식품공학 학사학위논문

호남지역 전통주인 계당주 복원을 위한 침출조건 최적화

목포대학교 공과대학

식품공학과

조 승 헌

윤 정 훈

고 지 성

최 현 욱

지도교수: 강 성 국

2025년 11월

호남지역 전통주인 계당주 복원을 위한 침출조건 최적화

이 논문을 식품공학 학사학위 논문으로 제출함

목포대학교 공과대학

식품공학과

조 승 헌

윤 정 훈

고 지 성

최 현 욱

지도교수 강 성 국

상기자의 식품공학 학사학위 논문을 인준함

심사위원장 이 현 준 (인)

심사위원 강 성 국 (인)

2025년 11월

목 차

국문초록

제1장 서 론 ····· 1

제2장 재료 및 방법 ····· 4

1. 실험 재료 ····· 4
2. 계당주 제조 ····· 5
3. pH 측정 ····· 8
4. 아미노태 질소 측정 ····· 8
5. 당도 측정 ····· 10
6. 색도 측정 ····· 10
7. DPPH 라디칼 소거능 ····· 11
8. ABTS 라디칼 소거능 ····· 11
9. 총 폴리페놀 함량 ····· 12
10. 계당주 관능 평가 ····· 13
11. 통계처리 ····· 13

제3장 결과 및 고찰 ····· 14

1. 계당주의 제조 및 외관 특성 ····· 14
2. 계당주의 이화학적 특성 분석 결과 ····· 16
3. 계당주의 항산화능 분석 결과 ····· 20
4. 계당주의 관능 평가 결과 ····· 23
5. 침출조건 최적화 및 종합 고찰 ····· 26

제4장 결 론 ····· 28

참고문헌 ····· 29

호남지역 전통주인 계당주 복원을 위한 침출조건 최적화

조 승 헌, 윤 정 훈, 고 지 성, 최 현 욱

목포대학교 공과대학 식품공학과

(지도교수 : 강 성 국)

(초록)

본 연구는 호남지역 전통주인 계당주의 복원을 위하여 주정 농도와 약재 배합비에 따른 침출 특성과 품질 변화를 과학적으로 규명하고자 하였다.

계당주는 알콜농도 25, 30, 35% 주정 3 L에 계피/당귀 배합비를 160/40, 200/50, 240/60, 280/70 g으로 조합하여 총 12종의 시료를 제조하였다. 모든 시료는 90일 동안 침출하고 여과하여 시료로 사용하였다.

이화학적 분석 결과, 모든 시료의 pH는 약 5.0-5.6 범위의 약산성을 유지하였으며, 주정 농도와 계피/당귀 배합비에 따라 약간 차이를 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 아미노태 질소는 0.63-1.13 mg/100 mL 범위로 측정되었으며, 주정 농도와 약재 투입량이 증가할수록 증가하는 경향을 보여 알콜 농도와 시료량 증가에 비례함을 알 수 있었다. 색도 측정 결과, 계피와 당귀의 배합비가 증가할수록 명도(L*)는 감소하고 적색도 및 황색도는 증가하였으며 짙은 황갈색이 형성되었다. 침출 과정 중 알코올 도수와 당도는 대조군에 비하여 큰 차이 없이 안정적으로 유지되었다.

계당주의 항산화능 분석결과 ABTS 라디칼 소거능은 49.7-108.2 mg TE/L 범위, DPPH 라디칼 소거능은 37.2-86.1 mg TE/L 범위, 총 폴리페놀 함량은 92-194 mg GAE/L 범위에서 시료별 차이를 보였다. 세 지표 모두 주정 농도가 25%에서 30%, 35%로 증가할수록, 그리고 계피/당귀 첨가량이 증가할수록 유의

적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 35% 에탄올과 280/70 g 배합비로 제조한 시료에서 ABTS 108.2 mg TE/L, DPPH 86.1 mg TE/L, TPC 194 mg GAE/L로 가장 높은 값을 보였다.

관능평가 결과 35% 에탄올과 계피/당귀 160/40 g 배합비로 제조한 시료에서 색, 맛, 향, 후미, 알코올 감 등 대부분의 항목에서 더 높은 기호도를 보여 종합적인 관능 평가에서 최상위 시료로 선정되었다.

계당주의 품질을 결정하는 핵심 인자는 약재 배합비보다 주정 농도이며, 주정 농도 35%가 외관, 이화학적 특성, 항산화 활성, 관능적 품질을 모두 고려했을 때 가장 적합한 침출조건으로 도출되었다.

제1장 서 론

우리나라의 전통주는 단순한 알코올음료가 아니라, 각 지역의 역사, 기후, 재배 작물, 제조기법이 응축된 중요한 식문화 유산이다. 특히 곡류와 누룩을 이용한 탁주, 청주, 약주, 증류식 소주 등은 오랜 기간 가정과 제례, 세시풍속과 함께 전승되어 왔으며, 최근에는 막걸리를 중심으로 품질 특성, 생리활성 기능에 대한 학술적 연구가 활발히 이루어지고 있다(1). 이러한 연구들은 전통주가 단백질, 유기산, 비타민, 유산균 및 다양한 페놀성 화합물을 함유하여 영양학적, 기능성 측면에서 가치가 높다는 점을 제시하고 있으며(1), 동시에 원료와 제조 공정에 따른 품질 차이를 과학적으로 규명하고자 한다(4-8).

조선 후기 홍석모가 저술한 『동국세시기』는 우리나라 세시풍속과 더불어 각 시기마다 마셔온 술과 약주에 대한 기록을 담고 있어, 전통주의 역사, 문화적 배경을 이해하는 주요 문헌 자료로 활용되고 있다(3). 『동국세시기』에는 약용 재료를 주정에 침출하여 마시는 약주의 조리법이 다수 등장하며, 그 중 계피와 당귀, 사당(砂糖)을 이용한 계당주(桂糖酒)가 호남지역을 중심으로 음용된 약용주로 소개되어 있다(3). 그러나 계당주와 같이 특정 지역에 한정된 전통 약주는 구전, 문헌 기록은 남아 있으나, 현대 식품공학적 관점에서 이화학적, 관능적 특성을 체계적으로 분석한 연구는 매우 부족한 실정이다. 이는 전통주의 복원과 표준화를 위해 우선적으로 해결해야 할 연구 공백으로 볼 수 있다(1,2).

한편, 최근 국내 전통주 산업은 농업, 관광, 외식 산업과의 융합을 통해 지역 밀착형 고부가가치 산업으로 성장 잠재력을 보이고 있다. 전통주 관련 연구 동향을 분석한 결과, 막걸리를 중심으로 품질 특성 및 생리활성 기능, 저장성, 발효 미생물, 원료 다양화에 관한 연구가 집중적으로 수행되고 있으며(1), 이러한 학술적 성과는 새로운 제품 개발과 지역 특화 브랜드 형성에 기여하고 있다. 전통주 소비자 행동을 분석한 연구에서는 연령, 소득, 음주 빈도에 따라 선호 주종과 음용 상황이 상이하며, 20-30대를 중심으로 '지역성'과 '스토리'를 가진 전통주에 대한 관심이 증가하고 있음이 보고되었다(9,10). 특히 라이프스타일과 건강 지향성이 높은 집단일수록 저도수이면서 풍미, 기능성을 강조한 전통주에 대한

선호도가 높은 것으로 나타나(9-11), 젊은 세대를 겨냥한 새로운 전통주 스타일 개발의 필요성이 제기되고 있다. 이러한 시장 변화는 전통주를 단순한 역사적 복원 대상이 아니라, 현대 소비자의 기호와 건강 지향성을 반영한 기능성 주류로 재해석해야 할 필요성을 뒷받침한다(1,2,9-11).

계당주는 『동국세시기』에서 계피와 당귀, 사당, 주정을 사용한 약용주로 소개되지만(3), 구체적인 향미 특성이나 침출 조건에 대한 과학적 데이터는 제시되어 있지 않다. 본 연구에서는 문헌에 기록된 '계피, 당귀, 사당, 주정'을 기본 골격으로 삼되, 실제 원료 선정은 현대 식품, 생약 연구에서 보고된 항산화, 생리활성 및 풍미 특성을 고려하여 이루어졌다. 계피는 주로 *Cinnamomum cassia*의 건조 수피를 사용하며, 에탄올 추출물에서 강한 DPPH 라디칼 소거능과 지질 과산화 억제 효과가 보고되어 항산화 기능성 소재로 널리 활용되고 있다(12,13). *Angelica gigas*의 뿌리 및 잎 추출물은 decursin 계열 화합물을 중심으로 우수한 항산화 활성과 혈액 순환 개선, 항염 작용 등이 보고되어 한방, 건강기능식품 소재로 연구되어 왔으며(14,15), 에탄올 농도에 따라 총 폴리페놀 함량과 항산화 활성이 유의하게 달라지는 것으로 알려져 있다(14,15). 또한 국내 양봉에서 생산되는 아카시아꿀은 부드러운 단맛과 꽃 향을 가져 강한 향신, 약재와 혼합했을 때 조화로운 풍미를 부여하는 것으로 보고되어, 계피, 당귀의 향을 보완하면서도 소비자 기호도를 높일 수 있는 당원으로 적합하다고 판단하였다(1,6,7). 이와 같이 본 연구에서 사용한 카시아 계피, 국산 참당귀, 아카시아 꿀은 동국세시기의 기본 재료 구성을 유지하면서도, 현대 소비자의 기호와 건강 지향적 가치를 고려한 재료 조합이라 할 수 있다.

