

적정기술에 바탕을 둔 전통 누룩 제조 매뉴얼

성 옥* / 상갑농장 대표

연구 필요성

전통 누룩으로 빚는 우리 술을 복원해야 한다

우리는 조선조 말까지만 해도 동정춘, 하향주, 삼해주 등 수백 종의 다양하고 훌륭한 술을 빚어왔는데 현재는 그 이름조차 잊어버릴 정도이다. 어찌다 겨우 눈에 띈 뿐, 주류시장은 물론이고 변방으로 밀려난 전통주 시장에서조차 값싼 막걸리 등에 치여 사라져 가고 있다.

좋은 전통주를 만드는 핵심은 좋은 전통 누룩인데, 누룩 공장에서는 우수한 전통 누룩은 생산하지 않는다. 누룩 공장은 막걸리용 누룩을 주로 만들고 있고, 그조차 막걸리 양조장이 누룩으로 술을 빚지 않아 하나들 문 닫고 있다. 민간에서도 가양주(집에서 빚은 술)가 금지된 수십 년을 거치면서 이제는 우수한 전통 누룩 제법은 거의 사라졌다.

전통 누룩이 사라진 이유를 생산 측면에서 보면, 첫째 전통 누룩을 사용한 전통주 빚기가 까다로웠고, 둘째 만들 때마다 누룩과 술의 품질이 달라져 상품 생산이 어려웠다. 나누어 마시는 가양주와 달리 시장을 겨냥한 전통주는 일정한 품질이 요구되는데, 누룩을 만들 때마다 품질이 다르다면 누룩으로 빚는 전통주의 상품성이 떨어지는 것은 당연하다. 그래서

* 성옥: 서울에서 출판업에 종사하다 1996년 충남 청양으로 귀농하여 구기자 농사를 짓고 있다. 2000년대 초에 전통주의 맛과 향에 매혹되어 전통주 공부를 시작했고, 2017년 늦각이로 양조학 석사과정을 마쳤다. 최근에는 전통주 보급에도 힘쓰고 있다.

시판되고 있는 문화재 술이나 명인주, 민속주 등의 전통주 업체 중에는 이러한 어려움 때문에 전통 누룩을 사용하지 않는 곳들도 있는데, 전통 누룩을 사용하지 않으면서도 전통주라고 해야 하는지에 대해서는 다시 생각해 보아야 할 것이다.

이 연구는 전통주의 핵심인 전통 누룩을 누구나 쉽게 균일한 품질로 만들 수 있다면 전통주가 살아날 수 있으리라는 전제 하에, 우수한 전통 누룩을 쉽게 만들 수 있는 적정기술 매뉴얼을 개발하여, 이로써 집집마다 술을 빚던 가양주의 전통이 살아나 우리 농산물 소비, 가공이 활성화되고, 나아가 전통 문화의 품격을 높이는 데 그 목적이 있다.

누룩과 관련한 연구는 수가 적으며 대부분 기초 미생물학에 관한 연구들이다. 이런 전문 연구는 누룩을 제조하는 현장에서는 적용이 어렵고, 설혹 현장 적용 가능한 연구조차도 대기업이나 가능한 연구여서 가정이나 소규모 양조장, 체험장 등에는 큰 도움이 되지 못한다. 게다가 일부 연구는 전통주에 기반을 둔 논리 전개가 아니라 서양 양조학 또는 일본 양조학 기반이어서 실제로 전통주와는 별 상관없는 것들이다.

소위 문화재 술이나 명인주, 민속주 등의 전통주도 실제 술 빚기 현장에서는 전통 누룩을 쓰지 않는 곳이 의외로 많다. 전통주의 유래를 보면 분명히 훌륭한 자가 누룩이 있었음에도 상당수는 공장 누룩을 사서 쓴다. 그 공장 누룩은 예외 없이 누룩일반으로 예전에는 조상에 올리는 제사주나 손님 접대에는 쓸 수 없는 막걸리용이었다. 그런데 이 누룩들이 요즘에는 가장 최고급 술에서 서슴없이 쓰인다. 전통주 교육장이나 체험장, 농촌 마을에 가 보아도 대부분 빚는 술은 고급 전통주 주품인데 누룩은 역시 공장 누룩을 쓴다.

