산 · 학 · 연 논단

밭작물의 기계화를 이용한 생산성 개선

김 웅 · 한재웅†
공주대학교 생물산업공학부

Productivity Improvement by Mechanization of Field Farming

Woong Kim and Jae Woong Han†
Division of Bio-Industry Engineering, Koungju National University, Chungnam 32439, Korea

서 론

최근 식생활이 Well-being과 LOHAS(Lifestyle of Health and Sustainability)로 전환되면서 쌀의 소비량은 계속 감소하는 반면 밭작물의 소비는 매우 증가하고 있다(1). 지난 10년간 1인당 쌀 연간소비량은 약 19.2% 감소했지만, 채소는 15.5% 증가하였다. 매년 쌀의 소비량은 계속 감소하고 채소류는 1% 이상 증가할 것으로 예측된다. 이와 같은 경향에 따라 밭작물(두류, 서류, 채소, 과채류, 근채류, 조미채소, 과실, 특용작물, 전매작물 등)의 생산액은 2008년 8.6조 원에서 2013년 12.3조 원으로 단기간에 29.5%나 증가하였으며, 전체 농업생산액의 31.9%를 차지하고 있다(2). 밭작물의 비중은 쌀 및 시설재배의 비중을 능가하였다.

우리나라의 밭작물 농업은 노동집약적이면서 영세하므로 국제 경쟁력이 매우 취약하다. 벼농사의 기계화율은 약 98%지만 밭농사의 기계화율은 56%로 매우 낮으며, 벼농사보다 인력 위주의 노동력이 투하되어 대부분 노령인구, 여성 및 외국 노동자에 의존하고 있다. 또한, 대부분의 밭 농업의 기계화는 경운·정지, 비닐 피복, 방제, 제초 등에 집중되어 있으며, 이 중 경운·정지 및 방제가 90% 이상이며, 그 외는 50% 이하로 낮은 기계화율을 보인다(3). 파종, 이식, 수확은 기계화율이 매우 낮거나 전무한 수준이다. 규모화 및 자동화된 생산체계를 갖춘 밭 농업을 위해서는 기계화가 전제되어야 한다. 따라서 밭작물의 기계화 중 각 기계화를 통한 생산율 및 작업자의 노동력 감쇠 정도를 서술하고자 한다.

과채류 기계화 작업 개선

과채류 중 고추는 우리의 식생활에 없어서는 안 될 농가 주요 소득 작물이며, 조미채소 중 가장 많은 재배면적과 생산액을 차지하고 있다. 고추 농가의 재배면적 0.5 ha 이하가 96.6%로 매우 영세하며, 재배 지역이 분산되어 있어 기계화 여건이 불리하다. 공정 중 수확, 이식, 지주대 설치 및 제거, 유인장치, 수확 후 고춧대 처리, 비닐 수거 작업에 많은 노동력이 필요하지만, 기계화가 어려운 복잡한 작업으로 인하여 개발이 안 되었거나 보급이 부진한 실정이다(4,5).

고추재배의 작업 특성 중 경운·정지 및 두둑형성은 트랙터 및 관리기를 이용하여 기계 작업이 가능하였으며, 비닐 피복작업은 피복기를 사용하거나 대부분 인력을 이용하여 작업하였다(6). 정식, 보온터널 설치 및 지주대는 대부분 인력을 이용하여 작업하였다. 방제는 기계를 이용하여 작업하지만 2명 이상의 작업 인원을 이용하여 방제를 하였으며, 수확 및 세척은 대부분이 인력을 이용하여

그림 1. 고추 정식, 수확 및 세척작업

†Corresponding author
E-mail: hanwoong@kongju.ac.kr, Phone: 041-330-1283

그림 2. 고추 수확기 작업

그림 4. 고구마 선별 작업대

작업을 수행하였다.

인력작업 중 정식, 보온터널, 지주대 설치, 수확 및 세척은 대부분이 쪼그려 앉은 자세이거나 단순 반복 작업을 하여 작업의 피로도가 높은 작업이었다. 세척작업은 쪼그려 앉은 자세뿐 아니라 팔목 및 어깨에 무게를 가함으로 인하여 계속 작업을 할 경우 피로도가 높아지는 작업이었다. 따라서 세척기를 작업에 투입하여 기존 작업과 비교하였다.