전통주 및 식물성 소재의 항산화 연구에서는 주정 농도, 추출 시간, 온도 등이 폴리페놀 용출, 색도, 향미, 항산화 활성에 큰 영향을 미치는 주요 인자로 보고된다(7,8,16-18). 30-70% 범위의 에탄올 농도는 수용성, 지용성 페놀성 화합물을 동시에 추출하는 데 효과적이며, 에탄올 농도 상승에 따라 총 폴리페놀 함량 및 DPPH, ABTS 라디칼 소거능이 증가하다가 일정 농도 이후에는 포화 또는 감소 양상을 보이는 것으로 알려져 있다(16-18). Dangyuja(*Citrus maxima*) 껍질에 대한 연구에서는 30%, 50%, 70% 에탄올 추출물을 비교한 결과, 중간 농

도에서 항산화 및 항염 활성이 가장 우수하였으며(16), *Centella* 및 기타 허브 추출 연구에서도 에탄올 농도, 추출 시간, 온도 간의 상호작용에 따라 최적 조건이 달라지는 것으로 보고되었다(17,18). 한편, 막걸리, 약주에 과실, 한약재, 곡류 등을 첨가한 연구들에서도 부재료의 종류뿐 아니라 주정, 주모 농도 및 침출, 발효 조건이 색도, 향, 맛, 항산화 활성, 관능 특성에 직접적인 영향을 미치는 것으로 나타났다(4–8). 예를 들어 아로니아, 오디, 인삼 새싹 등을 첨가한 막걸리 및 약주에서 총 폴리페놀 함량과 DPPH, ABTS 라디칼 소거능이 증가하고, 관능 평가에서 색, 맛, 전반적 기호도가 향상되었다는 결과가 보고된 바 있다(4–8).

이에 본 연구에서는 『동국세시기』에 기록된 계당주의 기본 조리법을 바탕으로 카시아 계피, 국산 참당귀, 아카시아꿀을 사용하여 계당주를 복원하고, 주정 농도(25%, 30%, 35%)를 달리하여 제조한 시료의 이화학적 특성(pH, 아미노태 질소, 당도, 알코올도수), 항산화 활성(DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능, 총 폴리페놀 함량) 및 관능 특성(색, 향미, 후미, 맛, 알코올감)을 비교, 분석하고자 하였다. 특히 호남지역 전통 약용주인 계당주를 연구 대상으로 선정하여, 침출 주정 농도의 차이가 품질 특성에 미치는 영향을 규명함으로써, 전통 문헌의 기록을 현대 과학적 분석으로 검증하고, 젊은 소비층의 기호에 부합하는 새로운 스타일의 전통 약주로 재해석하고자 하였다. 본 연구는 계당주의 복원을 위한 최적 침출조건을 제시함과 동시에, 향후 호남지역 전통주의 관광, 외식 산업 연계 및 지역 특화 상품 개발을 위한 기초 자료를 제공한다는 점에서 학문적, 실용적 의의를 가진다.

제2장 재료 및 방법

1. 실험 재료

본 연구에서 사용한 계당주 제조 원료는 다음과 같다. 계피는 동광종합물산(주)에서 구매한 베트남산 통계피(*Cinnamomum cassia*) 를 사용하였다. 당귀는 (주)태극인농업회사법인(태극인)에서 공급한 국산 참당귀(*Angelica gigas*) 를 사용하였으며, 외관과 향이 균일한 뿌리 원료만을 선별하였다. 단맛과 향 조화를 위한 감미원으로는 대한민국농수산(주)에서 생산한 국산 아카시아꿀을 사용하였다. 침출액 제조에는 시중에서 판매되는 담금주용 주정 제품을 사용하였으며, 주정 농도는 25%, 30%, 35%의 세 종류를 구입하여 그대로 적용하였다. 본 연구에서 사용된 모든 원료는 동일 제조번호의 제품을 사용하여 원료 간 편차를 최소화하였다.

계당주 제조에 사용한 계피는 국내 전통 한약재 및 약용주 원료로 널리 사용되는 카시아 계피(*Cinnamomum cassia*)를 사용하였다. 카시아 계피는 실론계피(*C. verum*)에 비해 cinnamaldehyde와 phenolic 화합물 함량이 높고, 열수 및 에탄올 추출물에서 우수한 항산화 활성이 보고되어 있어(12,13,31) 계당주의 특유의 향과 기능성 부여에 적합한 것으로 알려져 있다. 당귀는 참당귀(*Angelica gigas*), 일당귀(*A. acutiloba*), 중국당귀(*A. sinensis*) 세 종류를 비교하여, 항산화 활성 및 decursin, decursinol 등 coumarin계 성분 함량이 높고 혈관 보호 및 항산화 효과가 우수한 것으로 보고된 참당귀를 계당주 제조용 약재로 선정하였다(14,15,30). 감미원으로 사용된 꿀은 여러 종류의 벌꿀 중에서 향이 순하고 색이 옅으며, fructose와 glucose를 중심으로 한 유리당 함량이 높고 국내에서 안정적으로 유통되는 아카시아꿀을 사용하였다. 국내산 벌꿀과 마누카꿀을 비교한 연구 및 아카시아꿀의 이화학적 특성과 당 조성을 분석한 선행 연구에서 아카시아꿀은 깨끗한 단맛과 양호한 품질특성을 가지는 것으로 보고되어(33,34) 계피와 당귀의 향을 해치지 않으면서도 충분한 감미와 점성을 부여하는 감미원

으로 적합하다고 판단하였다.

2. 계당주 제조

계당주 제조 공정의 전체 흐름도는 Figure 1에 제시하였다. 계당주의 제조는 『동국세시기』에 기록된 전통 조리법을 기반으로 하되, 침출식 주류 연구에서 보고된 표준 공정을 참고하여 수행하였다(19). 계피(*Cinnamomum cassia*)는 흐르는 물로 세척한 뒤 칼로 표면의 이물을 제거하고, 자연광에서 햇볕 건조하여 수분을 제거하였다. 당귀(*Angelica gigas*)는 건조 원료를 추가 전처리 없이 사용하였으며, 두 약재 모두 분쇄하지 않고 자연적인 형태(계피 길이 7–15 cm)를 유지한 채 투입하였다. 계피와 당귀의 배합비는 160:40 g, 200:50 g, 240:60 g, 280:70 g으로 설정하였으며, 이를 25%, 30%, 35% 주정 농도와 조합하여 총 12개 시료를 제조하였다. 모든 시료에는 공통적으로 100 g의 아카시아꿀을 첨가하였다. 꿀은 점도가 높아 소량의 주정과 먼저 혼합하여 완전히 용해한 후 침출 용기에 넣었다.

침출액은 약재인 계피, 당귀와 꿀 용해액을 담은 후 총 3 L의 주정을 부어 조성하였다. 용기는 빛을 차단한 상태에서 실온에서 20–25 °C로 유지하였으며, 공기 접촉을 최소화하기 위해 비닐 밀폐 후 뚜껑을 잠가 보관하였다. 침출은 어두운 환경에서 3개월간 진행하였고, 주정 농도에 따른 침출 효율을 비교하였다.

침출이 완료된 시료는 면포를 이용한 중력 여과(gravity filtration) 방식으로 여과하였으며, 침전물이 남지 않도록 천천히 여과하여 맑은 상등액만 회수하였다. 최종 여과액은 갈색 유리병에 담아 밀봉 후 분석 전까지 실온과 암조건에서 보관하였다. 본 공정은 국내 약재 침출주 및 담금주 연구에서 보고된 표준 프로세스와 유사한 방식으로 수행되었다(19).

