

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2013-0029650 (43) 공개일자 2013년03월25일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) C10L 5/44 (2006.01) B09B 3/00 (2006.01) C10B 53/02 (2006.01)	(71) 출원인 경상대학교산학협력단 경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)	
(21) 출원번호 10-2011-0093050	(72) 발명자 김철환	
(22) 출원일자 2011년09월15일 심사청구일자 2011년09월15일	경상남도 진주시 석갑로 58, 113동 504호 (신안동, 주공아파트)	
	임창재	
	경기도 군포시 산본동 가야아파트 514동 1506호 (뒷면에 계속)	
	(74) 대리인 특허법인이름	
전체 청구항 수 : 총 5 항		

(54) 발명의 명칭 부레옥잠으로 제조된 고연소 효율을 갖는 바이오펠릿 및 그의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 바이오펠릿에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 부레옥잠으로 제조된 고연소 효율을 갖는 바이오펠릿 및 그의 제조 방법에 관한 것이다. 부레옥잠으로 바이오펠릿을 제조하면 탄소 배출량이 석탄이나 석유계 원료에 비해 1/12-1/13 수준에 불과하여 탄소 중립적 리그노셀룰로오스계 바이오매스라 할 수 있고, 원료 가격도 목재 펠릿용 원료인 목질계 바이오매스 구매 가격인 30,000원/톤 보다 1/2 수준인 15,000원 수준에 불과하여 매우 경제적인 에너지원이다. 또한, 해중합 및 반탄화 과정을 거치면서 수분과 유기 휘발성 물질들이 제거되어 연소 효율을 높여주므로 일반 펠릿보다 발열량이 약 두 배 정도 향상된다. 뿐만 아니라, 열분해 과정을 거친 부레옥잠은 물리, 화학적 성상이 소수성으로 전환되기 때문에 저장되는 동안 수분 흡습이나 미생물에 의한 열화 등으로부터 보호되어 품질 불량이나 연소 효율 저하 문제도 방지할 수 있다. 이로써 산업용 및 화력발전소의 화석연료 대체 효과가 기대된다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

박수환

경상남도 진주시 동부로43번길 10-13, 101동 203호
(호탄동, 삼성아파트)

송대빈

경상남도 진주시 신안들말길 17, 112동 1101호 (신
안동, 신안1차주공아파트)

특허청구의 범위

청구항 1

부레옥잠을 건조시키는 단계; 및

상기 건조된 부레옥잠을 열분해 장치를 이용하여 열분해 시키는 단계를 포함하고, 상기 열분해 시키는 단계는 대기압 상태에서 200 내지 350℃의 온도로 60 내지 120분 동안 반응시키는 것을 특징으로 하는, 바이오펠릿 제조 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 열분해 시키는 단계는 무산소 또는 저산소 조건에서 진행되는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 건조된 부레옥잠을 압축 장치를 통하여 압축시키는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 열분해 시키는 단계는, 상기 부레옥잠의 성분 중 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 및 리그닌을 해중합 및 반탄화시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 부레옥잠에 목질계 원료를 더 포함하여 건조 및 열분해 시키는 것을 특징으로 하는, 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 바이오펠릿에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 부레옥잠으로 제조된 고연소 효율을 갖는 바이오펠릿 및 그의 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 오늘날 화석 에너지의 가격 상승 등으로 원유 가격이 고가행진을 하고 있으며 자원의 고갈 가능성으로 인해 화석 에너지 자원을 대체할 수 있으면서 친환경적인 에너지 생산을 위해 다양한 바이오매스가 각광을 받고 있다. 바이오매스는 신재생에너지 대체원인 생물자원을 말하는 것으로서, 연료나 화학원료로 사용되는 생물체를 가리킨다. 대표적으로 목재, 농산물 등이 사용되는데, 펠릿형태로 제조되기도 한다.

