

| 과제구분 | 기관고유 | 수행시기 | 후반기 | |
|-------------------------------|----------------------|------------------|----------------------|-----|
| 어젠다코드 | 4-1-1 | 기술분야 및 품목표준코드 | C05 VC04120101 | |
| 과 제 명 | | 수행기간 | 과제책임자 | |
| 양파 기계정식·수확을 위한 무멀칭 재배기술 확립 | | '19~'20 | 경상남도농업기술원 (양파연구소) | 이종태 |
| 1) 양파 무멀칭재배에서 월동기 부직포 피복기술 개발 | | '19~'20 | 경상남도농업기술원 (양파연구소) | 이종태 |
| 2) 양파 무멀칭재배에서 관수관리 연구 | | '20 | 경상남도농업기술원 (양파연구소) | 이종태 |
| 3) 양파 무멀칭재배에서 잡초관리 연구 | | '20 | 경상남도농업기술원 (양파연구소) | 이미진 |
| 색인용어 | 부직포, 관수, 잡초, 기계화, 양파 | | | |

양파 무멀칭재배에서 월동기 부직포 피복기술 개발

Effect of Nonwoven Polypropylene Covering during Overwintering under Non-mulched Onion Production for Mechanical Transplanting

Jong-Tae Lee^{1*}, Byoeng-Gyu Min¹, Mi-Jin Lee¹, Jin-Seong Moon¹, Jae-Cheol Seo¹, In-Jong Ha¹, Young-Ho Chang², Ju-Yeon Kim¹, Hyang-Mi Lee¹ and Doo-Soo Ha¹

¹*Onion Reserch Institute, Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Changnyeong, Korea*

²*Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Jinju, Korea*

ABSTRACT : We evaluated onion (*Allium cepa* L.) bulb productivity as affected by plastic mulch and nonwoven polypropylene covering in winter under no mulch and assessed cultivars acceptable for nonwoven polypropylene covering during overwintering under no mulch to extend mechanical transplanting and harvest in South Korea during 2018/2019 and 2019/2020 growing seasons. Treatment for trial 1 consisted of mechanical transplanting under transparent polyethylene mulch or under no mulch, or nonwoven polypropylene covering during overwintering under no mulch, and hand transplanting under transparent polyethylene mulch. Trial 2 evaluated ten cultivars performance in nonwoven polypropylene covering during overwintering under no mulch and mechanical transplanting. The field experiment was conducted in randomized block design with three replications. Hand and mechanical transplanting under transparent polyethylene mulch produced 10,425 kg/10a, 9,623 kg/10a, respectively, while mechanical transplanting under no mulch or nonwoven polypropylene covering during overwintering under no mulch yielded 6,208 kg/10a, 8,532 kg/10a, respectively. Mechanical transplanting under nonwoven

polypropylene covering during overwintering under no mulch resulted in 2.9 % onion bulb loss after three months of cold storage, compared with 16.2 % in mechanical transplanting under transparent polyethylene mulch. Onion cultivar 'Daehwang', 'Honors', and 'Powerball' produced the greatest bulb yield with 8,598 kg/10a, 8,532 kg/10a, 8,212 kg/10a, respectively. Onion cultivar 'Bridger', 'Powerball' and 'Honors' had the smallest bulb loss with 2.5 %, 2.8 %, and 2.9 %, respectively. In conclusion, mechanical transplanting under nonwoven polypropylene covering during overwintering under no mulch and cultivars option for the agricultural practice should guarantee consistent bulb yield and storage quality.

Key words : *Allium cepa* L., Cultivars, Nonwoven polypropylene, Mechanical transplanting

1. 연구목표

양파(*Allium cepa* L.)는 분류학상으로 수선화과(*Amaryllidaceae*), 부추아과(*Allioideae*), 부추속 작물(*Allium*)에 속하며, 세계적으로 중요한 채소 중의 하나로 주로 조미용으로 이용되고 있다(Brewster, 2008). 우리나라에서 90% 이상 재배되는 양파는 중일계이며, 재배 방식은 9월 상순~ 중순에 파종을 하여 10월 하순~ 11월 상순에 정식을 하고, 겨울을 보낸 후에 2월 이후에 다시 영양생장을 시작하며, 4월 하순~ 5월 상순에서 구가 비대하기 시작하고 5월 하순~ 6월 상순에 도복을 시작하여 6월 중순에 수확한다(최, 2018; 이, 2015). 양파 재배면적은 꾸준히 증가하는 추세를 보이고 있으며, 2018년에 전국 재배면적은 26,425ha로 최고점에 이른 후에 2019년에 21,777ha로 급격히 감소하였다(통계청, 2019).

양파 영농규모는 1ha 이상인 농가의 비율이 2010년에 6.0%에서 2015년 5.6%로 감소하였고, 60세 이상의 경영주의 비율은 같은 기간에 62.3%에서 69.7%로 증가하였다(통계청, 2019). 양파 생산에 투입되는 총 생산비는 10a당 2010년에 1,422천원에서 2019년에 2,533천원으로 78.1% 증가하였으며, 특히 노동비는 같은 기간에 10a당 604천원에서 1,370천원으로 126.8% 증가하였다(통계청, 2019). 양파 생산과정에서 기계화율은 경운·정지 99.9, 방제 97.3%, 비닐피복 76.6%로 높으나 파종·정식 13.1%, 수확 24.2%로 매우 낮다(통계청, 2019). 최근 일본에서 개발한 4조식, 왕복 8조식 양파 자동정식기가 국내에 수입·보급되고 있으며, 국내에서도 비닐멀칭 상태에서 정식이 가능한 6조식 양파 자동정식기가 개발되어 국내 보급이 증가하고 있다. 양파 정식기계 보급은 2015년에 120대에서 2019년에 약 600대로 매년 100여대씩 증가하고 있으며, 정식 인력 수급의 어려움과 생산비 절감을 위하여 꾸준히 증가할 것으로 전망된다. 수확작업의 기계화는 일부 농가에서 시도되고 있으나 잎 절단, 비닐제거, 굴취, 수집, 운반 등 많은 과정을 거치는 작업으로 각 작업에 필요한 기계의 구입비용이 크고, 기계 수확 과정에서 양파 구의 충격으로 인한 품질 저하와 저장성 하락으로 보급이 늦어지고 있다. 미국, 유럽, 일본 등의 양파 생산지는 파종, 정식 및 수확작업의 기계화율이 매우 높으며, 공통적인 특징으로 무멀칭 재배방법을 택하고 있다.