개성있는 고급 술은 그 술에 맞는 개성있는 누룩으로 빚어야 하는데 현실에서는 그렇지 못하다. 향온국, 내부비전국, 백수환동주국, 이화국, 연화주국, 맥국, 동양주국, 설향국 등은 옛 문헌에서만 보일 뿐 거의 사라졌다. 이런 누룩들을 복원¹⁾해야 고급 전통주가 복원된다. 그리고 일정 정도 품질이 균일해야 상품성이 있다. 소주나 맥주처럼 엄밀하게 품질이 균일할 필요는 없지만, 빈티지 와인처럼 어느 정도 일정한 품질이 유지되어야 한다.

1) 도장 찍듯이 똑같은 것을 복제하는 것을 의미하지 않는다. 오랜 단절 기간을 경과했기 때문에 똑같은 것을 만들어 낼 수는 없다. 그리고 전통의 계승은 시대 상황에 부응하여 변하는 것이기 때문에 똑같은 것을 복제한다는 말 자체가 성립하는지도 의문이다. 여기서는 ‘다른 것과 구별되는 그것의 독특한 제조 원리를 재현하는 것’ 정도의 의미로 사용했다.

이 연구는 바로 이런 필요성에서 출발한다. 도시나 농촌의 가정, 마을, 전통주 교육장이거나 체험장, 전통주 마니아, 소규모 양조장, 하우스 전통주가 등 숙련된 전문가가 아니더라도 쉽게 익힐 수 있는 적정기술이어야 하되, 일정 정도 품질이 균일한 우수한 전통주를 빚을 수 있는 누룩 제조 매뉴얼을 만들자는 것이다.

전통주는 전통 누룩을 사용해 빚어야 한다

전통주의 발효제는 누룩이다. 좋은 술은 좋은 누룩에서 나오므로 누룩이 관건이다. 전통주에서 누룩의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않는다. 누룩으로 술을 빚는다는 것은 누룩에 있는 미생물을 이용해서 빚는다는 것인데, 바로 술 곰팡이, 효모, 세균(주로 유산균)이 그 중요한 미생물이다.

누룩의 역할은 다음과 같다.

- * 효소제 : 누룩곰팡이가 만들어낸 당화효소 등
- * 알코올 발효제 : 누룩 효모
- * 맛과 향기 성분 부여 : 누룩 효모, 누룩 곰팡이
- * 적정 산미 부여 : 누룩 젖산균, 누룩 곰팡이
- * 기능성 물질 부여 : 누룩 미생물

일본의 술 빚기에서 사용하는 입국도 누룩으로 분류하지만, 그 누룩 개념은 우리의 전통 누룩과 구별되어야 한다. 입국은 당화효소만 있을 뿐 효모가 없기 때문이다. 우리 전통 누룩은 그 자체가 일본의 주모 역할을 한다.

가. 누룩 곰팡이

전분을 당으로 바꾸려면 당화 효소가 필요하다. 맥주나 식혜는 보리가 싹트면서(맥아) 만들어내는 당화 효소를 이용하지만, 전통주는 누룩 곰팡이가 만들어낸 당화 효소를 이용한다.

누룩 곰팡이의 종류는 수없이 많다. 우리 누룩은 야생균을 포집하는 방법이므로 이용하는 누룩 곰팡이의 종류가 다양하다. 지금까지 우리 누룩에서 분리해 낸 누룩 곰팡이의 종류는 20속 101종으로 알려졌지만 실제로는 더 많을 것이다.