[0003] 목재 펠릿은 발열량이 4,000 ~ 4,500 kcal/kg 수준으로 발열량이 석탄이나 석유계 연료보다 많이 낮다는 문제가 있다. 또한, 국내의 목재 자급률이 약 10% 수준에 불과하고 국내에서 소모되는 목재 펠릿의 60% 이상이 중국이나 캐나다, 말레이시아 등지에서 수입되고 있어 원료의 해외 의존도가 매우 높다. 따라서, 펠릿 제조용 원료로서, 발열량이 높고, 국내 자급이 가능하며 대량 재배가 가능한 품목의 선정이 필수적이다.

[0004] 한편, 부레옥잠(water hyacinth)은 물옥잠과의 수생식물로써 열대, 아열대 지역에서 연중 수확이 가능한 식물이고, 국내에서는 수온이 20도 이상만 유지된다면 1년에 8회 이상 수확이 가능한 속성 식물이다. 또한 수중 부영양화의 원인 원소인 질소와 인을 1,700 kg/ha, 300 kg/ha 수준으로 흡수 제거하는 능력을 가지고 있어, 수중 정화 식물로도 이용된다. 부레옥잠이 갖는 또 다른 장점으로는 한 개체가 최소 700회 이상 번식이 가능하고 페타이어나 부상 펜스 설치를 통해 재배 면적 조절이 가능하다. 부레옥잠은 1 ha당 수확 가능한 건물 중량은 적게는 50 톤, 많게는 10,000 톤까지 수확이 가능하여 국내에서 펠릿 제조용 바이오매스로 가장 경제적인 원료 작물이라 할 수 있다.

[0005] 따라서, 본 발명자는 부레옥잠을 이용한 바이오펠릿을 제공하고자 연구하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명자들은 화석 에너지의 대체에너지로서, 친환경적이고, 경제적이며, 발열량이 높아 효율적인 바이오매스를 개발하고자 한다. 구체적으로, 부레옥잠을 이용하고, 열분해 단계를 거침으로써, 발열량을 높이고, 펠릿 강도가 매우 양호하며, 미세 먼지가 거의 발생하지 않을 뿐만 아니라, 소수성으로 흡습 특성이 적으며, 생물학적 열화가 발생하지 않는 우수한 품질 특성을 나타내는 부레옥잠 바이오펠릿 및 그 제조 방법을 제공하고자 한다.

[0007] 그러나, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 과제에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명은 부레옥잠을 건조시키는 단계; 및 상기 건조된 부레옥잠을 열분해 장치를 이용하여 열분해 시키는 단계를 포함하고, 상기 열분해 시키는 단계는 대기압 상태에서 200 내지 350℃의 온도로 60 내지 120분 동안 반응시키는 것을 특징으로 하는 바이오펠릿 제조 방법을 제공한다.

[0009] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 열분해 시키는 단계는 무산소 또는 저산소 조건에서 진행될 수 있다.

[0010] 본 발명의 다른 구현예에 따르면, 상기 부레옥잠은 근부를 제외한 것을 사용할 수 있다.

[0011] 본 발명의 또 다른 구현예에 따르면, 상기 건조된 부레옥잠을 압축 장치를 통하여 압축시키는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0012] 본 발명의 또 다른 구현예에 따르면, 상기 열분해 시키는 단계는, 상기 부레옥잠의 성분 중 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 및 리그닌을 해중합 및 반탄화시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 본 발명의 또 다른 구현예에 따르면, 상기 부레옥잠에 목질계 원료를 더 포함하여 건조 및 열분해시킬 수 있으며, 상기 바이오펠릿은 산업용 또는 화력발전소의 발전용으로 사용할 수 있다.

발명의 효과

[0014] 부레옥잠으로 바이오펠릿을 제조하면 탄소 배출량이 석탄이나 석유계 원료에 비해 1/12-1/13 수준에 불과하여 탄소 중립적 리그노셀룰로오스계 바이오매스라 할 수 있고, 원료 가격도 목재 펠릿용 원료인 목질계 바이오매스 구매 가격인 30,000원/톤 보다 1/2 수준인 15,000원 수준에 불과하여 매우 경제적인 에너지원이다.

