한국농화학회지 제37권 제1호(1994)
Agricultural Chemistry and Biotechnology
Vol. 37, No. 1, pp. 14~18(1994)

들깨종자의 압착착유에 미치는 온도와 수분함량의 상호작용 효과

민용규* · 정헌상
충북대학교 식품공학과

초록 : 온도와 수분함량의 상호작용이 들깨종자의 압착착유에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 생들깨와 볶은들깨의 기름 추출율(REO) 및 압착케이크의 부피변형율(VSPC)을 온도와 수분함량을 변화시켜가며 측정하였다. 본 실험을 위해 들깨종자의 수분함량을 2.5, 4.5, 6.5 및 8.5% (w.b.), 압착온도를 30, 40, 50 및 60℃, 압착시간을 11분 그리고 압착압력을 50 MPa로 각각 조절하였다. 생들깨 및 볶은들깨의 REO 및 VSPC는 온도가 낮을 때에는 수분함량이 높을수록 크게 나타났으나, 온도가 높을 때에는 수분함량이 낮을수록 크게 나타났다. 그러나 수분함량 8.5%에서는 온도에 관계없이 작았다. 압착요인과 REO 및 VSPC과의 관계를 분산분석한 결과 온도와 수분함량의 영향은 높은 유의성을 보여주었다. 또한 온도보다는 온도와 수분함량사이의 상호작용효과가 더 큰것으로 나타났다. 온도와 수분함량 사이의 상호작용이 가장 크게 나타난 구간은 본 실험조건의 모든 온도에서 수분함량 2.5~4.5%이었다. 최대 REO는 생들깨의 경우 수분함량 2.5%와 60℃의 온도에서 84.4%이었고, 볶은들깨는 수분함량 6.5%와 30℃의 온도에서 84.3% 이었다(1993년 11월 30일 접수, 1994년 2월 3일 수리).

서 론

들기름의 착유에 이용되는 기계적 방법에는 연속식과 회분식이 있지만 대부분 소규모의 회분식으로 착유되고 있다. 최근 상업적 규모로 사용되는 연속식은 유지종자의 수분함량 3%, 압착온도 110~130℃ 그리고 압착압력 1000 kg/cm^{2}의 착유조건으로 약 90~95%정도 추출되며, 회분식의 경우 수분함량 5~6% 그리고 압착압력 130~420 kg/cm^{2}의 조건에서 80~85%정도 추출된다. 그러나 이러한 추출율은 원료의 성질과 착유조건에 따라 다르며, 특히 압착온도, 압착압력, 압착시간, 유지종자의 수분함량, 크기, 껍질의 유·무, 유지종자의 전처리 유·무, 압착케이크의 두께 및 압착압력의 증가속도 등이 중요한 요인으로 작용하기 때문에 이러한 요인들의 영향을 고려하면 실제 착유공정에서 높은 추출율을 올릴 수 있을 것으로 생각된다.[1,2] 유지종자의 압착착유에 관한 연구로 Khan 등[3]은 콩에서 수분함량이 9.5~10%일 때 85.7%의 추출율을 얻었다. Singh 등[4]은 해바라기씨기름 추출의 압착조건 중 수분함량이 가장 중요한 인자라고 보고했으며, Mrema 등[5]은 유체흐름의 세 가지 기본 공식으로 유지종자로부터의 기름압착공정을 수리적 모델화 하였으며, Faborode 등[6]은 섬유상 농산물 압축의 이론적 분석에서 여러가지 압축요인들의 상호작용을 단일 공식으로 만들었으며, Shirato 등[7]은 필터케이크의 내부흐름 메카니즘에 대하여 연구하였다. 또한 Conophor Nut(Tetracarpidium Conophorum)기름,[8] 유채기름,[9] 해바라기기름,[10] Canola기름,[11] 땅콩기름[12,13] 등의 추출에 관한 연구들이 진행되었으나, 국내에서는 민 등[14]의 들기름 추출에 대한 연구 이외에는 찾아보기 어려운 실정이다.

따라서 본 연구에서는 들깨종자의 압착착유에 관여하는 물리적요인 중 온도와 수분함량의 상호작용이 들기름의 추출에 어떠한 영향을 미치는가를 구명하고자한다.

재료 및 방법

재료 및 압착기구

실험에 사용된 들깨품종(蘇麻, 蘇子, Perilla frutescens var. japonica hara)과 착유기구는 민 등[14]의 보고와 동일하였다.

