

초임계 추출설비를 이용한 천연물 내 유효성분 추출 공정 개발

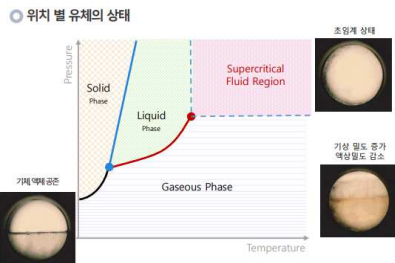
조완택*, 이훈준, 박종범
 (주) 일신오토클레이브
 (jowt@suflex.com)

Introduction

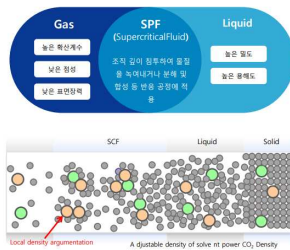
최근 ESG 경영이 대두되며 천연물질에서 추출하고 남은 박 및 천연물 부산물 내 유효 성분을 초임계 공정을 이용하여 재 추출함으로써 버려지는 천연물 부산물의 재활용에 대한 요구가 높아지고 있다. 본 연구에서는 기존 유기용매 추출 공정 및 열수 추출 공정에 비해 에너지 절감 및 공정 단순화를 위해 초(아)임계 공정을 분리막 공정과 연계한 하이브리드 공정을 이용한 추출 공정에 대해 알아보았다. 초임계 이산화탄소는 임계 온도 31.1 °C, 와 임계 압력 7.38 MPa 이상에서 액체의 밀도에 기체의 확산계수를 가지며 비독성, 불연성, 비부식성, 무취의 특성이 있어 기존 유기용매 방법에 비해 인체에 무해하며 친환경적인 특징이 있다. 아임계수는 물의 초임계 조건(374 °C, 21.8 MPa)보다 낮은 조건인 상태를 말하며 낮은 표면장력과 높은 확산계수 그리고 높은 용해력으로 기존 유기용매 공정에 비해 짧은 추출 시간과 온도와 압력 조건에 따른 용해도 조절이 가능한 특징이 있다. 천연물 부산물인 해바라기씨와 홍삼박을 50L Dual 초임계 이산화탄소 설비와 15L 아임계수 장비를 이용하여 기존 유기용매와 열수추출 공정보다 공정이 단순하고 운전 시간이 단축됨을 확인하였다.

초임계 유체 공정

> 초임계 유체의 온도/압력에 따른 상태 변화



> 초임계 유체의 물리적 특성



> 물질별 초임계 조건

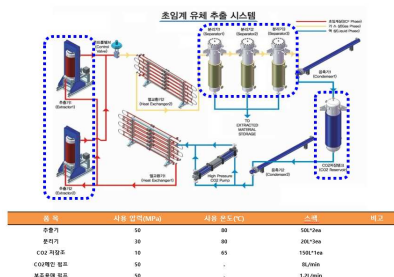
Solvent	임계온도 (°C)	임계압력 (bar)	밀도 (g/cm ³)	분자량 (g/mol)
Carbon dioxide (CO ₂)	31.1	73.8	0.469	44.01
Water (H ₂ O)	373.1	220.5	0.348	18.02
Methane (CH ₄)	-87.75	46	0.162	16.04
Ethane (C ₂ H ₆)	32.4	48.8	0.203	30.07
Propane (C ₃ H ₈)	96.8	42.5	0.217	44.09
Ethylene (C ₂ H ₄)	9.4	50.4	0.215	28.05
Propylene(C ₃ H ₆)	91.75	46	0.232	42.08
Methanol(C ₂ H ₅ OH)	239.45	80.9	0.272	32.04
Ethanol (C ₂ H ₅ OH)	240.9	61.4	0.276	46.07
Acetone (C ₃ H ₆ O)	235.1	47.0	0.278	58.08