무멀칭재배의 상품수량은 같은 시기에 정식하였을 때 투명멀칭과 흑색멀칭 재배와 비교하여 각각 40.3% 38.8% 감소하였다(Suh and Kim, 1991). 최근 기온 상승으로 인하여 월동기에 부직포로 보온 피복을 하였을 때 멀칭 종류에 관계없이 10월 20일과 11월 5일 정식구에서 분구와 추대 등 비상품 수량이 증가하였으며, 무멀칭 재배에서도 만기 정식인 11월 20일 정식구에서 상품수량이 증가하였다(Lee *et al.*, 2018).

무멀칭 재배는 비닐 멀칭 또는 피복재배에서보다 월동기 동안의 지온이 낮고, 토양 수분

의 증발이 많고, 잡초관리에 어려움이 있으나, 비닐을 사용하지 않음으로써 정식과 수확작업의 기계화를 촉진할 수 있다. 또한, 최근 지구온난화에 의한 온도 상승과 월동기 부직포 피복기술의 확립으로 무멀칭 재배에서 생산성을 높일 수 있었다. 따라서 본 연구의 목적은 양과 무멀칭 기계정식에서 월동기 부직포를 피복의 효과와 무멀칭 기계정식 월동기 부직포 피복 재배에서 품종의 적응성을 구명하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

<시험 1> 기계정식 멀칭방법에 따른 생산성 비교

본 시험은 경남 함양군 함양읍 용평리 439번지(북위 35° 51', 경도 127° 74')에 위치한 농가포장에서 2018/2019년과 2019/2020년 2년간 수행하였다. 시험 포장의 토성은 표토는 사양토이고 심토는 사질토이며, 배수등급은 양호한 토양이다. 시험에 사용한 품종은 아너스(중만생종)이었다. 시험구 처리는 투명 PE필름 멀칭 기계정식, 무멀칭 기계정식+월동기 부직포 피복, 무멀칭 기계정식, 투명 PE필름 멀칭 인력정식 등 4처리를 두었다. 기계정식 처리구는 결주구에 대한 보식작업은 수행하지 않았다. 월동기 부직포 피복 처리구는 1년차 시험에서 2018년 12월 1일에 피복하였고 2019년 2월 28일에 제거하였으며, 2년차 시험에서 2019년 12월 10일에 피복하였고 2019년 2월 25일에 제거하였다.

1년차 시험에서 2018년 9월 13일에 펠렛종자를 446공 육묘 트레이에 파종기(OSE-12KR, 죽암엠앤씨)로 파종하였으며, 2018년 11월 5일에 왕복 8조식 양과 정식기(JOPR-4/8, 죽암엠앤씨)를 사용하여 정식하였고 2019년 6월 17일에 처리별로 수확하였다. 2년차 시험에서 1년차 시험과 같은 방법으로 2019년 9월 9일에 파종하였고 2019년 11월 3일에 정식하였으며, 2020년 6월 6일에 수확하였다.

시험구획은 양과 묘를 정식하기 10일전에 준비하였다. 퇴비와 비료는 농가 관행에 준하여 하였으며, 고자리파리 유충과 선충 피해 예방을 위하여 살충제와 살선충제를 살포하였다. 본포의 두둑은 일괄 휴립 피복기를 이용하여 두둑 1.20m, 고랑 0.50m, 두둑 높이 0.20m로 하였다. 양과 묘는 각 두둑에서 조간 14mm, 주간 14mm 간격으로 8줄로 정식하였으며, 평균 주수는 33.6주/m²이었다. 정식 후에 담수관수를 1회 하였으며, 그 외 배수관리, 병해충 관리는 농가 관행에 준하여 하였다.

양과 생육조사는 엽 생육중기인 4월 11일과 구 비대 중기인 5월 16일에 각 처리별로 10주를 채취하여 엽수, 초장, 구경을 조사하고 뿌리, 구, 잎으로 절단하여 각 생체중을 달았다. 수량조사를 위해서 양과 식물체의 도복이 90% 이상 이루어지고 잎의 30% 이상이 말랐을 때 각 시험구별로 1.90m²의 면적(64구)에 있는 양과를 수확하였으며, 64구에서 수확한 양과 구를 뺀 수의 백분율을 결주율로 하였다. 수확한 양과는 구와 잎으로 분리하여 잎의 총 무게는 포장에서 바로 측정하였고, 분구, 추대 및 부패구는 포장에서 무게를 달고 비상품구로 분류하였으며, 건전구는 창고로 운반하여 2주 정도 건조 후에 개별적으로 무게를 달았다. 상품수량은 구경을 기준으로 하여 소구(60mm 이하), 중구(60~80mm), 대구(80mm) 이상으로 분류하여 각 크기별로 수량을 환산하였다.

양과 구와 인편 특성을 조사하기 위하여 별도로 각 시험구별로 10주를 채취하여 0℃에 보관하였다. 양과 구의 겉껍질을 제거하고 구경, 구고와 구중을 측정하였고 생장축에서 수직으로 가운데 절단하여 멍아 수와 인편 수를 셸으며, 링수는 멍아에 의해 내분구로 나누어지기 전까지 온전한 링을 형성하는 수이고 각 인편의 두께는 구경의 1/2 값을 인편 수로 나누어 산출하였다. 저장 특성 조사는 수량 조사에 사용한 양과 구를 7월 12일에 0℃ 저장창

고에 보관하였으며 10월 12일에 상품 구와 부패 구로 나누어 무게를 달았으며, 조사 시 총 무게를 수확 시 총 무게에 대한 백분율로 중량감소율을 계산하였다.

