염발생은 없었다. 삼척 하장의 경우 '18년은 13일, 19년은 1일로 측정되었고, 왕산 안반덕은 '18년 6일, '19년 2일, 태백 매봉산은 '18년 2일, '19년 0일로 측정되었다. 본 데이터는 2년간의 기상만 측정 한 것으로 면밀한 조사를 위해 최소 10년 이상의 데이터 축적이 필요 할 것으로 본다.

표 2. '18~'19년도 고랭지배추 재배지 폭염(30°C)발생 일수

| 조사장소 | 2018. 6월~8월 | | 2019. 6월~8월 | |
|-------------------|--------------------------|---------|-------------|---------|
| | 발생일자(월.일) | 발생일수(일) | 발생일자(월.일) | 발생일수(일) |
| 강릉 왕산 대기리 (698m) | - | - | - | 0 |
| 삼척 하장 (850m) | 7.20~7.27, 8.1~8.4, 8.13 | 13 | 8.2 | 1 |
| 강릉 왕산 안반덕 (1000m) | 7.20~22, 7.24, 7.26, 8.3 | 6 | 7.14, 8.4 | 2 |
| 태백 매봉산 (1100m) | 7.21~22 | 2 | - | 0 |

농가는 배추 재배 시 디니코나졸을 유묘기와 재배 중에도 처리하는 것으로 알려져 있다. 디니코나졸을 처리 할 시 배추의 웃자람을 방지하여 단단하게 자랄수 있게 한다. 염화칼슘은 배추의 폭염피해를 저감 할 수 있는 물질로 알려져 있다(2010. 원예연구소). 염화칼슘의 폭염피해 방지효과를 구명하기 위해 포장시험을 수행하였다.(표 3) 3지역의 배추 구중은 1.0kg/주~2.6 이었는데 3지역의 일관성 있는 결과는 아니어서 염화칼슘과 배추의 생육·수량과의 연관성은 찾지 못하였다.

표 3. 배추 생육 및 수량

| 위치 | 처리 | 구폭 (cm) | 구고 (cm) | 주중 (kg) | 바깥잎 (매/주) | 안쪽잎 (매/주) | 구중 (kg) |
|-----------|-------|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------------|
| 강릉 왕산 | 디니코나졸 | 18.6 | 28.6 | 3.8 | 30 | 68 | 2.1 b [♪] |
| | 염화칼슘 | 18.5 | 30.4 | 4.2 | 27 | 61 | 2.6 a |
| 삼척 하장 | 디니코나졸 | 14.0 | 24.1 | 2.2 | 29 | 40 | 1.3 a |
| | 염화칼슘 | 13.7 | 21.5 | 1.9 | 28 | 52 | 1.0 b |
| 태백 매봉산 | 디니코나졸 | 14.7 | 22.1 | 2.1 | 15 | 62 | 1.5 b |
| | 염화칼슘 | 17.1 | 26.5 | 3.0 | 17 | 86 | 2.4 a |

♪ Duncan's multiple range test(0.05)

<2, 3년차>

배추 주산지인 태백을 중심으로 한 기상은 표 4와 같다. '19~'20년 동안 알려진 바와 달리 최고기는 평균은 감소 추세이며, 강수량은 '20년 특이 기상에 의해 예년에 비해 많았으며, 습도는 증가하는 경향이였다. 그림 1은 고랭지 지역의 기상요인과 무름병 등 병해의 발병률을 보여주고 있다. 최고온도의 차이가 0.4℃로 미미하여 큰 차이는 없었으며, 강수량이 증가할 때 발병률이 증가하다('19~'20), 강수량 감소('21)에 따라 발병률은 감소하였다. 상대습도도 강수량과 비슷한 결과였다.

표 4. 배추 생육기 기상비교(6월~9월)

| 구분 | 최고기온 평균(최고) (℃) | | | 강수량(mm) | | | 습도(%) | | |
|-----|-----------------|----------------|----------------|---------|------|-----|-------|------|------|
| | '19 | '20 | '21 | '19 | '20 | '21 | '19 | '20 | '21 |
| 매봉산 | 20.4 (27.4) | 20.2 (30.2) | 20.0 (27.4) | 7.7 | 10.6 | 6.9 | 79.0 | 81.7 | 82.6 |
| 귀네미 | 22.2 (30.0) | 22.1 (32.4) | 21.9 (30.1) | 10.7 | 13.5 | 2.6 | 86.2 | 86.3 | 89.9 |