[0015] 또한, 해중합 및 반탄화 과정을 거치면서 수분과 유기 휘발성 물질들이 제거되어 연소 효율을 높여주므로 일반 펠릿보다 발열량이 약 두 배 정도 향상된다.

[0016] 뿐만 아니라, 열분해 과정을 거친 부레옥잠은 물리, 화학적 성상이 소수성으로 전환되기 때문에 저장동안 수분 흡습이나 미생물에 의한 열화 등으로부터 보호되어 품질 불량이나 연소 효율 저하 문제도 방지할 수 있다. 이로써 산업용 및 화력발전소의 화석연료 대체 효과가 기대된다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 열분해 시키기 전, 후의 부레옥잠의 형상을 도시한 도면이다.

도 2는 열분해된 부레옥잠으로 제조한 바이오펠릿을 도시한 도면이다.

도 3은 열분해된 바이오펠릿과 열분해 시키기 전의 부레옥잠과 목질계 원료를 혼합하여 제조한 펠릿을 도시한 도면이다.

도 4는 열분해 시키기 전과 열분해 시킨 후의 펠릿 발열량을 비교한 그래프이다.

도 5는 열분해 시키지 않은 부레옥잠을 목질계 원료와 혼합하여 제조한 펠릿의 발열량을 비교한 그래프이다.

도 6은 열분해 시킨 부레옥잠과 목질계 원료를 혼합하여 제조한 펠릿의 발열량 변화를 비교한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 본 발명은 부레옥잠을 건조시키는 단계; 및 상기 부레옥잠을 열분해 장치를 이용하여 열분해 시키는 단계를 포함하고, 상기 열분해 시키는 단계는 대기압 상태에서 200 내지 350℃의 온도로 30 내지 120분 동안 반응시키는 것을 특징으로 하는 바이오펠릿 제조 방법을 제공한다. 상기 열분해 시키는 단계는 무산소 또는 저산소 조건에서 진행될 수 있으며, 바람직하게는 60 내지 120분 동안 반응시킬 수 있다.

[0019] 수확된 부레옥잠을 건조시킨 후, 압축장치를 통하여 압축시키거나, 건조된 부레옥잠 그대로를 열분해 장치의 반응기 안에 넣어 부레옥잠의 성분 중 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌을 해중합 및 반탄화시키고, 이와 같은 과정을 거침으로써, 수분과 유기 휘발성 물질들이 제거되어 부레옥잠의 연소 효율을 향상시킬 수 있다. 이 때 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 그리고 리그닌과 같은 천연고분자들을 구성하는 산소와 수소는 탄소에 비해서 해중합 과정에서 상대적으로 더 많이 분해되어 손실물이 더 크다.

[0020] 이러한 개질 처리된 리그노셀룰로오스계 원료들은 발열량이 일반 펠릿보다 약 두 배 정도 향상된다. 또한, 상기 열분해 과정을 거침으로써, 탄소 함량도 향상되어 O/C 비율을 상당히 낮출 수 있다. 열분해되는 바이오매스는 해중합 과정을 거치면서 탄소와 달리 산소는 급격히 분해되어 최종적으로 O/C 비율을 낮추는데 기여한다. 결과적으로 낮아진 O/C 비율은 바이오매스의 발열량을 향상시키는데 절대적인 기여를 한다.

[0021] 본 발명에 따른 부레옥잠 바이오펠릿(열분해된 부레옥잠 바이오펠릿)의 품질 특성을 분석한 것을 표 1에 나타내었다.

표 1

	일반 부레옥잠 펠릿	본 발명에 따른 바이오펠릿
함수율(%)	1.88	1.05
발열량(kcal/kg)(2시간 열분해시)	3,053	5,450
회분(%)	9.02	10.63
탄소 함량(%)	40.25	48.57
밀도 (kg/m ³)	1,325	1,410
펠릿 강도	양호	아주 양호
미세 먼지 발생	일부 발생	거의 발생하지 않음
흡습 특성	과다	소수성
생물학적 열화	발생	발생하지 않음

[0023] 표 1에 나타난 바와 같이, 본 발명에 따른 부레옥잠 바이오펠릿은 발열량이 뛰어나고, 펠릿 강도가 매우 양호하며, 미세 먼지가 거의 발생하지 않는다. 뿐만 아니라, 소수성으로 흡습 특성이 적으며, 생물학적 열화가 발생하지 않는 우수한 품질 특성을 나타낸다.