Key words : Perilla seed, oil expression, temperature, moisture content, recovery of expressed oil, volumetric strain of pressed cake
*Corresponding author : Y.-K. Min

시료의 수분함량 조절

생들깨의 수분함량은 저온에서 건조시키거나 적당량의 증류수를 첨가하여 조절하였으며, 볶은들깨는 회전배소기(Rotary roaster)로 140℃ 에서 20분간 볶은 후 증류수를 첨가하였으며, 생들깨와 볶은들깨 모두 시료전체가 평형수분함량에 도달하도록 3~4℃ 의 냉장고에서 7일간 저장한 후 상압가열건조법[15]으로 수분함량을 측정하여 2.5, 4.5, 6.5 및 8.5%로 조절하였다.

압착온도 조절

민[14] 등과 같은 방법으로 온도가 조절되는 heating jacket을 압착기구에 부착하여 압착온도를 30, 40, 50 및 60℃ 로 조절하였다.

착유방법

수분함량이 조절된 시료 15g을 압착기구의 실린더에 넣고 온도를 조절한 다음 50MPa의 압력으로 11분 동안 3회 반복하여 착유를 실시하였으며, 반복간에 유의차는 없는것으로 나타났다(Table 1).

기름의 추출율(REO)과 압착케이크의 부피변형율(VSPC)

민 등[14]과 같은 방법으로 측정하였다.

결과 및 고찰

기름의 추출율(REO)과 압착케이크의 부피변형율(VSPC)

생들깨에서 수분함량에 따른 REO 및 VSPC의 변화는 Fig. 1, 2에서 보는 바와 같이 수분함량이 2.5에서 6.5%까지 증가함에 따라 30, 40 및 50℃ 의 온도에서는 REO 및 VSPC는 증가하였지만 60℃ 의 온도에서는 감소하는 경향을 나타내었다. 수분함량이 6.5에서 8.5%로 증가함에 따라서 모든 처리온도에서 REO 및 VSPC는 감소하였다.

Table 1. F-values of analysis of variance (ANOVA) of expression effects of unroasted and roasted perilla seed

Varations	DF	Unroasted		Roasted	
		REO[1]	VSPC[2]	REO	VSPC
R[3]	2	1.0	0.3	0.4	0.6
T[4]	3	45.3**[6]	14.0**	317.4**	21.4**
M[5]	3	1167.0**	1231.0**	2519.0**	341.0**
T×M	9	267.8**	171.1**	290.7**	23.2**
Model	17	355.9**	310.4**	654.5**	76.7**

[1]Recovery of expressed oil
[2]Volumetric strain of pressed cake
[3]Replication
[4]Temperature
[5]Moisture content
[6]$p<0.01$

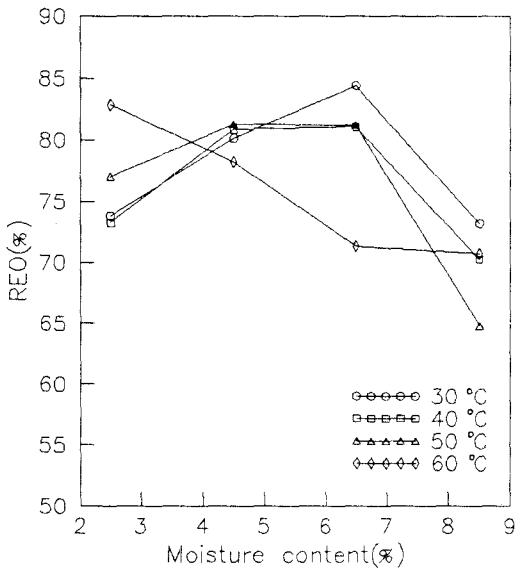

Fig. 1. Changes in recovery of expressed oil (REO) of unroasted perilla seed pressed for 11 min at different temperature and moisture content.

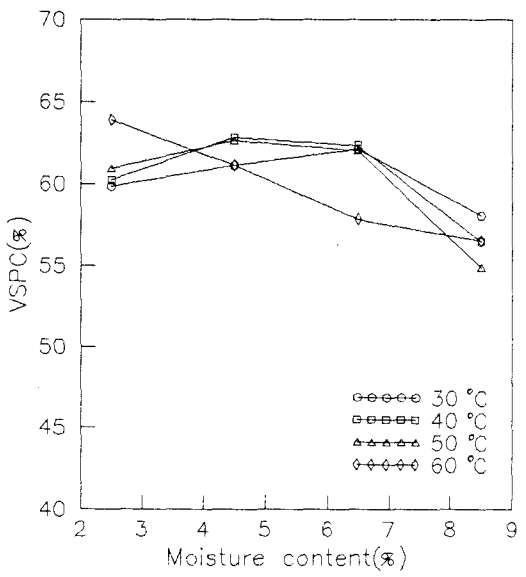

Fig. 2. Changes in volumetric strain of pressed cake (VSPC) of unroasted perilla seed pressed for 11 min at different temperature and moisture content.