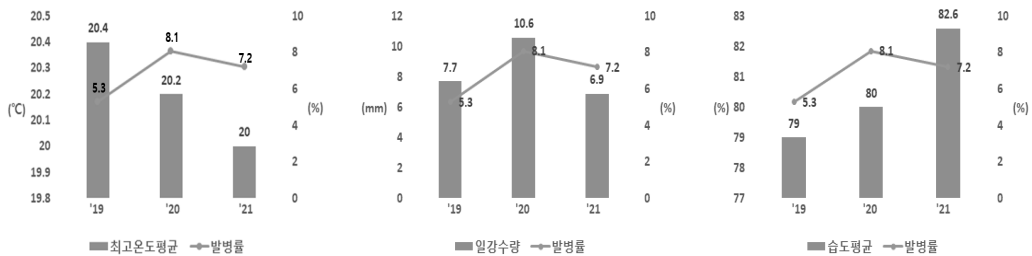


그림 1. 기상요인과 병해 방병률 비교

태백 3지역(매봉산, 귀네미, 상사미)의 배추에 대한 폭염 저감제 처리결과에 따른 배추의 생육 및 수량은 표 5와 같다. 폭염피해란 각종 무기양분의 결핍, 병해의 발병, 연작으로 인한 피해 등을 총 망라하는데 배추의 안정생산을 위해 염화칼슘과 탄산칼슘은 칼슘과 붕소결핍 저감제로, 살리실산은 저항성 증진제로, 아미노산, 클로렐라는 생장촉진제로 처리하여 시험을 수행하였다. 매봉산의 배추수량은 CaCl₂ 0.3% + SA 5mg/L 처리 시 5,782kg/10a로 가장 많았는데 이는 수량구성요소인 배추의 구중의 의한 것이 아니고, 상품률이 73%로 많은 결과로 생각되며, 귀네미 에서는 아미노산제 처리가 1,114kg/10a 로 가장 많았으나, 절대수량이 적어 처리효과를 기대 할 수 없었다. 상사미에서는 디니코나졸을 처리한 관행구에서 6,270kg/10a로 가장 많았는데 이는 구중도 1.9kg/주로 무거웠고, 상품율도 75%로 많은 이유로 생각된다. 각 지역에 같은처리로 시험을 수행하였으나 일관된 결과를 얻기 어려웠다. 기후변화와 더불어 고랭지 지역의 온도상승에 따른 폭염피해 저감을 위해 본 시험을 수행하였으나 폭염피해의 양상요인이 다양하여 종합적인 결론을 내리는 것은 불가능하며, 이 등(2001)이 주장한 배추 하엽황화 증산은 재배온도와 토양수분 조건, 이 등이(2006) 주장한 배추의 연작장해 저감을 위한 작물별 윤작 효과 등의 결과와 같이 기상·토양·생리생태 등으로 분류하여 면밀한 시험 결과에 의한 종합적인 고랭지 배추 매뉴얼이 필요할 것으로 생각된다.

표 5. 배추 수확기 생육 및 수량(2020~2021)

| 처리 | 매봉산 | | | 귀네미 | | | 상사미 | | |
|------------------------------------|--------------|------------|-----------------------|--------------|------------|----------------|--------------|------------|----------------|
| | 구중 (kg/주) | 상품율 (%) | 수량 (kg/10a) | 구중 (kg/주) | 상품율 (%) | 수량 (kg/10a) | 구중 (kg/주) | 상품율 (%) | 수량 (kg/10a) |
| 관행 | 1.9 | 61 | 5,099 b ¹⁾ | 1.1 | 17 | 823 ab | 1.9 | 75 | 6,270 a |
| CaCl ₂ 0.3% + SA 5mg/L | 1.8 | 73 | 5,782 a | 1.0 | 19 | 836 ab | 1.3 | 72 | 4,118 c |
| CaCl ₂ 0.3% + Chl. 500× | 2.0 | 60 | 5,280 b | 1.1 | 21 | 1,016 a | 1.9 | 74 | 6,186 a |
| AA | 2.1 | 59 | 5,452 ab | 1.3 | 20 | 1,144 a | 1.9 | 73 | 6,103 a |
| CaCl ₂ 0.6% | 2.0 | 62 | 5,456 ab | 1.3 | 15 | 858 ab | 1.7 | 78 | 5,834 ab |
| (CaCO ₃ 0.6%) | 1.5 | 65 | 4,290 c | 1.0 | 19 | 836 ab | 1.2 | 73 | 3,854 d |
| (Chl. 500×) | 1.5 | 62 | 4,092 c | 0.7 | 21 | 647 c | 1.3 | 75 | 4,290 c |
| (AA + SA) | 1.5 | 61 | 4,026 c | 0.7 | 20 | 616 c | 1.4 | 78 | 4,801 b |