일본의 누룩인 입국은 원료를 살균한 후 배양균을 접종하는 방식이므로 단지 접종하는 그 균뿐이다. 기술적인 한계가 있으므로 수많은 누룩 곰팡이 중 분리 배양한 종은 불과 몇 종밖에 안 된다. 현재 양조장에서 주로 사용하는 배양종은 아스퍼질러스 속의 백국균과 황국균이다.

일본 술은 단조로우면서 담백한 맛이라고 하고, 우리 전통주는 복잡 미묘하면서 감칠맛이 난다고 한다. 여러 요인이 있겠지만, 결정적으로 한두 종류의 누룩 곰팡이를 이용하는가, 아니면 수많은 종류를 동시에 이용하는가에 달려 있다고 해도 과언이 아니다. 다양한 종류의 누룩 곰팡이를 동시에 이용한다면 각각의 누룩 곰팡이가 내는 맛과 향이 다르므로 복잡 미묘하면서 감칠맛이 나게 된다. 우리 전통주의 종류가 매우 다양한 것은 바로 이 다양한 맛과 향을 내는 균 중에서, 어느 균의 활동성은 키우고 어느 균의 활동성은 억제하는가 하는 묘법을 쓰기 때문이다. 그런 까닭으로 한두 종류의 균만 쓰는 입국 방식이나 소위 개량 누룩(이것도 효모가 없으며, 한두 종류의 누룩 곰팡이만을 접종해 만든다)으로 빚는 술은, 빚는 방식 그 자체가 전통 방식이 아닐 뿐 아니라 맛에서도 우리 전통주의 참맛을 느낄 수 없다.

나. 효모

효모의 종류는 수없이 많다. 우리 누룩은 야생균을 포집하는 방법이므로 누룩 곰팡이와 마찬가지로 이용하는 효모의 종류가 다양하다. 지금까지 우리 누룩에서 분리해 낸 효모의 종류는 17속 65종으로 알려졌지만 실제로는 더 많을 것이다.

일본의 술은 별도로 효모를 접종하는 방식으로 접종하는 효모가 우점종이 된다. 누룩 곰팡이와 마찬가지로 기술적 한계가 있어서 수많은 효모 중 분리 배양한 종은 불과 몇 종밖에 안 되고, 현재 양조장에서 주로 사용하는 배양종은 사카로마이세스 세르비지에이다.

우리 전통주처럼 다양한 종류의 효모를 동시에 이용한다면 각각의 효모가 내는 맛, 향이 어우러져 복잡 미묘한 훌륭한 술이 된다. 전통 누룩을 사용하지 않으면 이러한 술맛을 낼 수 없으므로 전통 누룩을 사용해야 전통주이다.

다. 전통 누룩의 묘미는 다양성

* 누룩의 재료, 형태에 따라 균주가 다르고, 발효 방식도 다르다. 누룩이 다르면 같은 재료

를 써도 술의 맛, 향기, 색이 다르다.

* 우리 누룩의 우수성을 계승하여 차별화된 우리 술을 만들어야 한다. 우리나라 대부분의 양조장에서 사용하는 입국 방식의 술을 전통이라고 고집하지 말아야 한다. 고문헌을 분석한 결과 우리 조상들은 60여 종의 누룩을 사용해왔고, 한 종류의 누룩만으로도 수백 가지의 술을 빚을 수 있었다.

* 야생 누룩곰팡이 종류는 수없이 많다. 일본은 일찍부터 양조 기술을 국가적으로 발전시켜 수많은 균 중에서 성능 좋은 균을 추려내 배양에 성공했다. 이 균을 사용하면 거의 품질이 일정하고 실패할 확률도 낮다. 우리는 그렇지 못해서, 많은 양조장이 일본 원종을 수입해서 사용한다.