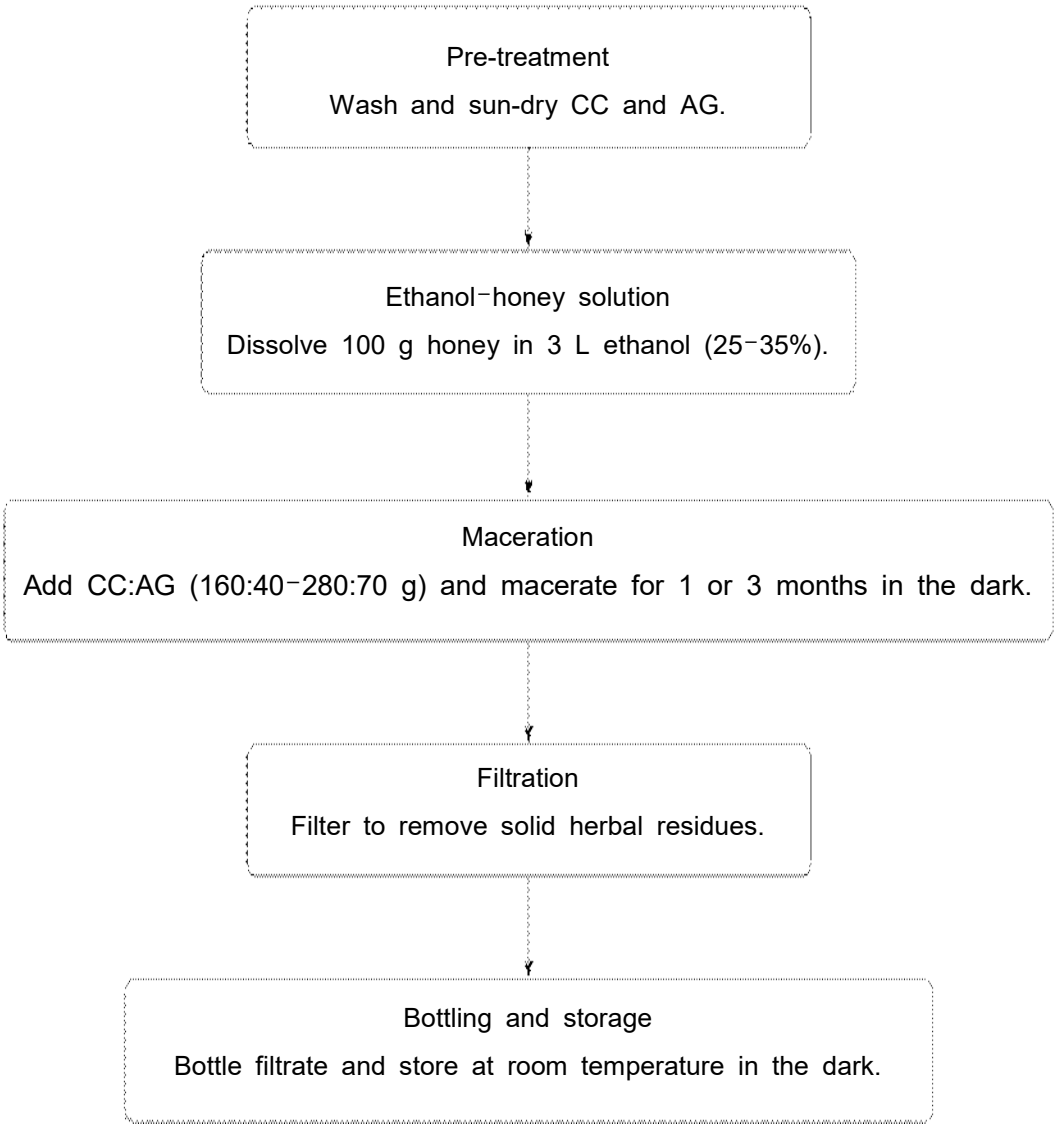


Figure 1: Simplified process flow for the preparation of Gye-dang-ju.

Table 1: Formulation of Gye-dang-ju samples

Sample	CC (g)	AG (g)	Ethanol (%)	Honey (g)	Total volume (L)
S1	160	40	25	100	3
S2	200	50	25	100	3
S3	240	60	25	100	3
S4	280	70	25	100	3
S5	160	40	30	100	3
S6	200	50	30	100	3
S7	240	60	30	100	3
S8	280	70	30	100	3
S9	160	40	35	100	3
S10	200	50	35	100	3
S11	240	60	35	100	3
S12	280	70	35	100	3

CC, cinnamon bark (*Cinnamomum cassia*).

AG, Korean angelica root (*Angelica gigas*).

3. pH 측정

pH는 준비된 계당주 시료를 대상으로 pH meter(Model AG 8603, Mettler-Toledo, Switzerland)를 사용하여 측정하였다. 분석에 앞서 pH 4.01, 7.00, 10.01 buffer solution으로 3점 검정을 수행하여 기기를 보정한 후 측정에 사용하였다(4,7). 측정은 25 °C 항온 조건에서 전극을 시료에 직접 침지하는 방식으로 실시하였다. 에탄올 함유 식물성 침출물의 pH는 용매 농도, 추출 시간, 페놀성 화합물 함량 등에 의해 영향을 받는 것으로 보고되어 있으며(16-18), 본 연구에서는 주정 농도와 원료 배합비에 따른 pH 변화를 비교하였다.

4. 아미노태 질소 측정

아미노태 질소 함량(아미노산도)은 전통주 및 발효식품 관련 선행연구에서 널리 사용하는 formol 적정법을 준용하여 측정하였다(4,7). 여과한 계당주 시료 10 mL를 250 mL 삼각플라스크에 취하고, 증류수를 가하여 약 50 mL로 희석한 후 0.5% 페놀프탈레인 지시약 2-3방울을 첨가하였다. 먼저 0.1 N NaOH 표준용액으로 연한 분홍색이 30초 이상 유지되도록 적정하여 시료를 중화한 뒤, 미리 0.1 N NaOH로 pH 8.3 부근까지 중화한 중성 formalin 용액(35-40%) 10 mL를 가하였다. formalin을 첨가하면 아미노기(-NH_2)가 formaldehyde와 반응하여 다시 산성이 되므로, 동일한 0.1 N NaOH 표준용액으로 재적정하여 연한 분홍색이 30초 이상 유지되는 시점을 종말점으로 하였다. 같은 조건에서 증류수만을 사용한 공시험(blank)을 병행하여 NaOH 소비량을 보정하였다.

아미노태 질소 함량(mg %)은 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{Amino nitrogen (mg/100 mL)} = \frac{(A - B) \times 1.4 \times F \times D \times 100}{S}$$

여기서 A는 시료의 formol 적정에 소요된 0.1 N NaOH 소비량(mL), B는 공시험에서의 0.1 N NaOH 소비량(mL), F는 0.1 N NaOH 표준용액의 역가, D는 시료 희석배수, S는 적정에 사용된 시료량(mL)이며, 상수 1.4는 0.1 N NaOH 1 mL에 해당하는 아미노태 질소의 양(1.4 mg N)에 해당한다. formol 적정법으로 얻은 아미노태 질소 값은 발효 및 숙성 과정에서 단백질이 아미노산 형태로 분해된 정도를 반영하므로, 계당주의 숙성도와 질소계 풍미 성분의 축적 정도를 평가하기 위한 지표로 활용하였다(4,7).

5. 당도 측정

당도는 굴절당도계(refractometer, Model PAL-1, Atago Co., Japan)를 사용하여 측정하였다. 분석 전 굴절당도계는 증류수로 0 °Brix에 보정한 후 사용하였다(4,7). 각 시료는 25 °C에서 온도 평형을 맞춘 뒤 굴절면에 1-2방울을 떨어뜨려 측정하였다. 에탄올 및 당을 함유한 침출액의 당도는 주정 농도와 원료 조성에 따라 변하며, 특히 꿀의 첨가량과 침출 과정에서 용출되는 수용성 성분의 영향을 받는 것으로 보고되어 있다(4,6,7). 본 연구에서는 주정 농도를 25%, 30%, 35%로 달리하고 원료 배합비를 변화시켜 계당주 시료의 당도 변화를 비교하였다.

6. 색도 측정

색도는 색차계(Colorimeter, Model CR-400, Konica Minolta, Japan)를 사용하여 CIE L*, a*, b* 색 공간에서 측정하였다. 분석 전 장비는 표준 백색 보정판(standard white calibration plate)으로 보정한 후 사용하였다(4,6,7). 시료는 투명한 색도 측정용 큐벳에 담고 외부 광원을 차단한 상태에서 측정하였다. CIE L* 값은 명도, a* 값은 적색도, b* 값은 황색도를 의미하며, 침출주의 색도는 주정 농도, 침출 기간, 색소 및 페놀성 화합물의 용출량 등에 의해 영향을 받는 것으로 보고되어 있다(16-18). 본 연구에서는 주정 농도를 25%, 30%, 35%로 달리하고 원료 배합비를 변화시켜 계당주 시료의 L*, a*, b* 값과 색차(ΔE)를 비교하였다.