또한 온도와 수분함량 사이에는 반비례관계가 나타났다. 즉 온도가 낮을 때에는 수분함량이 높을수록 REO 및 VSPC가 크게 나타났으나, 온도가 높을 때에는 수분함량이 적을수록 크게 나타났다. 온도별 수분함량에 따른 REO 및 VSPC의 변화를 보면 30℃ 에서 수분함량이 2.5에서 6.5%로 증가함에 따라 REO 및 VSPC가 각각 10.6, 2.3%증가하였지만 6.5에서 8.5%로 증가함에 따라 각각 11.2, 4.1%감소하였다. 40℃ 와 50℃ 에서는 수분함량이 2.5에서 6.5%로 증가함에 따라 REO는 각각 7.8, 4.2%, VSPC는 각각 2.1, 1.1% 증가하였으나, 6.5에서 8.5%로 증가함에 따라 REO는 각각 10.8, 16.4%, VSPC는각각 5.9, 7.2%감소하였다. 그러나 60℃ 에서는 수분함량이 2.5에서 8.5%까지 증가함에 따라 REO 및 VSPC는 계속 감소하여 각각 12.1, 7.4%감소하였다.

볶은들깨에서 수분함량에 따른 REO 및 VSPC의 변화는 Fig. 3, 4에서 보는 바와 같이 생들깨와 마찬가지로 온도와 수분함량 사이에는 반비례관계가 있었다. 30과 40℃ 의 온도에서 수분함량이 2.5에서 6.5%로 증가함에 따라 REO 및 VSPC도 증가하였다. 그러나 50과 60℃ 의 온도에서 REO와 VSPC는 수분함량 4.5%까지는 감소하였으나 4.5%에서 6.5%로 증가함에 따라 약간의 증가를 보였다. REO 및 VSPC 모두 8.5% 이상의 수분함량에서는 온도에 관계없이 감소하였으며, 본 실험에 적용된 수분함량보다 많은 수분함량에서는 온도에 관계없이 압착케이크가 디스크를 통해 밀려나와 측정이 불가능 하였다. 또한 온도와 수분함량 사이의 상호작용효과가 가장

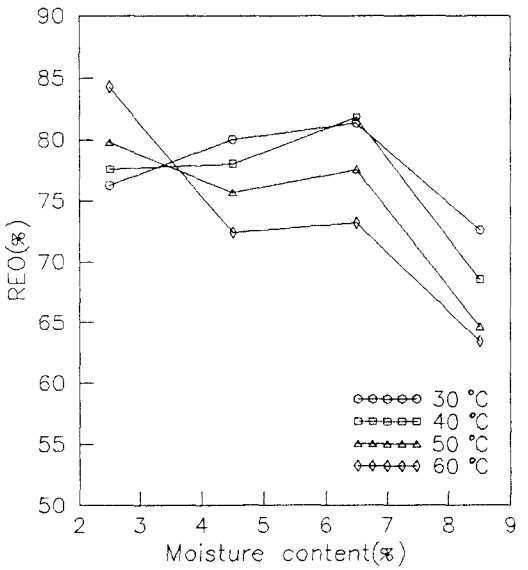

Fig. 3. Changes in recovery of expressed oil (REO) of roasted perilla seed pressed for 11 min at different temperature and moisture content.

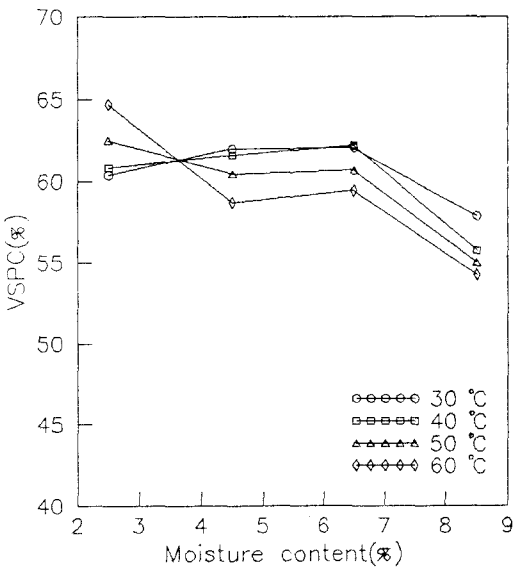

Fig. 4. Changes in volumetric strain of pressed cake (VSPC) of roasted perilla seed pressed for 11 min at different temperature and moisture content.