<시험 2> 무멸칭 기계정식 월동기 부직포 피복 재배에서 품종 평가

본 시험은 경남 함양군 함양읍 용평리 439번지(북위 35° 51', 경도 127° 74')에 위치한 농가포장에서 2018/2019년과 2019/2020년 2년간 수행하였다. 시험 포장의 토성은 표토는 사양토이고 심토는 사질토이며, 배수등급은 양호한 토양이다. 시험 품종은 행운볼, 파워볼 등 10품종을 사용하였다. 월동기 부직포 피복은 1년차 시험에서 2018년 12월 1일에 피복하였고 2019년 2월 28일에 제거하였으며, 2년차 시험에서 2019년 12월 10일에 피복하였고 2019년 2월 25일에 제거하였다.

1년차 시험에서 2018년 9월 13일에 펠렛종자를 446공 육묘 트레이에 파종기(OSE-12KR, 죽암엠앤씨)로 파종하였으며, 2018년 11월 5일에 왕복 8조식 양파 정식기(JOPR-4/8, 죽암엠앤씨)를 사용하여 정식하였고 2019년 6월 17일에 처리별로 수확하였다. 2년차 시험에서 1년차 시험과 같은 방법으로 2019년 9월 9일에 파종하였고 2019년 11월 3일에 정식하였으며, 2020년 6월 6일에 수확하였다. 기계정식 후 보식작업은 수행하지 않았다. 재식거리는 조간×주간을 14.0cm×14.0cm로 하였고 재식주소는 111주/m²이었다.

기계정식용 육묘 트레이에 파종하기 위하여 종자 펠렛 전문업체(신농)에 의뢰하였다. 종자 발아율 시험은 지름 90mm×높이 15mm 규격의 플라스틱 페트리디쉬에 지름 110mm 여과지를 깔고 품종별로 50개의 종자를 펼쳐 넣고 증류수를 무펠렛 종자는 5ml, 펠렛 종자는 10ml씩 분주하였으며, 품종별 3반복으로 20℃ 성장상에 7일 간 배양 후 총 치상종자수에서 초생근이 2mm 이상으로 자란 종자의 수의 백분율로 발아율을 계산하였다. 출현율은 육묘 트레이에 파종한 후 3일 간 최아 시킨 후 육묘장에 치상하여 파종 14일차에 전체 트레이 셀 수에 대한 가시적으로 보이는 양파묘 수의 백분율로 계산하였다.

시험구획은 양파 묘를 정식하기 10일전에 준비하였다. 퇴비와 비료는 농가 관행에 준하여 하였으며, 고자리파리 유충과 선충 피해 예방을 위하여 살충제와 살선충제를 살포하였다. 본포의 두둑은 일괄 휴립 피복기를 이용하여 두둑 1.20m, 고랑 0.50m, 두둑 높이 0.20m로 하였다. 양파 묘는 각 두둑에서 조간 14mm, 주간 14mm 간격으로 8줄로 정식하였으며, 평균 주수는 33.6주/m²이었다. 정식 후에 담수관수를 1회 하였으며, 그 외 배수관리, 병해충 관리는 농가 관행에 준하여 하였다.

양파 생육조사는 엽 생육중기인 4월 11일과 구 비대 중기인 5월 16일에 각 처리별로 10주를 채취하여 엽수, 초장, 구경을 조사하고 뿌리, 구, 잎으로 절단하여 각 생체중을 달았다. 수량조사를 위해서 양파 식물체의 도복이 90% 이상 이루어지고 잎의 30% 이상이 말랐을 때 각 시험구별로 1.90m²의 면적(64구)에 있는 양파를 수확하였으며, 64구에서 수확한 양파 구를 뺀 수의 백분율을 결주율로 하였다. 수확한 양파는 구와 잎으로 분리하여 잎의 총 무게는 포장에서 바로 측정하였고, 분구, 추대 및 부패구는 포장에서 무게를 달고 비상품구로 분류하였으며, 건전구는 창고로 운반하여 2주 정도 건조 후에 개별적으로 무게를 달았다. 상품수량은 구경을 기준으로 하여 소구(60mm 이하), 중구(60~80mm), 대구(80mm) 이상으로 분류하여 각 크기별로 수량을 환산하였다.

양파 구와 인편 특성을 조사하기 위하여 별도로 각 시험구별로 10주를 채취하여 0℃에 보관하였다. 양파 구의 겉껍질을 제거하고 구경, 구고와 구중을 측정하였고 생장축에서 수직으로 가운데 절단하여 멍아 수와 인편 수를 셸으며, 링수는 멍아에 의해 내분구로 나누어지기 전까지 온전한 링을 형성하는 수이고 각 인편의 두께는 구경의 1/2 값을 인편 수로 나

누어 산출하였다. 저장 특성 조사는 수량 조사에 사용한 양과 구를 7월 12일에 0℃ 저장창고에 보관하였으며 10월 12일에 상품 구와 부패 구로 나누어 무게를 달았으며, 조사 시 총 무게를 수확 시 총 무게에 대한 백분율로 중량감소율을 계산하였다.

3. 주요결과

<시험 1> 기계정식 멀칭방법에 따른 생산성 비교

엽 생육 중기인 4월 11일에 조사한 생육 특성은 표 1과 그림 1에 나타내었다. 투명 PE필름 멀칭 기계정식의 엽수, 초장과 구 생체중은 각각 8.5매/주, 65.5cm, 17.2g/주로 다른 처리구보다 컸다. 무멀칭 기계정식+월동기 부직포 피복구의 엽수, 초장과 식물체 전체 생체중은 각각 6.4매/주, 52.9cm, 65.6g/주로 무멀칭 기계정식 구의 5.7매/주, 39.3cm, 33.2g/주보다 컸다.