* 전통 누룩은 야생 누룩 곰팡이를 포집하여 배양한 것이다. 따라서 언제, 어디서, 누가 만드느냐에 따라, 또 같은 누룩을 사용하더라도 언제, 어디서, 누가 술을 빚느냐에 따라서 천차만별일 수밖에 없다. 때문에 품질이 일정해야 하는 대형 술 공장에서는 야생 누룩 곰팡이를 이용한 전통 누룩으로 술 빚기가 어렵다. 그러나 거꾸로 생각하면, 바로 이 다양성이 전통 누룩의 묘미이기도 하다. 같은 종류의 누룩이라도 누룩을 만드는 시간, 장소, 만드는 이에 따라 다르게 나오는데, 하물며 누룩을 만드는 방법까지도 다양하다면 얼마나 더 다양한 술이 나오겠는가? 대형 술 공장은 아니겠지만, 가양주나 소규모 양조장에서는 바로 이점이 장점이다.

연구방법 및 내용

연구 방법

현 상황에서 수십 종의 전통 누룩 매뉴얼을 모두 만드는 것은 불가능한 일이다. 그래서 이 연구에서는 재야의 전통 누룩 연구자 사이에서 가장 평이 좋은 향온국(조국 계열)과 내부비전국(분국 계열)²⁾에 한정하는데, 그것조차도 미생물학에 기초한 연구방식으로는 어렵는 일이다. 양조 선진국인 일본만 하더라도 국가적으로 지원하였음에도 입국에 쓰는 겨우 몇 종의 양조 미생물을 선발·배양하는 데 백수십 년이 걸렸다.

전통 누룩은 주변에 분포하는 야생 미생물을 포집하는 방식이기 때문에, 선발된 양조 미

생물을 접종하여 야생 미생물을 통제하고 만드는 일본식 입국처럼 만들 때마다 같지는 않다. 하지만, 인위적으로 일정한 조건만 갖춰주면 비슷한 누룩은 만들 수 있다. 비슷한 누룩을 연중 만들 수 있다면 술 빚는 방법을 보완하여 최종 제품인 술에서 그 차이점을 줄일 수 있어서, 누룩의 작은 품질 차이는 극복할 수 있다. 그래서 이 적정기술 누룩 제조 방식은 전통주 술 빚기에서 유용하다. 이 연구의 목적은 가정이나 소규모 양조장에서 저비용으로 적용 가능한 적정기술을 개발하는 것이다.

이 연구에서는 (1) 옛 양조 문헌을 검토해서 다양한 조건으로 누룩을 제조한 다음, (2) 그 누룩들로 각각 술을 빚고, (3) 각 술의 기호도 조사를 통해 가장 우수한 술을 만든 누룩을 선정하여, (4) 그 누룩의 제조 방식을 매뉴얼화하는 연구 방식을 선택했다.

“누룩 제조 → 누룩 발효 → 술 빚기 → 기호도 조사” 과정을 총 5회 실험하였다.

가. 옛 문헌을 검토하여 각 누룩의 원료 배합 설정

같은 누룩이라도 문헌별로 원료의 구성과 배합 비율이 조금씩 다르다. 여기서는 문헌에 나오는 빈도나 현실적인 제조 가능성을 검토해 회별로 서로 다른 원료 구성과 배합비율을 선택했다.

나. 원료 처리 방법 설정

원료의 분쇄 정도, 증숙과 수침 여부 등에 대해 설정했다.

수침은 밀이 싹 트면서 생성하는 효소를 이용하는 방법인데, 맥아 효소는 적정 pH가 5.5~6.5여서 일반 전통주의 술덧 pH보다 높아 효소 활력이 떨어지고, 경험상 실제 술 빚기에서도 좋은 결과를 얻지 못해 이 연구에서는 택하지 않았다.

