

벼, 온실가스 늘자 키 자라고 알곡 줄었다.. 기후변화가 바꿀 '미래 쌀농사'

- 농촌진흥청 SPAR* 활용, 고온·고이산화탄소 조건 미래 기후 모의 평가
- 수량 9.5% 감소·메탄 배출 52% 급증...내고온성 품종·저탄소 재배 기술 보급

기후변화로 기온과 대기 중 이산화탄소 농도가 높아지면 벼의 생육은 빨라지지만, 쌀 수량과 품질은 오히려 떨어질 수 있다는 연구 결과가 나왔다.



벼 생육 모의시험(스파)

농촌진흥청(청장 이승돈)은 토양과 식물, 대기 환경을 정밀하게 조절할 수 있는 옥외환경조절연구시설(SPAR, 이하 스파)을 활용해 21세기 중반의 기후 조건이 벼 생육과 생산성에 미치는 영향을 모의 시험했다고 밝혔다.

*옥외환경조절연구시설(Soil-Plant-Atmosphere Research: SPAR): 토양-식물-대기 환경을 정밀하게 조절해 작물 반응을 평가하는 연구시설

이번 연구는 온실가스 배출 수준에 따라 저시나리오(SSP1)*와 고시나리오(SSP5)** 두 가지 미래 기후 조건을 설정해 진행***됐다.

*저시나리오(SSP1): 온실가스 배출이 상대적으로 적은 미래 기후조건, (온도) 평년 대비 1.6℃ 높음, (CO₂ 농도) 484ppm

**고시나리오(SSP5): 온실가스 배출이 상대적으로 많은 미래 기후조건, (온도) 평년 대비 2.8℃ 높음, (CO₂ 농도) 537ppm

***미래 기후변화 시나리오인 공통사회경제경로(SSP) IPCC 제6차 평가보고서(AR6, 2021~2023)를 활용함

시험 결과, 기온이 오르면서 벼 이삭이 패는 시기가 평년보다 빨라졌다. 저시나리오에서는 3일, 고시나리오에서는 7일가량 앞당겨졌다. 고시나리오 조건에서는 대기 중 이산화탄소 농도 증가로 광합성이 활발해져 벼 식물체의 마른 무게(벼 생육량)가 평년보다 9.45% 증가했다.

그러나 생육량 증가가 곧 쌀 수량 증가로 이어지지 않는 않았다. 이삭이 너무 빨리 패면서 벼가 여우는 시기와 한여름 고온기가 맞물렸기 때문이라는

분석이다. 저시나리오의 수량 변화가 크지 않았던 반면, 고시나리오 수량은 약 9.5% 감소했다.

쌀의 품질 저하도 뚜렷했다. 정상적으로 여름 완전립 비율은 두 조건 모두 평년보다 4% 안팎으로 떨어졌다. 반면, 쌀알에 금이 가는 동할립 비율은 고시나리오에서 평년보다 3.5%포인트 높게 나타났다.

논에서 배출하는 메탄의 양도 늘었다. 벼 전체 생육기간의 메탄 배출량은 평년 기후보다 SSP1에서 약 6.5%, SSP5에서 약 52.1% 증가했다.

이번 결과는 미래 기후 조건에서 벼의 외형적 생육은 늘더라도 실제 수량과 품질은 그에 못 미칠 수 있음을 보여준다. 이산화탄소 농도 상승이 논에 메탄 배출을 늘려 기후변화를 다시 가속할 가능성도 확인됐다.

국립식량과학원은 기후변화에 대응해 고온과 수발아, 병해충에 강한 벼 품종을 개발하고 있다. 지역별 기온 변화를 반영해 알맞은 모내기 시기를 다시 설정하는 연구도 추진하고 있다.

아울러, 마른논 씨레질과 생육 중 여러 차례 논물을 빼는 다중 물떼기 등 저탄소 벼 재배 기술의 현장 실증과 보급을 확대하고 있다. 안정적인 쌀 생산과 논 온실가스 감축을 함께 달성할 수 있는 재배 기반을 마련한다는 계획이다.

농촌진흥청 국립식량과학원 재배생리과 김춘송 과장은 “기후변화가 벼 생육과 수량, 품질에 미치는 영향을 종합적으로 분석하고 있다.”라며 “고온 피해를 줄이는 재배 기술과 온실가스 감축 기술을 함께 개발해 쌀을 안정적으로 생산할 수 있는 기반을 마련하겠다.”라고 말했다.

붙임. 기후변화 시나리오에 따른 벼 생산성 변동 모의 결과

담당 부서	국립식량과학원 재배생리과	책임자	과 장	김춘송 (055-350-5290)
		담당자	연구사	김유나 (063-238-5325)
	농촌진흥청에서 연구·개발한 농업의 모든 것  농사로			

□ 기후변화 시나리오에 따른 출수기 변동

- 출수기 단축 : 평년 기후(amb) 대비 SSP1 저시나리오(-3일), SSP5 고시나리오(-7일)
- 등숙기 평균온도는 SSP5 시나리오에서 등숙 최적 조건(21~23℃)보다 약 2~4℃ 높았음

	처리		출수기(±days)	출수 후 40일간 평균기온(℃)
	온도(℃)	CO ₂ (ppm)		
amb.	-	400	8/22(0)	21.4
SSP1	+1.6	484	8/19(-3)	23.5
SSP5	+2.8	537	8/15(-7)	25.4

□ 기후변화 시나리오에 따른 벼 수량 및 품질 변화

- 대기 중 CO₂ 농도 증가로 인해 SSP5 조건에서 총 건물중이 증가하였음
- 고온·고CO₂ 조건에서 영화수가 감소하고, 등숙률은 오히려 증가하는 경향이었지만 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았음 → 천립중 감소로 총 수량 약 10% 감소

처리	이삭수	영화수	등숙율(%)	천립중(g)	수량(g hill ⁻¹)
amb.	11.6±1.17 ^{ns}	159.2±6.43 ^{ns}	83.0±9.50 ^{ns}	28.9±0.18 ^a	55.3±1.35 ^a
SSP1	10.9±0.77 ^{ns}	163.7±19.93 ^{ns}	86.2±3.51 ^{ns}	28.1±0.31 ^b	55.6±3.19 ^a
SSP5	12.1±2.27 ^{ns}	157.1±4.67 ^{ns}	94.7±0.97 ^{ns}	28.2±0.50 ^b	50.0±3.13 ^b

처리조건	(단위: %)			
	완전립	미숙립	동할립	피해립
amb.	61.6±4.2	25.5±2.2	1.9±0.9	3.2±0.8
SSP1	57.4±4.3	29.1±3.2	3.9±0.8	4.2±0.2
SSP5	57.8±3.0	31.7±2.5	5.4±0.9	3.6±0.3

□ 기후변화 시나리오별 메탄 배출량 비교

- (총 메탄배출량) 대기 중 CO₂ 농도 증가에 따라 amb < SSP1 < SSP5 순으로 증가함.
ambient 대비 SSP5 조건에서 52.1% 증가함