[0024] 부레옥잠은 근부가 물속 토양 속에 뿌리 내리는 것이 아니고, 부유된 상태로 자라기 때문에 부레옥잠의 근부, 줄기, 잎 모두 바이오펠릿용 원료로 사용이 가능하다. 다만, 표 1에 나타난 바와 같이, 부레옥잠은 일반 목재 펠릿과 달리 회분 함량이 매우 높은데, 이는 부레옥잠의 근부에 고착되어 있는 유, 무기물질들에 의한 영향에 의한 것이다. 따라서, 부레옥잠의 근부를 제외함으로써, 회분 함량을 5% 이하로 낮출 수 있다.

[0025] 본 발명에 따른 부레옥잠 바이오펠릿은 목재 펠릿보다 높은 발열량을 가진다는 특징과, 목재의 경우 회분 함량이 1% 미만이지만 부레옥잠은 약 10%로 목재 펠릿에 비하여 10배 이상 높다는 특성을 고려할 때, 일반 가정용으로 사용하기에는 부적합하고, 산업용 혹은 화력발전소의 발전용으로 사용하는 것이 바람직하다.

- [0026] 또한, 본 발명은 바이오펠릿 제조에서 원료로서 부레옥잠에 목질계 원료를 혼합하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 바이오펠릿 제조 방법을 제공한다. 즉, 부레옥잠만을 원료로 사용하는 것보다 이에 소나무 등의 목질계 원료를 혼합하여 사용하는 경우 발열량이 현저하게 상승하는 것을 실험을 통해 확인하였는바, 두 재료를 적정량 혼합하여 보다 효과적인 바이오펠릿을 제조할 수 있다.
- [0027] 도 1에 열분해 과정을 통해 변화되는 부레옥잠을 도시하였고, 도 2에는 본 발명에서 제안하고 있는 열분해(torrefaction)된 부레옥잠으로 제조된 바이오펠릿을 도시하였으며, 도 3에는 상기 부레옥잠, 부레옥잠과 목분, 및 적송을 이용하여 각각 제조한 바이오펠릿을 나타내었다.
- [0028] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실시예 및 실험예를 제시한다. 그러나 하기의 실시예 및 실험예는 본 발명을 보다 쉽게 이해하기 위하여 제공되는 것일 뿐, 하기 실시예 및 실험예에 의해 본 발명의 내용이 한정되는 것은 아니다.
- [0029] **[실시예]**
- [0030] **실시예 1. 열분해 시킨 부레옥잠 바이오펠릿의 제조**
- [0031] 수확된 부레옥잠을 함수율 10% 미만으로 건조시킨 후 압축 장치를 통하여 100 내지 300 kg/m³ 수준으로 압축시켰다. 압축 건조된 부레옥잠을 열분해 장치(torrefaction 장치)의 반응기에 넣었다. 열분해 장치에서 무산소, 대기압 상태에서 200 내지 350℃의 온도로 30, 60, 120분 동안 반응시켜 각각의 바이오펠릿을 제조하였다.
- [0032] **실시예 2. 열분해 시킨 목질계 원료를 혼합한 부레옥잠 바이오펠릿의 제조**
- [0033] 상기 실시예 1에서 수확된 부레옥잠에 소나무를 5:5 및 7:3의 비율로 혼합한 것을 제외하고는 동일한 방법으로 바이오펠릿을 제조하였다.
- [0034] **비교예 1. 열분해 시키지 않은 부레옥잠 바이오펠릿의 제조**
- [0035] 상기 실시예 1에서 열분해 장치를 이용하여 열분해 시키는 과정을 거치지 않은 것을 제외하고는 동일한 방법으로 바이오펠릿을 제조하였다.
- [0036] **비교예 2. 열분해 시키지 않은 목질계 원료를 혼합한 부레옥잠 바이오펠릿의 제조**
- [0037] 상기 비교예 1에서 수확된 부레옥잠에 적송을 5:5 및 7:3의 비율로 혼합한 것을 제외하고는 동일한 방법으로 바이오펠릿을 제조하였다.
- [0038] **[실험예]**
- [0039] **실험예 1. 열분해 시키지 않은 부레옥잠 바이오펠릿(비교예 1)과 열분해 시킨 부레옥잠 바이오펠릿(실시예 1)의 발열량 비교**
- [0040] 열분해 단계가 부레옥잠 바이오펠릿의 발열량에 미치는 영향을 확인하기 위하여, 비교예 1의 방법으로 제조된, 열분해 시키지 않은 부레옥잠 바이오펠릿과, 실시예 1의 방법으로 제조된 열분해 시킨 부레옥잠 바이오펠릿의 발열량을 측정하여 비교하였다. 그 결과를 도 4에 나타내었다.
- [0041] 도 4에 나타난 바와 같이, 열분해 시키지 않은 부레옥잠 바이오펠릿의 발열량은 3,053kcal/kg이었고, 열분해 시간이 길수록 펠릿의 발열량이 가파르게 증가하였다. 즉, 60분간 열분해 시킨 펠릿은 발열량이 약 4,300kcal/kg으로 열분해시키지 않은 펠릿보다 1.4배 정도의 발열량 개선이 일어났고, 120분간 열분해 시킨 펠릿은 약 5,500kcal/kg으로 열분해시키지 않은 펠릿보다 1.8배까지 발열량이 향상되었다. 이것은 일반적인 목재 펠릿의 발열량인 4,000~4,500kcal/kg보다도 높은 발열량으로 연소 효율이 확실하게 개선된 것을 확인할 수 있었다.