실증 초임계 설비를 이용한 천연물 추출

> 50L Dual 초임계 이산화탄소 설비



> 실증 초임계 설비 공정도 및 스펙



> 초임계 추출 결과물



시료 : 해바라기씨 6 kg
 공정 조건: 30 MPa, 60 °C
 공정 시간: 3 hr
 CO₂ 유량: 2 L/min

시료 : 커피빈 4 kg
 공정 조건: 30 MPa, 60 °C
 공정 시간: 3 hr(공용매2hr)
 CO₂ 유량: 2 L/min

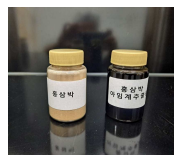
- 초임계 이산화탄소 공정을 이용하여 천연물 내 유효 성분을 추출하기 위해 해바라기씨와 커피빈을 이용한 추출을 진행함.
 - 기존 유기용매 공정인 주정을 이용한 공정에 비해 공정이 단순하며 분리공정이 필요 없는 장점이 있음.
 - 추출 분리막 공정을 연계하여 공용매에 들어 있는 정제수를 제거하여 에너지 소비량 감소를 검토할 예정임.
 - 천연물을 사용하는 식품 및 가공 산업에서 1차 추출 후 버려지는 부산물을 재사용하여 추가 유용 성분 추출함으로써 버려지는 자원을 재사용할 수 있을 것으로 판단됨.

아임계수 장비를 이용한 천연물 추출

> 15L 아임계수 장비

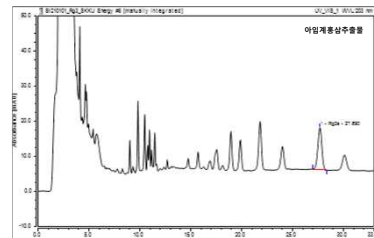


> 아임계 추출 결과물



시료 : 홍삼박 3 kg
 공정 조건: 10 MPa, 140 °C
 공정 유지시간: 3 hr
 투입 증류수량: 10L

> 아임계 추출물 분석 결과



*수요기업 코퍼드바이옴의 분석 결과 인용

- 홍삼박 내 유용 성분을 추출하기 회분식 반응기 형태의 아임계수 장비를 이용하여 추출 실험을 진행함.
 - 실험은 홍삼박을 SUS 메쉬 바스켓에 장입 후 정제수를 넣고 교반기를 운전하며 140 °C, 10 Mpa에서 추출하였음.
 - 홍삼박 열수 추출한 이후인 홍삼박에서도 유효성분이 추출됨을 확인하였으며, 현재 화장품 원료 사용 가능 여부에 대한 테스트를 진행하고 있음.
 - 추후 분리막 공정까지 연계하여 기존 공정 대비 에너지 소비량을 낮출 수 있는 연구를 진행하고자 함.

Conclusion

- ❖ 최근 식품 부산물 내 유효 성분을 고부가가치 원료로 사용하기 위해 화장품 및 건강기능식품 등의 분야에서 사용하려는 노력이 높아지며 기존 유기 용매 추출 방식이 아닌 보다 친환경적이며 경제성이 높은 공정에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.
 - ❖ 초(아)임계 유체를 이용한 추출 공정은 기존 유기용매 추출 방법에 비해 공정이 단순하고 분리정제에 들어가는 에너지가 적은 장점이 있으며 분리막 공정을 연계할 경우 사용된 용매(정제수)를 감소시켜 분리 정제에 들어가는 에너지 소비량을 줄일 수 있을 것으로 판단된다.
 - ❖ 추후 분리막 공정을 연계하여 용매로 사용된 정제수를 제거하여 기존 공정 대비 분리 정제에 들어가는 에너지 소비량에 대한 보다 정확한 계산을 진행할 예정이다.
- 이 논문은 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(20202020800330, 정밀화학산업 반응-분리-정제 에너지절감 공정 기술 개발 및 실증)