일반적으로 재료를 거칠게 분쇄하면 곰팡이의 발효가 왕성하여 발효가 빨리 끝나 당화 효소를 생성하는 시간적 여유가 부족하다. 재료가 거칠면 고운 것에 비해 누룩의 역가가 낮

2) 이 누룩은 사대부들이 기록한 문헌에서만 보일 뿐, 실제로 술을 빚은 여성들의 문헌에서는 나타나지 않기 때문에 당시에 보편적으로 만들어졌는지에 대해서는 의문시하기도 한다. 단지 자료 수집용으로 기록한 중국 누룩이라는 것이다. 이런 이유로 우리의 전통 누룩으로 볼 수 없다고 보는 사람도 있다. 맥국, 동양주국, 설향국도 그렇다. 그러나 이 연구에서는 이러한 문제 제기가 있음에도 불구하고 실제로 재현해 빚어본 결과 우수한 술을 만들어내는 좋은 누룩임이 확인되고, 또 우리 누룩의 내용을 풍부히 하는 긍정적인 면도 있다고 보아 연구내용에 포함하였다. 전통이란 고정불변의 것이 아니라 시대의 요구에 따라 변화하는 것이라는 생각도 한 몫했다.

다. 당화효소는 대수 증식기 끝에서 정지기 초에 많이 생성된다. 누룩 발효 시간대로 말하면, 주발효 끝 무렵이다. 재료를 곱게 분쇄하면 혐기성인 젖산균 증식이 많아 신맛이 강한 누룩이 된다.

전 실험에 걸쳐 내부비전국은 시중에서 판매하는 밀가루 수준으로 곱게, 향은국은 밀 한 알을 3~4쪽 내는 수준(방앗간에서 롤 밀러의 간격을 2mm 정도로 맞춰놓고 처음 분쇄해서 분쇄되지 않은 밀이 없으면 1번만 분쇄하고, 분쇄되지 않은 밀이 눈에 많이 띄면 2번 분쇄함)으로 거칠게 분쇄했다. 밀 이외의 재료는 밀가루보다는 거칠게 해서 고온체에 빠져나올 정도로 했다.

녹두 이외에는 증숙하지 않았다. 다만 옛 문헌을 참고하여 녹두는 살짝 익혀 일부 실험에 적용했고, 이 경우 외에는 전부 생으로 사용했다.

다. 수분율, 누룩 크기, 성형 압력 설정

수분율이 높으면 액화 효소가 강한 누룩이 된다. 일반적으로 생육에 필요한 최저 수분 활성도는 세균(90%) > 효모(85%) > 곰팡이(80%) 순이기 때문에 발효 시에 고온이면서 수분율이 높으면 세균에 유리한 조건이 되어 누룩이 실패하기 쉽다. 누룩에 고초균이 자라게 되면 그 누룩은 실패한 것이다.

누룩의 크기, 성형 압력, 재료의 수분율 등은 발효 시 누룩 내부의 습도, 발효 온도(품온)



[그림 1] 재료 분쇄

와 밀접한 관계가 있다. 이에 따라 달라붙는 미생물의 종류와 우점균이 다르므로 복수로 설정하는 게 옳은 연구 방법이지만, 이렇게 하면 변수가 너무 많아져 이와 같은 소규모 연구에서는 불가능해진다. 그래서 누룩 크기, 성형 압력, 수분율을 누룩별(내부비전국, 향온국)로 같게 했다.

누룩 성형은 압력이 150kg/cm²인 유압기를 개조해서 했고, 누르는 시간으로 압력을 조절했으며, 내부비전국과 향온국은 압력 정도를 달리했다. 압력을 높일수록 누룩 내부 수분 발산이 더디게 일어나므로 같은 누룩이라도 실험 때마다 누룩 제조일의 날씨에 따라 약간 변화를 주어 맑은 날보다 흐린 날은 압력을 조금 줄였다.