7. DPPH 라디칼 소거능

DPPH 라디칼 소거능은 Brand-Williams 등(32)의 방법을 일부 변형하여 측정하였다(4,6,7). 0.2 mM 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) 용액은 메탄올에 용해하여 사용하였다. 시료는 적절한 비율로 희석한 뒤 시료 용액 0.2 mL와 DPPH 용액 3.8 mL를 혼합하였다. 혼합물은 암소에서 30분간 반응시킨 후 UV-Vis spectrophotometer(Model UV-1800, Shimadzu, Japan)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료를 첨가하지 않은 대조구와 시료 첨가구의 흡광도 차이를 이용하여 라디칼 소거능을 백분율(%)로 산출하였다(32).

8. ABTS 라디칼 소거능

ABTS 라디칼 소거능은 선행연구에서 보고된 방법을 참고하여 측정하였다(12, 16,28). $ABTS^{\bullet+}$ 라디칼 양이온은 7.4 mM ABTS 용액과 2.6 mM potassium persulfate($K_2S_2O_8$)를 혼합하여 상온 암소에서 12-16시간 반응시켜 제조하였다. 생성된 $ABTS^{\bullet+}$ 용액은 흡광도가 0.70 ± 0.02가 되도록 에탄올로 희석하여 사용하였다. 시료 용액 0.1 mL에 희석된 $ABTS^{\bullet+}$ 용액 3.9 mL를 혼합하여 암소에서 6분간 반응시킨 후 UV-Vis spectrophotometer(Model UV-1800, Shimadzu, Japan)를 이용해 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료를 첨가하지 않은 대조구와 시료 혼합액의 흡광도 차이를 이용하여 라디칼 소거능을 백분율(%)로 산출하였다(12).

9. 총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법을 이용하여 측정하였다(16,20). 시료는 적절히 희석한 후 시료 용액 0.1 mL에 Folin-Ciocalteu reagent 0.5 mL를 가하고 3분간 반응시켰다. 이어서 10%(w/v) sodium carbonate(Na_2 CO) 용액 1.5 mL와 증류수를 첨가하여 총 부피를 5 mL로 조정한 뒤, 암소에서 30분간 반응시켰다. 반응이 끝난 후 UV-Vis spectrophotometer(Model UV-1800, Shimadzu, Japan)를 사용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 gallic acid(Sigma-Aldrich, USA)를 사용하여 0-200 mg/L 범위의 농도로 검량선을 작성하였고, 계당주 시료의 총 폴리페놀 함량은 mg GAE/100 mL 단위로 환산하여 표시하였다. 본 연구에서는 주정 농도와 원료 배합비에 따른 총 폴리페놀 함량 변화를 비교하였다.

10. 계당주 관능평가

관능평가는 목포대학교 식품공학과 학생 20명(n=20)을 대상으로 실시하였다. 패널은 기본적인 미각, 후각 기능에 이상이 없으며, 실험 목적과 평가 절차에 대한 사전 설명을 충분히 들은 후 참여하였다. 시료는 25%, 30%, 35% 주정 농도와 계피와 당귀의 배합비에 따라 제조된 총 12개 시료를 사용하였다. 실내 온도(22–24°C)와 조도는 일정하게 유지하였다. 모든 시료는 무작위 3자리 난수코드(random three-digit code)로 표기하여 제시하였고, 제시 순서에 따른 순응 효과(order effect)를 최소화하기 위해 라틴 스퀘어(Latin square) 설계에 따라 평가 순서를 무작위화하였다(21). 패널이 한 시료를 평가한 후에는 물과 크래커를 제공하여 입안을 세정하도록 하였으며, 시료 간의 간섭(carry-over)을 방지하였다. 평가 항목은 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 후미(aftertaste), 알코올감(alcohol feeling) 등 총 5가지로 구성하였으며, 각 항목은 1점(매우 나쁨)에서 5점(매우 좋음)의 5점 기호도 척도(5-point hedonic scale)를 사용하여 평가하였다(22). 모든 평가 결과는 평균값과 표준편차(mean ± SD)로 산출하였으며, 시료 간 차이는 ANOVA 분석 후 Duncan 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 이용하여 유의수준 $p<0.05$에서 비교하였다.

11. 통계처리

모든 실험 데이터는 3회 반복 측정(n=3)한 평균값 및 표준편차(mean ± SD)로 나타내었다. 시료 간의 유의적 차이는 일원분산분석(one-way ANOVA)을 실시하여 검정하였으며, 유의수준 $p<0.05$에서 차이가 인정된 경우 Duncan's multiple range test를 이용하여 평균 간 차이를 비교하였다(23). 모든 통계 분석은 SPSS 통계 소프트웨어(SPSS Statistics 26.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 사용하여 수행하였다.

제3장 결과 및 고찰

1. 계당주의 제조 및 외관 특성

계당주는 계피와 당귀를 주정에 침출하여 제조하는 약용주로, 제조 과정에서 원료 배합비와 주정 농도에 따른 외관 변화를 관찰하였다. 모든 시료는 침출 초기에 계피의 정유 성분과 당귀의 페놀성 화합물이 용출되면서 황갈색에서 적갈색을 띠기 시작하였으며, 침출 기간이 경과할수록 색 농도는 증가하고 탁도는 감소하여 보다 맑은 외관을 나타냈다. 이러한 현상은 에탄올이 지용성 향, 색소 성분의 용해도를 증가시켜 침출 효율을 높인다는 선행연구와 일치한다(12,24).

주정 농도별 차이를 비교한 결과, 25% 에탄올 시료는 상대적으로 연한 황갈색을 보여 용출 강도가 약한 특징을 보였다. 이는 저농도 에탄올이 수용성 성분 추출에는 유리하지만, 계피, 당귀에 존재하는 방향 성분(essential oils) 및 지용성 페놀화합물의 용출에는 한계가 있기 때문이다(24). 반면, 35% 에탄올 시료는 짙은 적갈색으로 변하며 특유의 향이 강하게 형성되었는데, 이는 높은 에탄올 농도가 방향 성분 및 지용성 색소(anthraquinones, polyphenols)의 용출을 촉진하는 것으로 보고된 바 있다(12,25). 다만, 일부 고농도 시료에서는 향미가 과도하게 강하여 조화로운 균형이 떨어지는 경향도 관찰되었다. 30% 에탄올 조건은 색의 진함, 투명도, 향의 강도 측면에서 가장 균형 잡힌 외관을 나타냈다. 이는 중간 농도의 에탄올이 수용성, 지용성 성분의 용출 효율을 동시에 확보할 수 있어, 침출주의 색 농도와 투명도가 안정적으로 유지된다는 연구와도 일치한다(16,26). 본 연구에서도 30% 시료는 과도하게 진하거나 탁하지 않은 황적색을 나타냈으며, 침출 기간 동안 일관된 외관 품질을 유지하였다. 계피(CC), 당귀(AG)의 배합비(160:40–280:70 g)는 색 농도와 향 강도에 영향을 주었으나, 외관 변화의 핵심 요인은 원료량보다 주정 농도임이 확인되었다. 배합비가 높을수록 원료 표면적 증가로 인해 색 농도가 약간 증가했으나, 전체 경향은 에탄올 농도에 의해 더 크게 좌우되었다. 이는 약재 침출액에서 solvent-to-solid 비율보다 용매 극성이

색소, 페놀 성분 용출의 주요 인자로 작용한다는 선행 연구 결과와도 부합한다(24,25).

종합적으로, 계당주의 외관 특성은 주정 농도가 증가할수록 색이 진해지고 향이 강해지는 경향을 보였으며, 30% 주정 농도에서 가장 조화로운 색감과 투명도를 갖춘 시료가 확인되었다. 이는 이후 제시될 색도 결과 및 항산화 활성과도 유사한 경향을 보여, 30% 에탄올 침출이 계당주의 품질 균형 측면에서 최적 조건임을 시사한다.

2. 이화학적 특성 분석 결과

계당주의 이화학적 특성 분석 결과는 Table 2와 Table 3에 제시하였다. 주정 농도(25–35%)와 계피(CC), 당귀(AG)의 배합비(160/40–280/70 g)에 따라 아미노태 질소, pH, 당도(Brix) 및 색도(L*, a*, b*)에서 차이가 나타났으며, 전체적으로는 원료 배합비보다 주정 농도가 더 큰 영향을 미치는 요인으로 확인되었다.