Table 2. Least significant difference between expression factors and REO and VSPC of unroasted perilla seed[1)]

REO Mean	T (℃)	REO Mean	M (%)	VSPC Mean	T (℃)	VSPC Mean	M (%)
A[2)]77.9	30	A 80.1	4.5	A 60.5	40	A 61.9	4.5
B 76.3	40	B 79.5	6.5	B A 60.3	30	B 61.2	2.5
C B 76.1	50	C 76.7	2.5	B 60.1	50	B 61.1	6.5
C 75.8	60	D 69.7	8.5	C 59.9	60	C 56.5	8.5
LSD 0.4		0.4		0.4		0.4	

[1)]See Table 1
[2)]LSD Grouping

Table 3. Least significant difference between expression factors and REO and VSPC of roasted perilla seed[1)]

REO Mean	T (℃)	REO Mean	M(%)	VSPC Mean	T(℃)	VSPC Mean	M(%)
A 77.6	30	A 79.5	2.5	A 60.6	30	A 62.1	2.5
B 76.5	40	B 78.5	6.5	B 60.1	40	B 61.1	6.5
C 74.4	50	C 76.5	4.5	C 59.6	50	B 60.7	4.5
D 73.3	60	D 67.3	8.5	D 59.3	60	C 55.7	8.5
LSD 0.3		0.3		0.2		0.2	

[1)]See Table 2

두드러진 수분함량은 2.5에서 4.5%사이였는데 2.5%에서는 온도가 높을수록 REO 및 VSPC는 높게 나타났지만 4.5%에서는 온도가 높을수록 작게 나타났다. 온도별 수분함량에 따른 REO 및 VSPC의 변화를 보면 30℃에서 수분함량이 2.5에서 6.5%로 증가함에 따라 REO 및 VSPC가 각각 5.1, 1.7% 증가하였지만 6.5에서 8.5%로 증가함에 따라서는 각각 8.8, 4.2% 감소하였다. 60℃에서는 수분함량이 2.5에서 8.5%로 증가함에 따라 REO 및 VSPC는 계속 감소하여 각각 20.9, 10.5% 감소하였다.

통계분석

생들깨 및 볶은들깨의 압착에 관여하는 온도, 수분함량 및 온도와 수분함량사이의 상호작용에 대한 REO 및 VSPC와의 관계를 분산분석한 결과는 Table 1과 같으며, 최소유의차 검증(LSD) 결과는 Table 2, 3과 같다. REO와 VSPC에 대한 반복간의 유의차는 없는 것으로 나타났으며, 온도와 수분함량은 높은 유의성($p<0.01$)이 있는 것으로 나타났다. 또한 온도보다는 온도와 수분함량 사이의 상호작용이 REO 및 VSPC에 더 큰 영향을 미침을 알 수 있는데 이러한 결과는 Khan 등[3)]의 연구에서도 찾아볼 수 있다. 온도와 수분함량에 대한 최소유의차 검증 결과 생들깨(Table 2)와 볶은들깨(Table 3) 모두 온도와 수분함량 모두 3~4개의 그룹으로 구분되어 온도와 수분함량의 변화에 따라 REO 및 VSPC는 변화함을 알 수 있었다. 생들깨의 경우 수분함량 4.5%가 가장 높은 평균값을 나타내었지만 볶은들깨에서는 수분함량 2.5%가 가장 높은 평균 값을 나타내었다.