[0042] **실험예 2. 열분해 시키지 않은 부레옥잠 바이오펠릿(비교예 1)과 이에 목질계 원료를 혼합하여 제조한 바이오펠릿(비교예 2)의 발열량 비교**

[0043] 부레옥잠 바이오펠릿에 목질계 원료를 혼합하는 것이 발열량에 미치는 영향을 확인하기 위하여, 비교예 1의 방법으로 제조된, 열분해 시키지 않은 부레옥잠 바이오펠릿과, 비교예 2의 방법으로 제조된, 목질계 원료인 적송을 혼합하여 제조한 바이오펠릿의 발열량을 측정하여 비교하였다. 그 결과를 도 5에 나타내었다.

[0044] 도 5에 나타난 바와 같이, 목질계 원료의 혼합 비율이 높아질수록 발열량이 향상되는 것을 확인할 수 있었다. 즉, 부레옥잠보다 리그닌 함량이 많은 목질계 원료나 기타 리그노셀룰로오스계 바이오매스의 혼합량이 증가할수록 발열량이 4,000kcal/kg 이상까지 향상되는 것을 확인할 수 있었다.

[0045] **실험예 3. 열분해 시킨 부레옥잠 바이오펠릿(실시예 1)과 이에 목질계 원료를 혼합하여 제조한 바이오펠릿(실시예 2)의 발열량 비교**

[0046] 열분해 시킨 부레옥잠 바이오펠릿에 목질계 원료를 혼합하는 것이 발열량에 미치는 영향을 확인하기 위하여, 실시예 1의 방법으로 제조된, 열분해 시킨 부레옥잠 바이오펠릿과, 실시예 2의 방법으로 제조된, 목질계 원료인 소나무를 혼합하여 제조한 바이오펠릿의 발열량을 측정하여 비교하였다. 그 결과를 도 6에 나타내었다.