아미노태 질소는 0.63–1.13 mg/100 mL 범위로 나타났으며, 배합비가 높아질수록 값이 증가하였다. 특히 280/70 g 조성(S4, S8, S12)에서 상대적으로 높은 아미노태 질소가 관찰되었는데, 이는 원료량 증가에 따라 아미노산 및 질소 함유 수용성 성분의 용출이 증가한 것으로 해석된다. 또한 주정 농도가 증가할수록 아미노태 질소는 상승하는 경향을 보였으며, 35% 주정 시료에서 가장 높은 값이 확인되었다. 이는 에탄올 농도가 높을수록 단백질 분해산물과 질소계 화합물의 용해도가 증가한다는 선행연구 결과와 일치한다(24). pH는 4.93–5.66 범위로 나타났고, 전반적으로 주정 농도가 높아질수록 pH가 증가하는 경향을 보였다. 이는 에탄올 비중이 높아지면 유기산과 같은 산성 물질의 상대적 추출량이 감소하고, 방향성, 중성 성분의 용출 비율이 증가하기 때문으로 이해된다(16). 특히 35% 주정 시료(S9)는 pH 5.66으로 가장 높은 값을 보였고, 30% 시료(S8)는 4.93으로 가장 낮았다. pH 변화 폭은 크지 않았지만, 주정 농도의 변화가 완충 효과에 일부 기여한 것으로 판단된다. Brix는 0.12–0.15 °Bx로 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 모든 시료에 동일량(100 g)의 아카시아꿀이 첨가되었으며, 계피, 당귀 침출 과정에서 추가로 용해되는 당류의 양이 매우 제한적이기 때문이다. 주정 농도가 높아질수록 Brix가 약간 증가하는 경향(0.12→0.15 °Bx)을 보였지만, 이는 첨가된 꿀의 농도 변동보다는 측정 오차 범위 내 변화로 해석된다. 따라서 당도는 계당주 품질을 구분하는 주요 지표로 기능하지 않는 항목으로 판단된다(7). 색도 분석 결과는 Table 3에 제시하였다. 침출주의 색 특성은 주정 농도와 배합비에 따라 유의한 차이를 보였으며, 색 농도, 명도, 황색도 등 색상 지표는 전반적으로 주정 농도에 의해 큰 영향을 받았다. L* 값은 23.53–28.77 범위였으며, 명도가 높을수록 밝은 색을 의미한다. 25% 시료가 가장 낮은 L* 값을 보였

고, 30–35% 시료는 비교적 높은 L* 값을 유지하였다. 이는 중간–고농도 에탄올이 색소 용해도를 높이면서도 투명도를 유지시키는 효과가 있다는 선행연구와 일치한다(16). a*는 모든 시료에서 음수(−2.5 ~ −5.6)를 나타내어 갈색–황색 계열 특징을 보였다. 25% 시료는 상대적으로 낮은 a* 값을 보여 더 녹색에 가까운 색조를 나타냈으며, 이는 수용성 색소의 상대적 비중 증가 때문으로 판단된다. b* 값은 11.84–15.87 범위로 나타났으며, 25% 주정 시료에서 가장 높은 값을 보였다. 이는 저농도 에탄올의 경우 수용성 황색 색소 성분이 상대적으로 많이 용출되기 때문이다(25). 반대로 고농도 에탄올(35%)에서는 지용성 갈색 성분의 비중이 증가하여 b*가 낮아지는 경향을 보였다. ΔE 값은 0.37–5.60 범위로 나타났으며, 원료량이 많을수록(280/70 g) 색 농도가 증가하여 ΔE 값도 상승하였다. 이는 색도 변화는 주정 농도뿐 아니라 원료 투입량에도 영향을 받는 지표임을 의미한다.

Table 2: Physicochemical properties of Gye-dang-ju under different for- mulations

Sample	CC/AG (g)[a]	Alc (%)	Amino-N (mg/100mL)	pH	Brix (°Bx)
S1	160/40	25	0.63 ± 0.31	5.27 ± 0.22	0.12 ± 0.02
S2	200/50	25	0.73 ± 0.31	5.54 ± 0.30	0.12 ± 0.02
S3	240/60	25	0.90 ± 0.62	5.28 ± 0.11	0.12 ± 0.02
S4	280/70	25	0.93 ± 0.41	5.03 ± 0.05	0.12 ± 0.01
S5	160/40	30	0.73 ± 0.29	5.12 ± 0.05	0.13 ± 0.05
S6	200/50	30	0.80 ± 0.35	5.30 ± 0.32	0.14 ± 0.02
S7	240/60	30	0.77 ± 0.25	5.02 ± 0.21	0.13 ± 0.01
S8	280/70	30	0.77 ± 0.31	4.93 ± 0.16	0.13 ± 0.01
S9	160/40	35	0.70 ± 0.36	5.66 ± 0.08	0.14 ± 0.01
S10	200/50	35	0.83 ± 0.44	5.35 ± 0.03	0.14 ± 0.01
S11	240/60	35	1.00 ± 0.35	5.03 ± 0.29	0.14 ± 0.01
S12	280/70	35	1.13 ± 0.29	5.36 ± 0.06	0.15 ± 0.01

[a] CC/AG = *Cinnamomum cassia* / *Angelica gigas*.

Table 3: Color attributes of Gye-dang-ju under different formulations

Sample	Alc (%)	CC/AG (g)[a]	L^*	a^*	b^*	ΔE^b
S1	25	160/40	28.77 ± 2.60	−2.60 ± 9.44	14.73 ± 0.74	—
S2	25	200/50	24.60 ± 7.71	−5.60 ± 8.60	15.87 ± 1.24	5.60 ± 8.31
S3	25	240/60	24.00 ± 7.99	−2.83 ± 9.15	14.80 ± 0.86	4.87 ± 6.61
S4	25	280/70	23.53 ± 8.77	−2.90 ± 8.83	14.77 ± 0.69	5.20 ± 6.50
S5	30	160/40	27.93 ± 2.87	−4.10 ± 8.34	14.10 ± 2.30	3.23 ± 3.18
S6	30	200/50	26.70 ± 3.68	−3.40 ± 9.01	14.20 ± 0.57	0.37 ± 2.42
S7	30	240/60	26.57 ± 3.27	−3.35 ± 9.01	14.92 ± 0.63	0.77 ± 0.47
S8	30	280/70	26.50 ± 2.84	−1.93 ± 8.20	12.73 ± 1.42	4.20 ± 1.06
S9	35	160/40	27.07 ± 2.23	−4.07 ± 8.32	12.87 ± 1.33	3.97 ± 0.48
S10	35	200/50	26.23 ± 2.58	−3.97 ± 8.21	11.84 ± 1.76	4.07 ± 4.04
S11	35	240/60	26.43 ± 3.98	−2.50 ± 8.23	13.97 ± 1.47	4.60 ± 1.75
S12	35	280/70	25.30 ± 3.97	−3.20 ± 8.25	13.30 ± 0.37	5.20 ± 2.48

[b] ΔE was calculated using Sample 1 (25%, 160/40) as the reference; thus no value is shown for the reference (—).

3. 계당주의 항산화능 분석 결과

계당주 시료(S1-S12)에 대한 ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능과 총 폴리페놀 함량(TPC)을 분석한 결과는 Figure 2에 제시하였다. 전반적으로 세 항목 모두에서 계피(CC)와 당귀(AG)의 투입량 증가와 함께, 에탄올 도수가 25%에서 30%, 35%로 상승할수록 항산화능이 증가하는 경향을 보였다. 이는 폴리페놀과 같은 항산화 물질의 용출이 원료량뿐 아니라 용매의 에탄올 농도에 크게 의존한다는 선행 연구와도 일치한다(16,17,27,29). ABTS 라디칼 소거능은 49.7-108.2 mg TE/L 범위로 나타났으며, 시료 간 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$). 25% 에탄올군(S1-S4)에서는 61.2-101.6 mg TE/L로, CC/AG 배합비가 증가할수록 항산화능이 단계적으로 증가하였다. 특히 계피와 당귀의 투입량이 가장 높은 S4(280/70)가 101.6 mg TE/L로 25% 군에서 가장 높은 값을 나타냈다. 30% 에탄올군(S5-S8)의 ABTS 값은 49.7-106.4 mg TE/L로, 25% 군과 비교할 때 같은 배합비에서 전반적으로 더 높은 값을 보였으며, 그중 S8(280/70)이 106.4 mg TE/L로 뚜렷하게 우수한 활성을 나타냈다. 35% 에탄올군(S9-S12)은 48.9-108.2 mg TE/L 범위로, S12(280/70)가 108.2 mg TE/L로 전체 시료 중 가장 뛰어난 ABTS 활성을 보였다. 이러한 결과는 에탄올 도수와 원료 배합비가 증가할수록 계피와 당귀에 존재하는 폴리페놀 및 관련 항산화 성분의 용출 효율이 향상되기 때문으로 해석할 수 있다(12,13,30,31). DPPH 라디칼 소거능은 37.2-86.1 mg TE/L 범위에서 측정되었으며, ABTS 결과와 유사한 경향을 보였다. 25% 에탄올군에서는 49.3-78.4 mg TE/L를 나타냈고, S4가 78.4 mg TE/L로 이 군에서 가장 높은 소거능을 보였다. 30% 에탄올군에서는 38.5-84.7 mg TE/L로, S8이 84.7 mg TE/L로 가장 높은 활성을 보여 동일 배합비에서 25% 군보다 향상된 결과를 나타냈다. 35% 에탄올군에서는 37.2-86.1 mg TE/L 범위였으며, S12가 86.1 mg TE/L로 전체 시료 중 가장 높은 DPPH 소거능을 나타냈다. 모든 도수 조건에서 CC/AG 투입량이 증가할수록 DPPH 값이 유의적으로 증가하는 경향이 관찰되었으며($p<0.05$), 이는 계피의 신남산 유도체와 당귀의 coumarin, ferulic acid 계열 화합물이 라디칼 소거 능력을 갖는다는 기존 보고와