수분과 온도의 상호작용 효과

생들깨와 볶은들깨 모두 높은 온도에서는 수분함량이 낮을수록 그리고 낮은 온도에서는 수분함량이 높을수록 REO 및 VSPC가 증가하는 반비례 관계를 보였는데, 이러한 현상은 Khan 등[3)]의 연구결과에서 수분과 온도와의 상호작용은 기름 추출율의 5%선에서 매우 중용하게 작용하며, 높은 압력보다는 온도가 더 중요하게 작용한다는 보고와 Koo 등[16,17)]의 면실유의 압착에 있어 수분함량 3~4% 범위에서는 기름이 짜여져 나오지 않고 11% 이상에서는 기름 중에 물이 포함되어 나오기 때문에 최적 수분함량은 5~11%이며, 온도가 높을수록 기름의 점도가 낮아지므로 잘 짜여져 나온다는 결과와도 일치하였다. 또한 그밖의 많은 연구자들도 수분의 첨가와 제거에 의한 REO의 변화에 대한 연구 하였으며,[8-13)] Filhes[18)]는 이러한 수분의 첨가는 구형 씨앗의 친수성표면에서 기름을 제거시키는 작용에 의해 REO를 증가시킨다고 보고하였으나 아직 수분의 중요 작용 메카니즘은 확실하게 밝혀지지 않았다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 들깨종자의 압착착유에 있어 REO에 가장 큰 영향을 미치는 것은 다른 유지종자와 마찬가지로 수분함량이며, 온도도 중요하지만 온도 자체보다는 수분과의 상호작용 효과가 매우 중요하게 작용함을 알 수 있었다. 또한 본 실험조건에서 온도와 상호작용이 가장 크게 나타난 구간은 본 실험의 모든 처리온도에서 수분함량 2.5~4.5%일 때 이었다.

감사의 글

이 연구는 '92년도 한국과학재단의 연구비지원(과제번호: 921-1500-045-1)을 받아 수행된 연구결과의 일부로 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. Baily, A. E.: 'Industrial Oil and Fat Product', 4th ed., p. 175, Interscience(1982)
2. Bernardin, E.: 'Oilseed, Oils and Fats', p. 313, Rome Publ(1983)
3. Khan, L. M. and Hanna, M. A.: Transaction of the ASAE, 27 : 190(1984)
4. Singh, M. S., Frasaie, A., Stewart, L. E. and Douglass, L. W.: Transaction of the ASAE, 27 : 1190 (1984)

5. Mrema, G. C. and McNalty, P. B.: J. Agric. Engng. Res., 31 : 361(1985)
6. Faborode, M. O. and O'Callaghan, J. R.: J. Agric. Engng Res, 35 : 175(1986)
7. Shirato Mompei, Masao Sambuichi, Hiroo Kato and Tsutomu Aragaki: AICHE J., 15 : 405(1969)
8. Fasina, O. O. and Ajibola, O. O.: J. Agric. Engng Res., 44 : 275(1989)
9. Sukumaran, C. R. and Singh, B. P. N.: J. Agric. Engng Res., 42 : 77(1989)
10. Farsaie, A. and Singh, M. S.: Transations of the ASAE, 28 : 275(1985)
11. Vadke, V. S. and Sosulski, F. W.: JAOCS, 65 ; 1169 (1988)
12. Sivakumaran, K., Goodrum, J. W. and Bradley, R. A.: Transactions of the ASAE, 28 : 316(1985)
13. Sivakumaran, K. and Goodrum, J. W.: Transactions of the ASAE, 30 : 1167(1987)
14. 민용규, 정헌상: 한국식품과학회지, 25 : 28(1993)
15. A.O.A.C.: Official Methods of Analysis, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washingtn D. C.(1990)
16. Koo, E. C.: Chem. Engng.(China), 4 : 15(1937)
17. Koo, E. C.: Ind. Engng. Chem., 34 : 342(1942)
18. Filhes, A.: Oleagineux, 5 : 705(1950)

Interaction Effect of Temperature and Moisture Content on the Oil Expression of Perilla Seed

Young-Kyoo Min* and Heon-Sang Jeong (Department of Food Science & Technology, Chungbuk National University, Cheongju 360-763, Korea)

Abstract : In order to elucidate the interaction effect between temperature and moisture content on the oil expression of perilla seed, recovery of expressed oil (REO) and volumetric strain of pressed cake (VSPC) of both roasted and unroasted perilla seeds were observed at different temperatures of 30, 40, 50 and 60℃, and differenct moisture contents of 2.5, 4.5, 6.5 and 8.5% (w.b). And duration of press was 11 min and applied pressure was 50 MPa. At the low temperature REO and VSPC of roasted and unroasted perilla seed increased in high moisture content and at the high temperature those increased in low moisture content. But REO and VSPC at 8.5% moisture content were decreased without relation to temperature. From the analysis of variance between expression factors and REO and VSPC, temperature and moisture contents showed high significance. Also the interaction effect between temperature and moisture content was higher than temperature. In our experimental conditions, the highest interaction effect between expression factors was observed in the range of 2.5~4.5% of moisture content in all temperatures. The maximum REO of unroasted perilla seeds was observed as 84.4% at 2.5% of moisture content and 60℃, and that of roasted one was as 84.3% at 6.5% of moisture content and 30℃.