구 비대 중기인 5월 16일에 조사한 투명 PE필름 멀칭 기계정식의 엽수, 초장, 구경, 식물체 전체 생체중은 각각 8.8매/주, 94.6cm, 70.4mm, 352.2g/주로 다른 처리구보다 컸다 (표 2). 무멀칭 기계정식+월동기 부직포 피복구의 엽수, 초장과 식물체 전체 생체중은 각각 7.9매/주, 83.1cm, 62.7mm, 225.3g/주로 무멀칭 기계정식 구의 6.9매/주, 75.2cm, 54.5mm, 155.2g/주보다 컸다.

표 1. 엽 생육 중기의 생육 특성

| 구 분 | 엽수 (매/주) | 초장 (cm) | 구경 (mm) | 구경/ 엽초경 | 생체중(g/주) | | | |
|-----------------|-------------|------------|------------|------------|----------|--------|--------|---------|
| | | | | | 근 | 구 | 엽 | 전체 |
| 투명 PE필름 멀칭 기계정식 | 8.5 a | 65.5 a | 26.2 a | 1.52 a | 1.52 b | 17.2 a | 82.2 a | 100.2 a |
| 무멀칭 기계정식+부직포 피복 | 6.4 b | 52.9 b | 22.5 b | 1.51 a | 1.57 b | 11.8 b | 53.0 b | 65.6 b |
| 무멀칭 기계정식 | 5.7 c | 39.3 c | 16.7 c | 1.47 a | 1.01 c | 5.7 c | 26.9 c | 33.2 c |
| 투명 PE필름 멀칭 인력정식 | 8.2 a | 62.0 a | 26.6 a | 1.51 a | 1.89 a | 16.4 a | 85.0 a | 102.3 a |

* 조사일 : 4월 11일

[†]DMRT(5%)

표 2. 구 비대 중기의 생육 특성

| 구 분 | 엽수 (매/주) | 초장 (cm) | 구경 (mm) | 구경/ 엽초경 | 생체중(g/주) | | | |
|-----------------|-------------|------------|------------|------------|----------|---------|---------|----|
| | | | | | 근 | 구 | 엽 | 전체 |
| 투명 PE필름 멀칭 기계정식 | 8.8 a | 94.6 a | 70.4 a | 3.47 b | 193.5 a | 158.6 a | 352.2 a | |
| 무멀칭 기계정식+부직포 피복 | 7.9 b | 83.1 b | 62.7 b | 3.84 a | 124.1 c | 101.3 c | 225.3 c | |
| 무멀칭 기계정식 | 6.9 c | 75.2 c | 54.5 c | 3.87 a | 88.2 d | 67.0 d | 155.2 d | |
| 투명 PE필름 멀칭 인력정식 | 8.2 a | 86.1 b | 66.8 ab | 3.45 b | 150.4 b | 119.7 b | 270.0 b | |

* 조사일 : 5월 16일

[†]DMRT(5%)

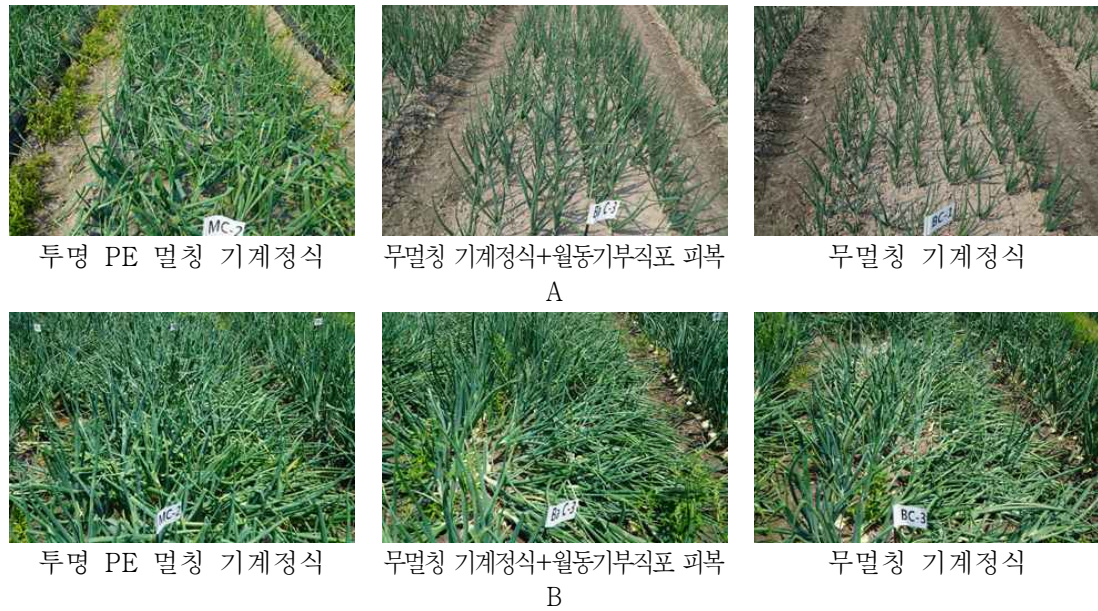


그림 1. 멀칭과 월동기 부직포 피복에 따른 양과 생육(A 4월 11일, B 5월 16일)

투명 PE필름 멀칭 인력정식구의 상품수량은 10,425kg/10a로 가장 많았으며, 투명 PE필름 멀칭 기계정식구의 상품수량은 9,623kg/10a였다(표 3). 투명 PE필름 멀칭 기계정식구의 생육은 인력정식구보다 좋았으나 상품수량은 적었는 것은 기계정식구의 결주율이 14.8%로 인력정식구의 2.3%보다 높았기 때문이었다. 무멀칭 기계정식+월동기 부직포 피복구의 상품수량은 8,532kg/10a, 무멀칭 기계정식구의 상품수량은 6,208kg/10a로 각각 투명 PE필름 멀칭 기계정식구의 89%, 64% 수준이었다. 투명 PE필름 멀칭 기계정식구의 비상품 수량은 1,514kg/10a로 다른 처리구보다 많았으며, 특히 분구과 부패구 수량이 많았다.