도 일치한다(12,13,30,31). 총 폴리페놀 함량(TPC)은 92–194 mg GAE/L 범위로 나타났으며, ABTS 및 DPPH 결과와 매우 높은 상관성을 보였다. 25% 에탄올군의 TPC는 112–183 mg GAE/L로, S4가 183 mg GAE/L로 가장 높은 함량을 보였다. 30% 에탄올군에서는 92–193 mg GAE/L 범위였으며, S8이 193 mg GAE/L로 해당 군에서 최고값을 나타냈다. 35% 에탄올군은 92–194 mg GAE/L 범위로, S12가 194 mg GAE/L로 전체 시료 중 가장 높은 총 폴리페놀 함량을 기록하였다. 즉, 고배합비(280/70) 시료인 S4, S8, S12에서 TPC가 일관되게 높게 나타났으며, 이는 계피와 당귀의 투입량이 증가할수록 폴리페놀 계열 항산화 물질의 절대량이 증가한다는 점을 잘 보여준다. Folin–Ciocalteu 방법은 환원성을 갖는 페놀성 화합물에 민감한 분석법이므로, TPC의 증가는 곧 계당주의 항산화능 증가와 직접적으로 연결된다고 볼 수 있다(20,27,29).

이와 같이 ABTS, DPPH, TPC 모두에서 에탄올 도수의 상승과 CC/AG 배합비 증가에 따른 값의 증가 패턴이 일관되게 나타난다는 점은, 계당주의 항산화 활성에 가장 크게 기여하는 인자가 계피와 당귀에서 유래한 폴리페놀 및 관련 항산화 물질임을 시사한다. 특히 35% 에탄올, 280/70 조합인 S12는 세 지표 모두에서 최고 수준을 보여, 기능성 측면에서 계당주의 항산화능을 극대화할 수 있는 조건으로 판단된다. 이러한 결과는 향후 계당주 제품 개발 시 에탄올 도수와 약재 배합비를 조절하여 항산화 기능성을 강화하는 데 중요한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다(12,13,16,17,27–31).

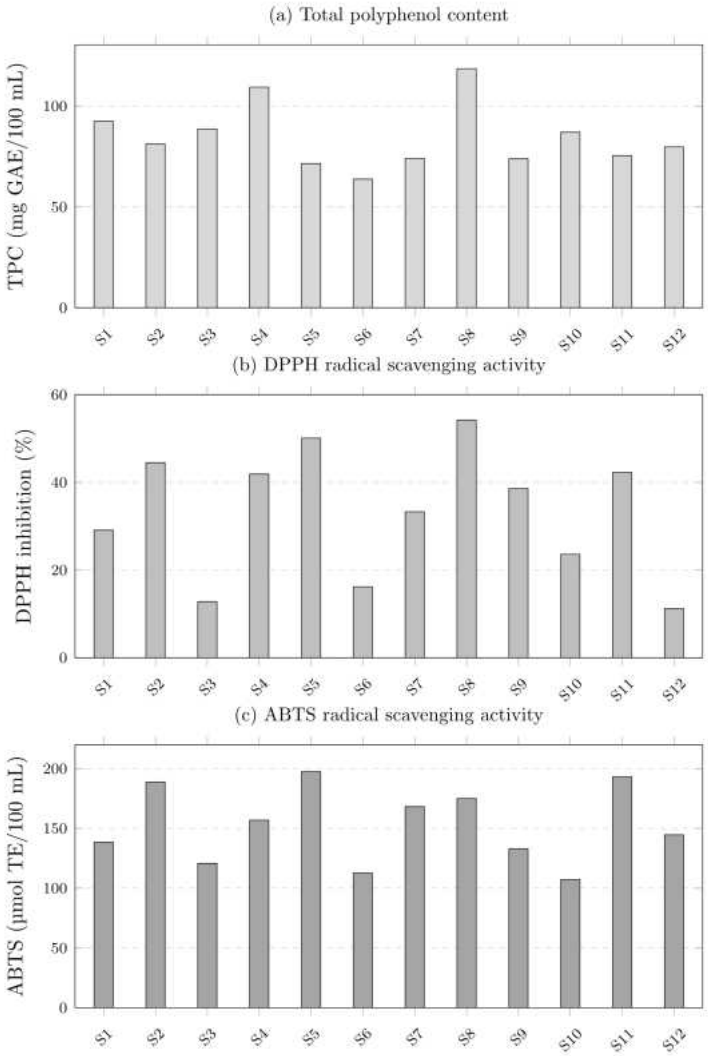


Figure 2: Antioxidant properties of Gye-dang-ju samples. (a) Total polyp henol content(TPC), (b) DPPH radical scavenging activity, and (c) ABTS r adical cation decolorization activity.

4. 계당주의 관능평가 결과

계당주 시료의 관능평가 결과는 Table 4에 제시하였다. 색에 대한 기호도는 전반적으로 3.3–4.4 범위에 분포하였으며, 25% 주정 농도에서 향신료 배합비가 160:40인 S1이 가장 높은 점수(4.4)를 나타내어 가장 맑고 안정적인 색을 지닌 것으로 평가되었다. 35% 주정 농도이면서 향신료 배합비가 280:70인 S12 역시 비교적 높은 색도 점수(3.9)를 보여, 주정 농도와 향신료 함량이 증가할수록 색이 더욱 진하고 농후하게 인지되는 경향을 확인할 수 있었다. 파지티브 컨트롤인 Fireball 시료(S13)는 4.1의 색도 점수를 보여 S1 다음으로 높은 평가를 받았으며, 이는 상업화된 계피 위스키가 시각적 측면에서 이미 완성도 높은 품질을 확보하고 있음을 시사한다.

맛 기호도는 계당주 시료 간 변동 폭이 비교적 크게 나타나 1.8–3.6 범위에 분포하였다. 35% 주정 농도이면서 향신료 배합비가 160:40인 S9가 3.6으로 계당주 시료 중 가장 높은 맛 기호도를 보여, 본 연구에서 설계한 조성 중 S9가 가장 균형 잡힌 맛을 제공하는 조성으로 판단되었다. 반면, 동일한 주정 농도에서 향신료 함량이 가장 높은 S12는 1.8로 가장 낮은 점수를 보여, 향신료 농도가 지나치게 높을 경우 쓴맛 및 한약재 특유의 강한 풍미로 인해 기호도가 저하될 수 있음을 시사하였다. Fireball 시료(S13)는 3.8의 맛 점수를 나타내어 전체 시료 중 가장 높은 평가를 받았으며, 이는 상업 제품이 전반적인 단맛, 매운맛 및 알코올감의 조화 측면에서 계당주보다 한 단계 우수한 수준에 있음을 의미한다. 다만, S1, S5, S7 등 일부 시료도 3.0 이상으로 평가되어, 전통주 조성 최적화를 통해 상업 제품에 부분적으로 근접한 수준의 맛 기호도 확보가 가능함을 보여준다.

향과 후미에 대한 평가에서도 S9와 Fireball 시료가 상대적으로 우수한 경향을 보였다. S9의 향과 후미 점수는 각각 3.6, 3.5로 계당주 시료 중 가장 높았으며, 계피 특유의 향과 당귀에서 기인하는 약재 향이 과도하지 않은 수준에서 조화를 이룬 것으로 해석된다. Fireball 시료는 향과 후미에서 각각 4.2, 4.1의 가장 높은 점수를 나타내어, 계피 향과 단맛이 강조된 상업 제품의 특징이 관능적으로

뚜렷하게 인지되었다. 반면, 향신료 함량이 높은 S4, S8, S12는 향과 후미에서 2점 내외의 낮은 평가를 받아, 향신료 농도가 일정 수준을 넘어서면 한약재 특유의 이취가 증가하여 기호도가 감소하는 경향을 보였다. 다만, 일부 조성에서는 향신료 함량이 증가하더라도 색이나 향에서 긍정적인 평가를 받는 경우도 관찰되어, 향신료 배합비에 따른 관능 특성은 단순한 직선적 관계보다는 복합적인 호불호 양상을 나타내는 것으로 판단된다.