※ SA - Salisilic acid, Chl. - Chlorella, AA - Amino acid

처리효과는 '20~'21 평균, ()는 '20 단년효과

1) Duncan's multiple range test(0.05)

표 6은 지역별 처리에 따른 토양의 화학성을 보여주고 있다 매봉산과 상사미의 시험전 토양중 pH는 7.2와 7.4로 높은 경향이었는데, 이는 태백지역이 석회암 지대인 이유인 것으로 생각된다. 시험후 토양의 화학성은 전체적으로 특별한 차이는 없었다. 시험처리제가 토양의 화학성을 변화게 할수 있는 물질이 아닌 결과로 생각된다.

표 6. 시험전 · 후 토양의 화학성 비교('20~'21)

| 지역 | 처 리 | pH | EC | SOM | Ca | K | Mg | P ₂ O ₅ |
|-----|------------------------------------|-----|------|------|------------|-----|-----|-------------------------------|
| | | 1:5 | dS/m | g/kg | cmol(+)/kg | | | mg/kg |
| 매봉산 | 시험전 | 7.2 | 2.2 | 40 | 6.2 | 1.1 | 2.1 | 862 |
| | 관행 | 7.2 | 2.1 | 41 | 6.2 | 1.2 | 2.2 | 978 |
| | CaCl ₂ 0.3% + SA 5mg/L | 7.2 | 2.0 | 42 | 6.4 | 1.2 | 2.1 | 1,024 |
| | CaCl ₂ 0.3% + Chl. 500× | 7.2 | 2.3 | 39 | 6.5 | 1.3 | 2.3 | 968 |
| | AA | 6.9 | 1.9 | 42 | 6.2 | 1.1 | 2.1 | 875 |
| | CaCl ₂ 0.6% | 7.0 | 2.1 | 41 | 6.2 | 1.2 | 2.0 | 898 |
| 귀네미 | 시험전 | 6.3 | 2.3 | 43 | 6.3 | 1.9 | 1.3 | 1,013 |
| | 관행 | 6.5 | 2.1 | 41 | 5.3 | 1.6 | 1.2 | 1,121 |
| | CaCl ₂ 0.3% + SA 5mg/L | 6.5 | 1.6 | 40 | 5.2 | 1.7 | 1.3 | 989 |
| | CaCl ₂ 0.3% + Chl. 500× | 6.5 | 1.5 | 41 | 6.2 | 1.6 | 1.6 | 1,025 |
| | AA | 6.2 | 1.9 | 35 | 5.3 | 1.5 | 1.4 | 954 |
| | CaCl ₂ 0.6% | 6.7 | 2.1 | 39 | 5.6 | 1.2 | 1.4 | 965 |
| 상사미 | 시험전 | 7.4 | 4.9 | 62 | 13.0 | 1.7 | 2.3 | 970 |
| | CaCl ₂ 0.3% + SA 5mg/L | 7.5 | 2.9 | 78 | 9.8 | 2.1 | 2.5 | 1,231 |
| | CaCl ₂ 0.3% + Chl. 500× | 7.4 | 3.5 | 54 | 6.5 | 2.3 | 2.4 | 1,541 |
| | AA | 7.5 | 3.2 | 65 | 8.7 | 2.1 | 2.3 | 1,132 |
| | CaCl ₂ 0.6% | 7.2 | 2.9 | 58 | 9.8 | 1.9 | 3.1 | 987 |
| | 염화칼슘 0.6% | 7.2 | 3.5 | 61 | 12.1 | 1.8 | 3.0 | 999 |