표 3. 수량 특성

| 구 분 | 상품수량(kg/10a) | | | | 비상품 수량(kg/10a) | | | | 결주율 (%) |
|-----------------|----------------------|---------|-------|---------------|----------------|----|-----|---------|---------|
| | 대구 ² | 중구 | 소구 | 합계(지수) | 분구 | 추대 | 부패 | 합계 | |
| 투명 PE필름 멀칭 기계정식 | 9,346 a ^y | 244 c | 15 c | 9,623(100) a | 606 | 33 | 875 | 1,514 a | 14.8 ab |
| 무멀칭 기계정식+부직포 피복 | 7,607 b | 863 b | 62 b | 8,532(89) b | 0 | 0 | 174 | 174 c | 13.8 b |
| 무멀칭 기계정식 | 4,254 c | 1,838 a | 115 a | 6,208(64) c | 25 | 0 | 415 | 440 bc | 16.2 a |
| 투명 PE필름 멀칭 인력정식 | 9,579 a | 818 b | 29 bc | 10,425(108) a | 164 | 80 | 330 | 573 b | 2.3 c |

²구 크기(구 직경, cm) : 대구(≥8.0), 중구(≥6.0, <8.0), 소구(<6.0)

^yDMRT(5%)

투명 PE필름 멀칭 기계정식구의 가식부 구중, 구고, 구경, 인편수, 멍아수와 인편 두께는 각각 405.4g/주, 87.7mm, 95.2mm, 8.8, 2.9, 5.5mm로 다른 처리구보다 컸다(표 4). 링수는 무멀칭 기계정식+월동기 부직포 피복구에서 5.0으로 가장 많았다.

표 4. 가식부의 구 및 인편 특성

| 구 분 | 구중 (g/구) | 구고 (mm) | 구경 (mm) | 구고/ 구경 | 인편 수 | 링수 | 맹아 수 | 인편두께 (mm) |
|-----------------|-------------|------------|------------|-----------|---------|--------|---------|--------------|
| 투명 PE필름 멀칭 기계정식 | 405.4 a | 87.7 a | 95.2 a | 0.92 a | 8.8 a | 4.2 b | 2.9 a | 5.5 a |
| 무멀칭 기계정식+부직포 피복 | 313.9 b | 78.5 b | 88.8 bc | 0.88 ab | 8.5 ab | 5.0 a | 2.2 b | 5.3 ab |
| 무멀칭 기계정식 | 257.1 c | 68.8 c | 83.9 c | 0.86 b | 8.2 b | 4.6 ab | 2.2 b | 5.2 ab |
| 투명 PE필름 멀칭 인력정식 | 299.3 b | 78.6 b | 86.5 bc | 0.93 a | 8.7 a | 4.8 ab | 2.5 ab | 5.1 b |

^aDMRT(5%)

저온저장 3개월 후에 무멀칭 기계정식+월동기 부직포 피복구의 부패율과 중량감소율은 각각 2.0%, 0.9%로 다른 처리구보다 낮았다. 저장 중 손실률은 정식방법에 관계없이 무멀칭 재배가 투명 PE필름 멀칭재배보다 유의적으로 감소하였다.

양파 무멀칭 기계정식에서 월동기 부직포를 피복하면 멀칭 기계정식 재배에서보다 초기 생육이 느리고, 상품수량도 11% 정도 감소하지만, 양파 구의 품질을 향상시켜 저장 중 손실률은 13.3% 감소하는 효과를 보였다. 무멀칭 재배는 기계정식을 효율성을 높일뿐 아니라, 수확작업의 기계화에서도 멀칭비닐을 제거하는 과정을 생략할 수 있어서 앞으로 양파 재배의 생산비 절감을 위하여 활용할 가치가 높을 것으로 보인다.

표 5. 저장특성

| 구 분 | 부패율(%) | 중량감소율(%) | 총 손실률(%) |
|-----------------|--------|----------|----------|
| 투명 PE필름 멀칭 기계정식 | 12.3 a | 3.8 a | 16.2 a |
| 무멀칭 기계정식+부직포 피복 | 2.0 b | 0.9 b | 2.9 c |
| 무멀칭 기계정식 | 3.9 b | 1.0 b | 5.0 c |
| 투명 PE필름 멀칭 인력정식 | 11.1 a | 1.4 b | 12.4 b |

* 조사일 : 10월 12일

^aDMRT(5%)

<시험 2> 무멀칭 기계정식 월동기 부직포 피복 재배에서 품종 평가

시험에 사용된 9품종의 무펠렛 종자와 펠렛 종자의 발아율은 품종에 따라 차이가 있었다(표 1). 2018년에 아너스 등 3품종은 펠렛 종자의 발아율이 높았으나, '행운볼' 등 6품종은 펠렛 종자의 발아율이 낮았으며, 특히 '팝', '투망', '천주중고황' 품종의 펠렛 종자는 발아율이 현저히 낮았다. 2019년에 투망 등 4품종은 펠렛종자의 발아율이 높았으나 '행운볼' 등 5품종의 펠렛 종자는 발아율이 낮았다. 품종 별 펠렛 종자와 무펠렛 종자의 발아율이 연차 간에 차이가 있는 것으로 볼 때, 펠렛 과정에 발아율이 낮아진 것은 품종 고유의 특성이라기보다는 각 품종이 생산된 환경조건, 수확 전후 관리나 종자를 생산한 년도와 관련이 있을 것으로 추정된다. 양파 종자의 품종별 출현율은 2018년에 57.1~ 94.4%였으며, 2019년에 82.6~ 92.1%였다. 정식 전의 육묘 트레이 내 결주율은 2018년과 2019년 모두 '과워볼', '빅뱅', '헬씨큐' 등이 10% 미만이었다.