알코올감의 경우, 주정 농도가 높은 35% 계열 시료(S9–S12)와 Fireball 시료에서 상대적으로 높은 점수를 보였다. 35% 계당주 중 S10과 S9는 각각 3.5, 3.4로 알코올감에서 가장 높은 평가를 받아, 비교적 강한 도수에도 불구하고 과도한 자극보다는 적절한 온감과 목 넘김으로 인지된 것으로 보인다. 반면, 향신료 함량이 높은 S4와 S12는 알코올감보다는 향신료로 인한 자극이 강조되어 전체적인 기호도가 낮게 형성되는 경향을 보였다. 이러한 결과를 종합하면, 계당주 관능 특성은 주정 농도와 향신료 배합비에 의해 복합적으로 영향을 받으며, 특히 35% 주정 농도와 160:40 배합비를 적용한 S9는 상업용 계피 위스키에 비해 다소 낮은 수준이지만, 색, 맛, 향, 후미 전반에서 상대적으로 우수한 평가를 받아 계당주의 대표 조성으로서 잠재력을 지닌 것으로 판단된다. 파지티브 컨트롤(Fireball)을 포함한 비교 결과는 전통주 계당주가 상업화된 계피 기반 주류와 감각적 프로파일이 유사한 방향성을 가지면서도, 향신료와 도수 조절을 통해 차별화된 관능 특성 구현이 가능함을 시사한다.

Table 4: Sensory evaluation of Gye-dang-ju samples and positive control (n = 20)

Sample	Alc (%)	CC/AG (w/w)[b]	Color	Taste	Flavor	Aftertaste	Alcohol feeling
S1	25	160:40	4.4 ± 0.7	3.4 ± 0.8	3.1 ± 0.8	3.0 ± 0.8	2.8 ± 0.7
S2	25	200:50	3.5 ± 0.7	3.0 ± 0.8	2.8 ± 0.8	2.7 ± 0.8	2.7 ± 0.7
S3	25	240:60	3.3 ± 0.7	2.6 ± 0.8	2.6 ± 0.8	2.5 ± 0.8	2.6 ± 0.7
S4	25	280:70	3.6 ± 0.7	2.0 ± 0.8	1.9 ± 0.8	1.9 ± 0.8	2.3 ± 0.7
S5	30	160:40	3.6 ± 0.7	3.3 ± 0.8	3.2 ± 0.8	3.0 ± 0.8	3.1 ± 0.7
S6	30	200:50	3.5 ± 0.7	3.0 ± 0.8	3.0 ± 0.8	2.9 ± 0.8	3.0 ± 0.7
S7	30	240:60	3.4 ± 0.7	3.1 ± 0.8	3.1 ± 0.8	2.8 ± 0.8	3.0 ± 0.7
S8	30	280:70	3.8 ± 0.7	2.0 ± 0.8	2.0 ± 0.8	2.1 ± 0.8	2.7 ± 0.7
S9	35	160:40	3.7 ± 0.7	3.6 ± 0.8	3.6 ± 0.8	3.5 ± 0.8	3.4 ± 0.7
S10	35	200:50	3.6 ± 0.7	2.9 ± 0.8	3.5 ± 0.8	3.2 ± 0.8	3.5 ± 0.7
S11	35	240:60	3.3 ± 0.7	2.6 ± 0.8	2.9 ± 0.8	2.8 ± 0.8	3.3 ± 0.7
S12	35	280:70	3.9 ± 0.7	1.8 ± 0.8	2.3 ± 0.8	2.0 ± 0.8	2.8 ± 0.7
S13[a]	33	–	4.1 ± 0.7	3.8 ± 0.8	4.2 ± 0.8	4.1 ± 0.8	3.5 ± 0.7

[a] S13: Fireball Cinnamon Whisky (positive control).

[b] CC, cinnamon bark (*Cinnamomum cassia*); AG, Korean angelica root (*Angelica gigas*).

5. 침출조건 최적화 및 종합 고찰

본 연구에서는 계당주의 주정 농도(25, 30, 35%)와 계피, 당귀 배합비(CC/AG, 160/40–280/70 g)를 달리하여 제조한 12종의 시료를 비교함으로써 최적 침출조건을 도출하고자 하였다. 앞선 결과를 종합하면, 계당주의 품질은 원료 배합비보다는 주정 농도의 영향을 더 크게 받았으며, 특히 35% 에탄올 조건에서 외관, 이화학적 특성, 항산화능, 관능 특성이 전반적으로 우수하게 나타났다. 이는 침출주 제조에서 용매의 에탄올 농도가 기능성 성분 용출과 품질 형성에 핵심적인 인자라는 선행 보고와도 맥락을 같이한다(16,17,27,29). 외관 및 이화학적 특성 측면에서 35% 에탄올군은 명도와 색 농도가 안정적으로 형성되었고, 아미노태 질소와 pH가 비교적 균일하게 유지되었다. 25% 군의 경우 색이 탁하고 아미노태 질소가 낮아 전통 침출주 특유의 깊은 색과 숙성감을 충분히 형성하지 못한 반면, 35% 군은 계피와 당귀의 색소, 향미 성분이 보다 선명하게 용출되어 시각적, 기초 이화학적 품질이 향상되었다. 이러한 경향은 주정 농도 증가에 따라 유리 유기산, 아미노산 및 색소 성분의 용해, 안정성이 높아진다는 기존 연구 결과와도 일치한다(6,7,19). 항산화능 평가에서는 주정 농도와 배합비의 효과가 더욱 뚜렷하게 나타났다. ABTS와 DPPH 라디칼 소거능, 그리고 총 폴리페놀 함량은 모두 25%보다 30%, 35% 에탄올 조건에서 높은 값을 보였으며, 특히 CC/AG 280/70 g으로 제조한 시료 S4, S8, S12가 세 지표에서 공통적으로 상위권을 형성하였다. 그중 S12(35%, 280/70)는 ABTS 108.2 mg TE/L, DPPH 86.1 mg TE/L, TPC 194 mg GAE/L로 전체 시료 중 가장 우수한 항산화 활성을 보였다. 이는 계피와 당귀에 존재하는 신남산 유도체, coumarin, ferulic acid 및 각종 폴리페놀 성분이 고농도 에탄올과 높은 고형분 조건에서 가장 효율적으로 용출된 결과로 해석되며(12,13,30,31), 에탄올 농도와 배합비가 계당주의 기능성 확보에 밀접하게 관여함을 보여준다. 관능평가에서는 항산화능이 가장 높았던 S12보다, 35%, 160/40 조합의 S9가 색, 맛, 향, 후미, 알코올 감 등 대부분의 항목에서 더 높은 기호도를 나타냈다. 이는 약재 투입량을 지나치게 높일 경우 향, 맛이 무거워지거나 약재 특유의 쓴맛과 자극이 강화되어 소비자 선호도가 오히

려 저하될 수 있음을 의미한다. S9는 35% 에탄올 조건에서 계피와 당귀의 향, 맛이 균형 있게 발현되면서도 과도하지 않은 수준의 알코올 감을 제공하여, 전반적인 조화와 음용감을 가장 잘 확보한 시료로 평가되었다. 감각적 품질이 단순한 기능성 성분의 양뿐 아니라 향미의 균형, 알코올 자극과의 조화에 의해 결정된다는 점을 고려하면(21,22), S9는 계당주의 실용적 제품화를 위한 중요한 기준점을 제시한다.

이상의 결과를 바탕으로 침출조건을 최적화하면, 계당주의 항산화 기능성을 극대화하기 위한 조건은 35% 에탄올에 높은 배합비(280/70 g)를 적용한 조합이며, 소비자 기호도와 음용성을 고려한 실용적인 조건은 동일 도수에서 160/40 g 수준의 배합비가 적절한 것으로 정리할 수 있다. 즉, 주정 농도 35%가 계당주 제조에 가장 적합한 기본 침출 조건이며, 그 안에서 용도에 따라 기능성 중심의 고배합형(S12)과 기호도 중심의 표준형(S9)을 선택적으로 설계할 수 있다. 이러한 결과는 문헌에만 기록되어 있던 계당주의 제조 조건을 현대적으로 재구성하고, 향후 계당주 상품화 및 전통 침출주 품질 표준 설정에 활용 가능한 과학적 근거를 제공한다.

제4장 결론

본 연구에서는 주정 농도와 계피, 당귀 배합비를 달리하여 계당주를 제조하고, 외관, 이화학적 특성, 항산화 활성, 관능적 품질을 종합적으로 비교하였다. 연구 결과, 계당주의 전반적인 품질은 원료 배합비보다 주정 농도에 의해 크게 좌우되었으며, 특히 35% 에탄올 농도가 가장 우수한 특성을 나타냈다.