4 적 요

- 가. '19~'21년 동안 알려진 바와 달리 최고기온 평균은 20.4°C에서 20.0으로 감소 추세이며, 강수량은 '20년 특이 기상'에 의해 예년에 비해 많았으며(10.6mm/일), 습도는 '19년 79%에서 '21년 82.6%로 증가하는 경향이였다.
- 나. 일 최고온도 평균과 병해 발병률은 일정한 경향이 없었는데, 최고온도의 차이가 0.4°C로 미미했기 때문인 것으로 생각되며, 강수량이 증가할 때 발병률이 증가하다('19년 5.3%~'20년 8.1%), 강수량 감소('21)에 따라 발병률은 감소하였다(7.2%). 상대습도도 강수량과 비슷한 결과였다.
- 다. 매봉산의 배추수량은 CaCl₂ 0.3% + SA 5mg/L 처리 시 5,782kg/10a로 가장 많았는데 이는 수량구성요소인 배추의 구중의 의한 것이 아니고, 상품률이 73%로 많은 결과로 생각되며, 귀네미에서는 아미노산제 처리가 1,114kg/10a 로 가장 많았으나, 절대수량이 적어 처리효과를 기대할 수 없었다. 상사미에서는 디니코나졸을 처리한 관행구에서 6,270kg/10a로 가장 많았는데 이는 구중도 1.9kg/주로 무거웠고, 상품율도 75%로 많은 이유로 생각된다.
- 라. 매봉산과 상사미의 시험전 토양중 pH는 7.2와 7.4로 높은 경향이었는데, 이는 태백지역이 석회암 지대인 이유인 것으로 생각된다. 시험후 토양의 화학성은 전체적으로 특별한 차이는 없었다.

5 인용문헌

- 농촌진흥청. 2010. 토양화학 분석법
- 농촌진흥청. 2012. 농업과학기술 연구조사분석기준
- 농촌진흥청. 2019. 작물별 비료사용처방(4차 개정본)
- 백신철, 이정도, 홍석영. 2014. 항공영상과 객체기반 분류를 이용한 고랭지 배추 재배면적 추정. 한국토양비료학회 추계학술발표 논문 초록집. p. 113
- 이계준, 이정태, 이춘수, 안재훈, 신관용. 2001. 고랭지배추의 하엽황화증상 발생원인 분석. 한국토양비료학회 추계학술발표 논문 초록집. p. 91
- 이정태, 김점순, 이계준, 전용익, 장용선, 황선웅. 2006. 한국토양비료학회. 고랭지배추 뿌리혹병 방제를 위한 윤작 효과. 한국토양비료학회 추계학술발표 논문 초록집. p. 241
- 황선웅, 이주영, 홍성창, 박양호, 윤승길, 박문희. 2003. 고랭지 배추의 고온장해 원인 해석. 한국토양비료학회지. 36권 6호. pp 417-422

6 연구결과 활용

| 연도(연차) | 활용방안 | 제 목 |
|----------|------|----------------------------|
| 2021(3년) | 컨설팅 | 태백 고랭지대 농가 토양분석 및 컨설팅(14건) |

| 성과지표명 | 연도 | | 1년차(2019) | | 2년차(2020) | | 3년차(2021) | | 계 | |
|-------|----|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|----|----|
| | 목표 | 실적 | 목표 | 실적 | 목표 | 실적 | 목표 | 실적 | 목표 | 실적 |
| 컨설팅 | - | - | - | - | - | 14 | - | - | - | 14 |
| 계 | - | - | - | - | - | 14 | - | - | - | 14 |

7 연구원 편성

| 구분 | 소속 | 직급 | 성명 | 수행업무 | 참여년도 | | |
|--------|---------|-------|-----|---------|------|-----|-----|
| | | | | | '19 | '20 | '21 |
| 과제책임자 | 환경농업연구과 | 농업연구관 | 임수정 | 과제 총괄 | - | - | ○ |
| 1세부책임자 | 환경농업연구과 | 농업연구관 | 임수정 | 세부주관 수행 | - | - | ○ |
| 공동연구자 | 환경농업연구과 | 농업연구사 | 서영호 | 평가분석 지원 | ○ | - | - |
| | 환경농업연구과 | 농업연구사 | 최병곤 | 평가분석 지원 | ○ | ○ | - |
| | 환경농업연구과 | 농업연구사 | 허수정 | 토양분석 지원 | ○ | ○ | ○ |
| | 환경농업연구과 | 농업연구사 | 윤병성 | 현장조사 지원 | ○ | ○ | - |
| | 환경농업연구과 | 농업연구사 | 홍수영 | 평가분석 지원 | ○ | ○ | ○ |
| | 환경농업연구과 | 농업연구사 | 김동민 | 현장조사 지원 | - | - | ○ |
| | 농식품연구소 | 농업연구관 | 장은하 | 평가분석 지원 | ○ | ○ | - |
| | 환경농업연구과 | 농업연구관 | 고재영 | 평가분석 지원 | - | - | ○ |