표 6. 품종 별 발아율, 출현율 및 정식 전후의 결주율

| 품 종 | 2018 | | | | 2019 | | | |
|-------|--------|---------|---------|-------------|---------|---------|---------|-------------|
| | 발아율(%) | | 출현율 (%) | 정식 전 결주율(%) | 발아율(%) | | 출현율 (%) | 정식 전 결주율(%) |
| | 무펠렛 | 펠렛 | | | 무펠렛 | 펠렛 | | |
| 행운볼 | 98.7 a | 91.3 b | 92.3 a | 11.7 de | 95.3 a | 91.3 b | 90.3 a | 10.4 cd |
| 과워볼 | 98.0 a | 95.3 a | 93.0 a | 7.2 g | 96.0 a | 91.3 b | 91.0 a | 9.6 de |
| 대황 | - | - | 94.4 a | 10.9 ef | - | - | 90.2 a | 10.9 bc |
| 아너스 | 97.3 a | 100.0 a | 88.6 ab | 12.7 de | 94.0 ab | 87.0 cd | 88.9 ab | 13.3 b |
| 팝 | 96.0 a | 72.0 c | 80.7 c | 18.2 c | 86.0 c | 83.3 de | 82.6 cd | 18.5 a |
| 투망 | 98.0 a | 47.3 d | 57.1 d | 46.5 a | 78.7 d | 80.0 e | 80.4 e | 19.9 a |
| 빅뱅 | 96.7 a | 97.3 a | 92.5 a | 7.2 g | 96.0 a | 92.7 bc | 91.7 a | 8.6 e |
| 헬씨큐 | 97.3 a | 94.0 ab | 92.1 a | 9.4 f | 86.0 c | 94.0 ab | 92.1 a | 8.8 e |
| 천주중고황 | 93.3 a | 50.0 d | 59.4 d | 41.6 b | 92.7 bc | 96.0 a | 91.2 a | 11.7bc |
| 브릿저 | 90.7 a | 92.7 ab | 87.1 b | 13.9 d | 60.0 e | 85.3 de | 85.9 bc | 14.6 b |

* 발아율 : 페트리디시 파종 7일 후조사/ 출현율 : 육묘 트레이 파종 14일 후 조사
²DMRT(5%)

엽 생육 중기인 4월 11일의 엽수, 초장 구경, 구와 엽 생체중은 ‘과워볼’, ‘대황’, ‘아너스’ 등 구 비대 개시가 빠른 품종이 큰 경향을 보였다(표 2). 구 비대 중기인 5월 16일의 엽수, 초장, 엽 생체중 등은 ‘헬씨큐’, ‘천주중고황’, ‘브릿저’ 등 구 비대 개시가 느린 품종이 큰 경향을 보였다(표 2).

표 7. 엽 생육 중기의 생육 특성

| 품 종 | 엽수 (매/주) | 초장 (cm) | 구경 (mm) | 구경/ 엽초경 | 생체중(g/주) | | | |
|-------|----------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|
| | | | | | 근 | 구 | 엽 | 전체 |
| 행운볼 | 6.2 bc | 47.6 bc | 23.7 a | 1.80 a | 1.01 e | 13.2 ab | 34.5 d | 48.2 d |
| 과워볼 | 6.6 a | 50.5 a | 24.0 a | 1.57 bc | 1.35 bc | 12.1 bc | 49.7 ab | 62.4 b |
| 대황 | 6.7 a | 52.8 a | 23.9 a | 1.62 b | 1.55 a | 14.8 a | 54.3 a | 69.9 a |
| 아너스 | 6.4 ab | 52.9 a | 22.5 ab | 1.51 cd | 1.57 a | 11.8 bc | 53.0 a | 65.6 ab |
| 팝 | 6.3 ab | 44.5 cd | 19.4 bc | 1.52 cd | 1.36 bc | 8.5 e | 41.6 cd | 50.8 cd |
| 투망 | 6.4 ab | 49.9 ab | 21.5 ab | 1.55 bc | 1.27 cd | 9.7 de | 45.2 bc | 55.5 c |
| 빅뱅 | 5.8 c | 41.8 d | 17.5 c | 1.53 bc | 1.30 cd | 7.0 f | 17.9 f | 25.5 f |
| 헬씨큐 | 6.6 a | 47.2 bc | 23.7 a | 1.62 b | 1.45 b | 11.4 bc | 40.2 cd | 52.4 cd |
| 천주중고황 | 6.1 bc | 50.1 ab | 21.3 ab | 1.52 bc | 1.43 b | 10.5 de | 42.6 bc | 53.8 c |
| 브릿저 | 6.1 bc | 46.8 cd | 19.2 bc | 1.47 d | 1.15 d | 8.6 e | 27.0 d | 36.1 e |

* 조사일 : 2019년 4월 11일
²DMRT(5%)