[0047] 도 6에 나타난 바와 같이, 열분해 시킨 목질계 원료가 열분해된 부레옥잠 바이오펠릿의 발열량 개선에 큰 기여를 할 수 있음을 확인하였다. 즉, 소나무계 수종을 열분해시킨 후 열분해된 부레옥잠에 혼합하였을 때 발열량이 6,000 ~ 7,000kcal/kg 까지 향상됨을 확인할 수 있었다.

[0048] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

도면

도면1



도면2



도면3



가. 열분해된 바이오펠릿
(부레옥잠 100%)



나. 부레옥잠:목분 = 7:3

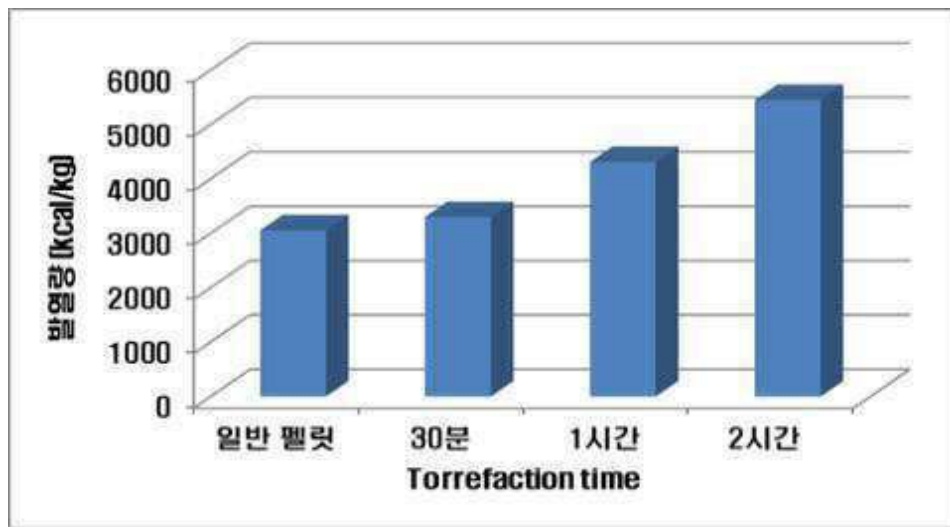


다. 부레옥잠:목분 = 5:5

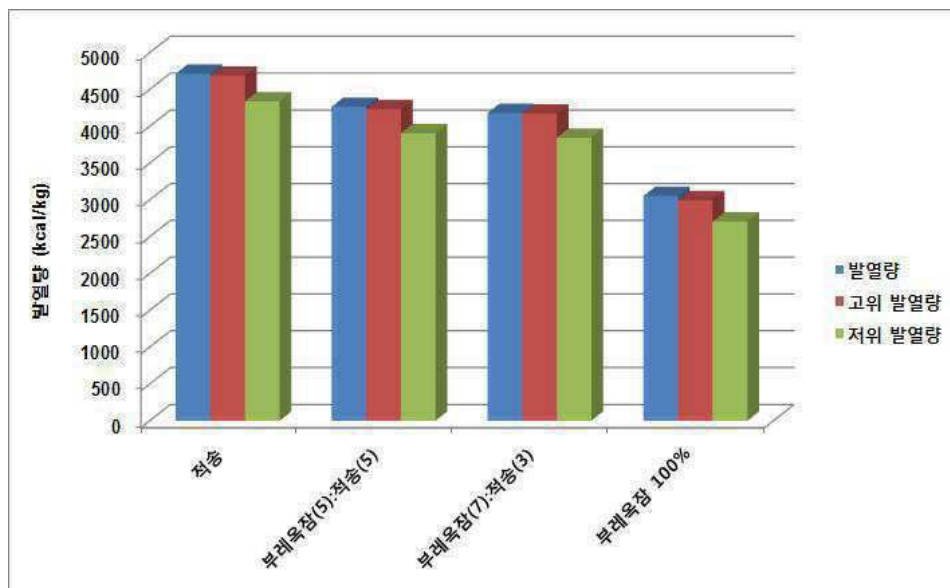


라. 적송 100%

도면4



도면5



도면6