세척작업은 기존 1회 작업에 약 200 kg의 고추를 세척하는데 4시간이 소요되었으나 기계화 후 동일한 양을 작업할 경우 1시간 이내로 작업이 완료되었다. 또한, 도입 전 물 퍼 올리기, 수확물 집어 들기, 물로 씻기 및 세척물 들기로 작업이 복잡하였으나 도입 후 수확물 집어 들기 및 세척 브러쉬 작동으로 단순화가 가능하였다.

서류 기계화 작업 개선

고구마는 서류 중 감자와 함께 대표 작물 중 하나이며, 고구마뿐만 아니라 고구마순도 섭취가 가능한 유용한 구황작물 중 하나이다. 고구마의 10 ha당 농가소득을 보면 2005년에는 850천원에서 2011년에 1,478천원으로 74% 이상 증가하였으며, 벼 농가소득 434천원보다 높은 고소득 작물이다. 고구마 재배 면적은 17~80 ha로 계속해서 규모 면적이 증가하는 추세에 있다. 그러나 고구마는 대규모의 경영에도 불구하고 대부분 인력에 의존하여 농가 지출이 증가하므로 경영규모 확대의 어려움이 있다(2,7).

고구마재배의 작업 특성은 경운·정지, 비닐 피복, 복토, 줄기제거 및 굴취는 기계 작업이 가능하였으며, 삽식, 피복비닐 제거 및 선별 포장은 대부분 인력을 이용하여 작업하였다. 육묘를 일정 간격의 구멍으로 심는 과정인 삽식은 노동투하 시간뿐만 아니라 허리를 굽힌 자세에서 반복되는 작업으로 인하여 노동 강도가 높은 것으로 나타났으며, 수확한 고구마를 선별하는 과정은 대부분 쪼그려 앉은 자세에서 크기별 상자로 선별 및 이송작업을 여성이 수행하였다(8).

인력작업 중 삽식과 선별은 대부분 작업이 쪼그려 앉은 자세이거나 단순 반복 작업으로 피로도가 높았다. 삽식 작업은 정식기의 미개발로 인하여 장비 투입이 어려운 실정이므로 선별단계에 선별 작업대를 투입하여 기존 작업과 비교하였다.

선별 작업대의 연간 작업 시간은 약 600시간으로 장비 도입 후 동일한 양을 작업할 경우 약 500시간으로 20% 이상 감소하였으며, 작업자의 환경개선으로 인한 선별률도 높은 것으로 나타났다.

채소류 기계화 작업 개선

채소류 중 배추는 무와 함께 가장 많이 생산되는 밭작물 중 하나이며, 섬유질이 풍부하고 비타민 A, C 및 칼슘, 인이 들어 있어 무기질 공급원으로도 중요하다(9). 국내 배추 총생산액은 8.1천억으로 2008년부터 2012년까지 매년 9.2%씩 상승하였으나 최근 수입 김치의 증가로 인하여 총 생산량이 주춤할 것으로 예상한다. 2012년 1인당 배추김치 소비량은 약 20.0 kg 정도이며, 계속된 신선

그림 3. 고구마 삽식 및 선별 작업

그림 5. 배추 정식 및 방제 작업

배추 구매보다 절임배추 구매가 증가하는 추세에 있다(10).

배추 재배의 작업 특성 중 본답준비는 완전한 기계화가 되었으나 일부 비닐 피복, 방제 및 관수는 기계와 인력을 동시에 사용하는 것으로 나타났으며, 육묘, 묘운반, 정식, 비닐 피복 구멍 절개 및 수확은 대부분 인력에 의존한다. 파종·이식단계에서는 큰 육묘의 이식작업 기계화가 미흡하여 기계화 적용이 미흡한 실정이며, 수확 및 수확 후 단계에서는 인력으로 뿌리를 절단 및 수확·출하작업은 작업시간이 비교적 짧은 대신에 작업 강도가 높은 것으로 나타났다. 생육관리 단계에서는 수차례 반복되는 방제 및 관수 작업은 2인 이상의 작업자가 15~30 kg의 호스를 풀거나 감는 자세를 반복함으로 인하여 노동 강도 및 피로도가 높은 작업이었다. 따라서 자동호스권취기를 작업에 투입하여 기존 작업과 비교하였다.