표 8. 구 비대 중기의 생육 특성

| 품 종 | 엽수 (매/주) | 초장 (cm) | 구경 (mm) | 구경/ 엽초경 | 생체중(g/주) | | |
|-------|-------------|------------|------------|------------|----------|----------|----------|
| | | | | | 구 | 엽 | 전체 |
| 행운불 | 7.7 e | 81.9 b | 65.5 a | 4.09 a | 149.2 ab | 89.4 f | 238.6 de |
| 파워불 | 8.4 bc | 85.2 a | 61.0 b | 3.51 bc | 134.2 bc | 121.6 cd | 255.7 bc |
| 대황 | 7.9 e | 84.1 ab | 63.0 ab | 3.78 b | 129.9 cd | 105.9 de | 235.7 de |
| 아너스 | 7.9 e | 83.1 ab | 62.7 ab | 3.84 b | 124.1 de | 101.2 e | 225.3 e |
| 팝 | 8.3 de | 83.0 ab | 65.7 a | 3.72 bc | 137.7 bc | 118.2 cd | 255.9 bc |
| 투망 | 7.7 e | 81.3 b | 66.8 a | 4.12 a | 153.8 a | 99.0 | 252.8 bc |
| 빅뱅 | 8.7 bc | 83.6 ab | 62.4 ab | 3.34 cd | 122.5 de | 119.7 cd | 242.2 de |
| 헬씨큐 | 9.5 a | 86.2 a | 62.5 ab | 2.89 d | 120.3 e | 151.0 a | 271.2 a |
| 천주중고황 | 8.8 bc | 86.2 a | 63.5 ab | 3.36 cd | 130.6 cd | 132.7 b | 263.2 ab |
| 브릿저 | 8.4 bc | 85.8 a | 60.9 b | 3.29 cd | 136.2 bc | 130.0 b | 266.2 a |

* 조사일 : 5월 16일

^zDMRT(5%)

양과 상품수량은 구 비대 개시가 다소 빠른 ‘대황’, ‘아너스’, ‘파워불’ 등이 각각 8,598kg/10a, 8,532kg/10a, 8,212kg/10a로 다른 품종보다 많았다. 무멸칭 조건에서 양과 수량을 높이기 위해서는 초기 지상부 생육이 빠르고, 구의 비대개시가 빠르며, 수확시기가 늦어서 구 비대 기간이 긴 품종을 선택할 필요가 있을 것으로 판단된다.

표 9. 수량 특성

| 품 종 | 상품수량(kg/10a) | | | | 비상품 수량 (kg/10a) | 결주율 (%) |
|-------|-----------------|----------|-------|----------|--------------------|------------|
| | 대구 ^z | 중구 | 소구 | 합계 | | |
| 행운불 | 5,726 c | 1,099 ab | 143 a | 6,968 c | 167 cd | 26.0 ab |
| 파워불 | 7,203 ab | 946 b | 63 b | 8,212 a | 214 c | 16.1 cd |
| 대황 | 7,836 a | 717 cd | 46 bc | 8,598 a | 322 b | 20.6 bc |
| 아너스 | 7,607 a | 863 bc | 62 b | 8,532 a | 140 cd | 13.8 d |
| 팝 | 6,889 b | 702 d | 64 b | 7,654 b | 360 ab | 24.7 bc |
| 투망 | 6,855 b | 335 e | 13 d | 7,203 bc | 465 a | 35.2 a |
| 빅뱅 | 7,006 ab | 787 cd | 54 b | 7,847 b | 351 ab | 22.1 bc |
| 헬씨큐 | 5,708 c | 1,277 a | 64 b | 7,049 bc | 107 d | 16.9 cd |
| 천주중고황 | 6,564 bc | 364 e | 57 b | 6,985 c | 508 a | 29.2 ab |
| 브릿저 | 6,386 bc | 1,284 a | 30 c | 7,700 b | 173 cd | 15.9 cd |

^z구 크기(구 직경, cm) : 대구(≥ 8.0), 중구(≥ 6.0 , < 8.0), 소구(< 6.0)

^yDMRT(5%)

양과 가식부의 구중은 상품수량에서와 같이 초기생육과 구 비대 개시가 빠른 품종이 컸으며, 인편수와 링 수는 '헬씨큐' 품종이 가장 많았고, 멍아수는 '헬씨큐'가 가장 적었다(표 5). 저온 저장 3개월 후의 부패율은 '브릿저', '아너스', '파워볼', '투망' 등이 각각 1.9%, 2.0%, 2.4%, 2.8%로 다른 품종보다 낮았으며, 중량감소율을 포함한 총 손실률은 '브릿저', '파워볼', '아너스' 등이 각각 2.5%, 2.8%, 2.9%로 낮았다.

표 10. 가식부의 구 및 인편 특성

| 품 종 | 구중 (g/구) | 구고 (mm) | 구경 (mm) | 구고/ 구경 | 인편수 | 링수 | 멍아수 | 인편두께 (mm) |
|-------|-------------|------------|------------|-----------|--------|--------|--------|--------------|
| 행운볼 | 311.7 a | 73.9 bc | 88.4 ab | 0.84 ab | 8.5 bc | 5.5 b | 2.4 b | 5.2 bc |
| 파워볼 | 316.6 a | 76.7 a | 90.1 a | 0.86 ab | 8.3 cd | 5.2 b | 2.3 bc | 5.5 a |
| 대황 | 299.6 ab | 77.1 a | 87.4 ab | 0.88 a | 8.8 b | 5.3 b | 2.2 c | 5.0 d |
| 아너스 | 313.9 a | 78.5 a | 88.8 ab | 0.88 a | 8.5 bc | 5.0 bc | 2.5 b | 5.3 ab |
| 팝 | 278.9 bc | 73.0 bc | 86.1 bc | 0.85 ab | 8.1 d | 5.1 bc | 2.2 c | 5.4 ab |
| 투망 | 313.0 a | 77.6 a | 89.8 a | 0.87 a | 8.1 d | 4.9 c | 2.4 b | 5.6 a |
| 빅뱅 | 305.0 ab | 77.6 a | 88.6 ab | 0.88 a | 8.2 d | 4.9 c | 2.2 c | 5.5 a |
| 헬씨큐 | 252.2 c | 68.8 c | 84.3 c | 0.82 b | 9.5 a | 7.0 a | 1.9 d | 4.5 e |
| 천주중고황 | 299.7 ab | 75.7 ab | 90.4 a | 0.84 ab | 8.3 cd | 4.3 d | 2.9 a | 5.5 a |
| 브릿저 | 285.6 bc | 74.9 ab | 87.6 ab | 0.86 ab | 8.5 bc | 5.3 b | 2.3 bc | 5.2 bc |