외관 분석에서는 35% 에탄올 조건에서 색의 농도와 투명도가 가장 안정적으로 형성되었으며, 이화학적 특성에서도 아미노태 질소, pH, 색도 지표가 균형 있게 유지되었다. 또한 항산화 활성(ABTS, DPPH)과 총 폴리페놀 함량은 주정 농도가 증가할수록 크게 향상되었고, 이는 에탄올이 계피와 당귀에 함유된 페놀성 항산화 물질의 용출 효율을 높였기 때문으로 판단된다. 관능평가 결과에서도 35% 에탄올 조건은 색, 향, 맛, 후미, 알코올 감 등 대부분의 항목에서 가장 높은 기호도를 보였으며, 이는 화학적, 기능적 특성과 감각적 품질이 서로 밀접하게 연관되어 있음을 보여주는 결과이다. 원료 배합비(CC/AG)는 항산화 활성과 폴리페놀 함량 증가에 긍정적인 영향을 미쳤으나, 과도한 배합비는 향미가 지나치게 강해지며 관능적 조화가 떨어지는 경향을 보였다. 이는 약재 용출량의 증가가 기능적 품질에는 유리할 수 있으나, 감각적 품질과 균형을 맞추기 위해서는 적정 비율 조절이 필요함을 시사한다.

종합적으로 살펴보면, 계당주의 품질을 향상시키는 핵심 인자는 주정 농도, 특히 35% 에탄올 조건으로 확인되었다. 이 조건은 항산화 활성, 색도, 향미, 기호도 등 다양한 품질 요소를 동시에 만족시키는 최적의 침출 환경이었다. 본 연구는 문헌 기록에 기반하여 복원된 계당주의 제조 조건을 과학적으로 정량화하였다는 점에서 의미가 있으며, 향후 계당주의 현대적 복원, 상품화, 표준 제조 지침 마련 등에 활용될 수 있을 것이다.

또한 본 연구는 전통 침출주 전반의 제조 조건을 이해하는 데에도 기초 자료로 활용될 수 있으며, 향후 숙성 기간, 발효 활용 여부, 다양한 부재료 활용 등으로 연구 범위를 확장하여 전통주 품질 향상을 위한 새로운 방향을 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. Kim MK, Park SS. Research trends on quality characteristics and physiological functions of Korean traditional makgeolli (Korean rice wine): A literature review. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 48(2), 149-160 (2018)

2. 한국농촌경제연구원. 한국의 주류제도와 전통주산업. 한국농촌경제연구원 (KREI), 서울 (2010)

3. 홍석모, 장영백(역). 동국세시기 현대역주본. 아카넷, 서울 (2016)

4. 이나겸. 막걸리의 이화학적 특성과 항산화활성. The Journal of the Convergence on Culture Technology, 6(4), 739-745 (2020)

5. Jung WH, Kim GW, Kang KO, Shim JY, Son JY. Effect of lactic acid bacteria inoculation on functional component and antioxidant activity of Makgeolli. Foodserv Ind J, 17, 129-141 (2021)

6. Lee AR, Oh EY, Jeong YJ, Noh JG, Yoon HS, Lee KY, Eom HJ. Quality characteristics and antioxidant activity of aronia (Aronia melanocarpa) makgeolli prepared with the additive methods. Korean J Food Nutr, 28(4), 602-611 (2015)

7. Kwak EJ, Lee JY, Choi IS. Physicochemical properties and antioxidan t activities of Korean traditional alcoholic beverage, yakju, enriched wi

th mulberry. Journal of food science, 77(7), C752-C758 (2012)

8. Kim EK, Chang YH, Ko JY, Jeong YH. Physicochemical and microbial properties of the Korean traditional rice wine, Makgeolli, supplemented with banana during fermentation. Preventive nutrition and food science, 18(3), 203 (2013)

9. 이재훈, 최성수, 권용주. 전통주 소비자의 인구 통계학적 특성에 따른 전통주 소비행태 연구. 호텔관광연구, 14(3), 213-225 (2012)

10. 권용주, 이재훈, 송흥규. 외식소비자의 라이프스타일에 따른 전통주 선택속성에 관한 연구. Culinary Science & Hospitality Research, 18(3), 90-107 (2012)

11. Kim OS, Park SS, Sung JM. Antioxidant activity and fermentation characteristics of traditional black rice wine. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 41(12) (2012)

12. Lin CC, Wu SJ, Chang CH, Ng LT. Antioxidant activity of Cinnamomum cassia. Phytotherapy Research, 17(7), 726-730 (2003)

13. Yang CH, Li RX, Chuang LY. Antioxidant activity of various parts of Cinnamomum cassia extracted with different extraction methods. Molecules, 17(6), 7294-7304 (2012)

14. 박유화, 임상현, 김희연, 박민희, 이광재, 김경희, 김영국, 안영섭. 참당귀

(Angelica gigas Nakai) 꽃 추출물의 생리활성. 한국식품영양과학회지, 40 (8), 1079-1085 (2011)

15. Park SJ, Yoon JH, Kim YE, Yoon WB, Kim JD. In vitro antioxidant activity of the aqueous of Angelicae gigas Nakai leaves. Food Science and Preservation, 18(6), 817-823 (2011)

16. Lee SG, Lee D, Kang H. Effect of Extraction Ethanol Concentration on Antioxidant and Anti-Inflammatory Activity of 30-Year-Old and 120-Year-Old Dangyuja (Citrus maxima (Burm.) Merr.). Biomedical Science Letters, 26(2), 109-113 (2020)

17. Chew KK, Khoo MZ, Ng SY, Thoo YY, Aida WWM, Ho CW. Effect of ethanol concentration, extraction time and extraction temperature on the recovery of phenolic compounds and antioxidant capacity of Orthosiphon stamineus extracts. International Food Research Journal, 18(4), 1427 (2011)

18. Park NY, Cho SD, Chang MS, Kim GH. Optimization of the ultrasound-assisted extraction of flavonoids and the antioxidant activity of Ruby S apple peel using the response surface method. Food Science and Biotechnology, 31(13), 1667-1678 (2022)

19. 정낙원. 밑술 담금 방법을 달리한 전통주의 이화학적 특성. Journal of the Korean Society of Food Culture, 30(3) (2015)

20. Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphom olybdic-phosphotungstic acid reagents. American journal of Enology a nd Viticulture, 16(3), 144-158 (1965)

21. Lawless HT, Heymann H. Sensory evaluation of food: principles and practices. Springer Science & Business Media, New York (2010)

22. Peryam DR, Pilgrim FJ. Hedonic scale method of measuring food pre ferences. Food technology (1957)

23. Duncan DB. Multiple range and multiple F tests. biometrics, 11(1), 1 -42 (1955)

24. 차재윤, 김종태, 조용진. 추출방법이 육계피 추출물의 향기 성분과 항산화 활성에 미치는 영향. 산업식품공학, 22(4), 304-308 (2018)

25. 하미남. 참당귀(Angelica gigas Nakai) 추출물의 생리활성. 국내석사학위논문, 인제대학교 교육대학원, 서울 (2007)

26. Kang H, Park CH, Kwon SO, Lee SG. Antioxidant and anti-inflammat ory activities of Chrysanthemum indicum Linne extracts at different e thanol ratios. Korean Journal of Food Science and Technology, 53(4), 416-422 (2021)

27. Liyana-Pathirana C, Shahidi F. Optimization of extraction of phenolic compounds from wheat using response surface methodology. Food ch

emistry, 93(1), 47-56 (2005)

28. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation deco lorization assay. Free radical biology and medicine, 26(9-10), 1231-1 237 (1999)

29. Do QD., Angkawijaya AE, Tran-Nguyen PL, Huynh LH, Soetaredjo F E, Ismadji S, Ju YH. Effect of extraction solvent on total phenol conte nt, total flavonoid content, and antioxidant activity of Limnophila arom atica. Journal of food and drug analysis, 22(3), 296-302 (2014)

30. Lee SH, Lee YS, Jung SH, Shin KH, Kim BK, Kang SS. Antioxidant a ctivities of decursinol angelate and decursin from Angelica gigas root s. Natural Product Sciences, 9(3), 170-173 (2003)

31. Mathew S, Abraham TE. Studies on the antioxidant activities of cinn amon (Cinnamomum verum) bark extracts, through various in vitro mo dels. Food chemistry, 94(4), 520-528 (2006)

32. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical met hod to evaluate antioxidant activity. LWT-Food science and Technolo gy, 28(1), 25-30 (1995)

33. Paik WK, Kwak AK, Lee ML, Choi YS, Kim HK, Choi K. Comparison of Proximate Components, Free Sugar, Vitamin C and Minerals of 16

Kinds of Honey produced in Korea with Manuka Honey. Journal of th e East Asian Society of Dietary Life, 25(5), 867-879 (2015)

34. Czipa N, Phillips CJC, Kovács B. Composition of acacia honeys follo wing processing, storage and adulteration. Journal of food science and technology, 56(3), 1245-1255 (2019)