자동호스권취기를 사용한 결과 배추 재배 지역 5,796 m^2의 연간 방제 작업 시간은 108시간에서 도입 후 72시간으로 33% 이상 감소한 것으로 나타났으며, 최소 2인 작업에서 1인 작업으로 인하여 인력 감소 및 작업자의 노동 감소가 가능하였다.

결 론

우리나라의 밭작물 농업은 영세하여 경쟁력이 매우 취약하다. 벼농사의 기계화율은 약 98%지만 밭농사의 기계화율은 56%로 매우 낮다. 밭농업의 기계화는 경운·정지, 비닐 피복, 방제, 제초 등에 집중되어 있고 이 중 경운·정지 및 방제가 90% 이상이며, 파종, 이식, 수확은 기계화율이 매우 낮거나 전무한 수준이다. 규모화 및 자동화된 생산체계를 갖춘 밭 농업을 위해서는 기계화가 전제되어야 한다. 밭작물 기계화는 복잡한 작업 공정 및 단순 반복으로 인하여 기계화의 많은 어려움이 있다. 과채류 중 고추 작업 공정에서 가장 복잡하고 작업 자세가 어려운 세척 작업에 세척기를 투입한 결과 작업 시간은 75% 이상 줄일 수 있었다. 또한, 서류 중 고구마 재배 작업공정에서 작업 자세가 어렵고 피로도가 가장 높은 선별작업에 작업대를 투입한 결과 노동시간이 20% 이상 감소하였으며, 작업자의 환경개선에 큰 도움이 되었다. 배추는 채소류 중 가장 많은 생산량을 가지고 있지만, 작업공정이 복잡함으로 인하여 기계화가 늦어지고 있는 작목 중 하나이다. 작업 공정 중 노동 투하량이 높은 방제작업에 자동호스권취기를 투입한 결과 노동 투하시간이 33% 이상 감소하였다.

그림 6. 배추 자동호스권취기를 이용한 작업

이처럼 밭작물 재배의 기계화는 벼농사와 같이 모든 작업공정 기계화는 현실적으로 어렵다. 하지만 노동 투하시간 및 강도의 순서로 인한 기계화는 보다 효율적으로 생산 증가 및 작업환경 개선에 도움이 될 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Kim HS, Kim OW, Kim H, Lee HJ, Han JW. 2016. Thin layer drying model of sorghum. *J Biosyst Eng* 41: 356-363.
2. 농림축산식품부. 2016. 농림축산식품 주요통계.
3. 한국농업기계학회. 2015. 농업기계연감.
4. 농촌진흥청. 2016. 작목기술정보.
5. Lee GJ, Kim SD, Yoon JB, Lee KY, Choi KH. 2014. Effects of far-infrared irradiance at night on quality of sunlight dried red pepper (*Capsicum annuum* L.) in plastic houses. *Kor J Hort Sci Technol* 32: 819-826.
6. Lee JT, Lee GJ, Ryu JS, Hwang SW, Park SH, Zhang YS, Jeong YS. 2011. Application of reduce tillage with a strip tiller and its effect on soil erosion reduction in Chinese cabbage cultivation. *Korean J Soil Sci Fert* 44: 970-976.
7. Kim HS, Lee JS, Chung MN. 2011. Effect of harvesting system on labor-saving in sweetpotato cultivation. *Korean J Crop Sci* 56: 400-403.
8. Yang GM, Choi KH, Cho NH, Park JR. 2005. Development of an automatic sweet potato sorting system using image processing. *J Biosyst Eng* 30: 172-178.
9. Choi Y. 2006. Development of the pepper mechanical harvesting system. *PhD Dissertation*. Chonnam National University, Gwangju, Korea.
10. Hong JT, Choi Y, Kim YK, Jun HJ, Park WK, Hwang H. 2002. Development of Chinese cabbage harvester (Ⅳ)-manufacture and performance test of the prototype harvester-. Proceeding of Summer Meeting of Korean Socieyty for Agricultural Machinery. p 114-120.