^aDMRT(5%)

표 11. 저장특성

| 품 종 | 부패율(%) | 중량감소율(%) | 총 손실률(%) |
|-------|--------|----------|----------|
| 행운볼 | 3.7 cd | 1.5 b | 5.2 c |
| 파워볼 | 2.4 de | 0.4 d | 2.8 d |
| 대황 | 9.1 a | 0.9 bc | 10.0 a |
| 아너스 | 2.0 | 0.9 bc | 2.9 d |
| 팝 | 8.3 ab | 1.8 a | 10.1 a |
| 투망 | 2.8 d | 2.1 a | 4.9 c |
| 빅뱅 | 7.6 ab | 1.4 b | 9.0 ab |
| 헬씨큐 | 9.0 a | 0.7 cd | 9.6 ab |
| 천주중고황 | 7.0 b | 0.7 cd | 7.7 bc |
| 브릿저 | 1.9 e | 0.6 cd | 2.5 |

* 조사일 : 10월 12일

^aDMRT(5%)

4. 결과요약

본 시험은 무멀칭 기계정식 양파의 생산성 증대와 품질 향상을 위해 함양군에 위치한 농가포장에서 2018/2019년과 2019/2020년 재배기간에 기계정식 멀칭방법에 따른 생산성 비교시험과 무멀칭 기계정식 월동기 부직포 피복재배에서 품종 평가시험을 수행하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 가. PE필름 멀칭 기계정식구와 인력정식구의 상품수량은 각각 9,623kg/10a, 10,425kg/10a로 가장 많았으며, 무멀칭구+월동기 부직포 피복구와 무멀칭구의 상품수량은 각각 8,532kg/10a, 6,208kg/10a으로 멀칭 기계정식구의 89%, 64% 수준이었다.
- 나. 무멀칭구+월동기 부직포 피복구의 10월 12일 저장 중 손실률은 2.9%로 멀칭 기계정식 16.2%와 인력정식 12.4%보다 낮았다.
- 다. 품종평가 시험에서 ‘대황’, ‘아너스’, ‘파워볼’ 등의 상품수량은 각각 8,598kg/10a, 8,532kg/10a, 8,212kg/10a로 가장 많았다.
- 라. 10월 12일 저장 중 손실률은 ‘브릿저’, ‘파워볼’, ‘아너스’ 등이 각각 2.5%, 2.8%, 2.9%로 다른 품종보다 낮았다.
- 마. 본 연구의 결과를 종합할 때, 월동기 부직포 피복기술과 적응 품종 선택을 통하여 무멀칭 기계정식에서 안정적인 수량 확보와 저장품질 향상이 가능하고 이를 통하여 기계화 보급 확대에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

5. 인용문헌

- Brewster JL 2008. Onions and other vegetable alliums, 2nd edn. Crop production science in horticulture series 15. CABI
- 최철구, 권영석, 김철우, 권영석, 하인중, 백창기, 김성배, 김희대. 2018. 양파. 농업기술길잡이 96. 농촌진흥청,
- 이종태. 2015. 양파- 한 살이부터 유기농, 무경운 재배법까지. 도서출판 들녘.
- Lee, J.T., Min, B.G., Kim, H.D., and Kim, J.Y. 2019. Effects of nonwoven polypropylene covering during overwintering on growth and bulb yield of intermediate-day onion. HortScience 54:303 - 310.
- Suh, J.K. and Y.B. Kim. 1991. Study on improvement of mulching culture method in onion (*Allium cepa* L.): 1. Influence of mulch materials and times on growth and yield. Res. Rept. Rural Development Administration (Hort.) 33:31 - 36
- 통계청. 2019. 국가통계포털. 통계청. <https://kosis.kr/index/index.do>

6. 연구결과 활용

| 연도 (연차) | 활용구분 | 제 목 |
|-----------------|--------|--|
| 2020년도 (2년차) | 영농기술정보 | ○ 양파 무멀칭 기계정식에서 월동기 부직포 피복의 증수 및 저장성 향상 효과 |

7. 연구원 편성

| 세부과제 | 구분 | 소속 | 직급 | 성명 | 수행업무 | 참여년도 | |
|---------------------------------|-------|---------|-------|-----|------|------|-----|
| | | | | | | '19 | '20 |
| 1) 양과 무멸칭 재배에서 월 동기 부직포 피복기술 개발 | 책임자 | 양과연구소 | 농업연구사 | 이종태 | 총괄수행 | ○ | ○ |
| | 공동연구자 | 양과연구소 | 농업연구사 | 민병규 | 조사분석 | ○ | ○ |
| | 공동연구자 | 양과연구소 | 농업연구사 | 이미진 | 조사분석 | ○ | ○ |
| | 공동연구자 | 양과연구소 | 농업연구사 | 문진성 | 조사분석 | ○ | ○ |
| | 공동연구자 | 양과연구소 | 기계운영 | 서재철 | 조사분석 | ○ | ○ |
| | 공동연구자 | 환경농업연구과 | 농업연구관 | 권진혁 | 결과검토 | ○ | ○ |
| | 공동연구자 | 연구개발국 | 농업연구관 | 장영호 | 결과검토 | ○ | ○ |
| | 공동연구자 | 양과연구소 | 공무직 | 김주연 | 조사분석 | ○ | ○ |
| | 공동연구자 | 양과연구소 | 공무직 | 이향미 | 조사분석 | ○ | ○ |
| | 공동연구자 | 기술보급과 | 농촌지도사 | 하두수 | 결과활용 | ○ | ○ |