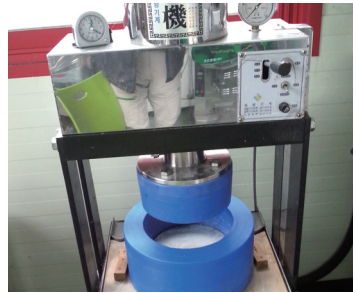
누룩 무게를 내부비전국은 1.2kg, 향온국은 1.3kg으로 통일했으며, 지름은 19cm로 고정했다. 이에 따라 높이는 누룩 무게에 따라 자연적으로 결정돼 내부비전국은 3.5cm, 향온국은 4.0cm가 되었다. 수분율은 내부비전국은 18%, 향온국은 23% 내외로 했다.



[그림 2] 분쇄한 재료



[그림 3] 누룩무게 달기



[그림 4] 누룩성형기

라. 발효 조건 설정

(1) 발효 조건

옛 문헌에는 조국류(향온국 등)는 초복 때, 분국류(내부비전국 등)는 9월 중순경이 누룩 띄우기에 가장 좋다고 했으며, 일제 강점기에 우리 누룩을 연구한 일본인도 발효실에서 아무리 잘 띄워도 자연 상태, 특히 초복 때 띄운 누룩보다 품질이 좋지 않았다는 기록을 남겼다. 그러나 이 연구는 가장 좋은 누룩을 만드는 것이 아니라 되도록 좋은 누룩을 가급적 같은 품질로 만드는 방법을 찾아내는 것이기 때문에 발효실에서 띄워야 한다. 그것도 가정이나 소규모 양조장에서 간단히 만들어 사용할 수 있는 작은 규모의 발효실이다.

초복과 중복 사이는 10일인데, 습도는 초복 때가 높고 온도는 중복 때가 높다. 9월 초중순

경은 온습도가 초복, 중복 때보다 낮다.

조국류는 수분율이 높은 고온 발효 누룩으로, 초복에서 중복 사이에 전발효/주발효가 일어나고 중복 이후에 후발효/건조가 이루어지는 조건이 알맞다. 분국류는 수분율이 낮은 중온 발효 누룩으로서 9월 초중순경이 알맞다. 자연조건과 누룩별 발효 조건이 딱 맞아떨어지는 것이다. 이 연구에서는 발효 조건을 이러한 조건에 되도록 맞춰서 설정하였다. 구체적인 발효 관리는 후술한다.

(2) 발효실

애초 계획에는 온도와 습도 조절이 가능하면서 급격히 변화되지 않는 적당한 크기로 발효실 2개를 만들어 각각 내부비전국용과 향온국용으로 사용하고, 여기서 각각의 누룩 매뉴얼을 1차로 만들어 가정용 냉장고 크기의 상자 발효실에서 그 매뉴얼대로 다시 발효시켜 확인하는 방법으로 진행하고자 했다. 그런데 두 차례의 실험 결과 3개의 실험실에서 발효시킨 누룩이 육안 검사상 큰 차이를 보이지 않아, 이후는 연구의 편의와 연구 기간의 단축을 위해 작은 상자 발효실에서만 실험하였다.

(가) 내부비전국실

기존 화장실을 고쳐 외벽 안쪽에다 스티로폼 패널(두께 10cm)을 붙여 건축했다. 가로 310cm, 세로 200cm, 높이 225cm 크기로 하고, 누룩을 올려놓을 선반은 5단으로 설치했다. 선반은 2cm~2.8cm 굵기의 나무막대로 제작했는데, 막대 사이는 4.5cm를 벌려서 위아래가 통기되게 했으며, 선반의 넓이는 51cm로 했다. 선반 배치는 양쪽 벽에 붙여 가운데에 통로를 냈다. 가온은 난방 필름으로, 가습은 가정용 가습기로 했다. 감온, 감습은 천장 중앙에 지름 15cm 크기의 통풍구를 내고 송풍기를 달아서 했다. 흡입구는 하단에 지름 10cm 크기로 설치했다. 온도와 습도가 연계돼 자동으로 이루어지는 조절장치를 설치하여 온습도 관리를 하였다.



[그림 5] 내부비전국실

(나) 향온국실

내부비전국실과 크기만 다르게 가로 310cm, 세로 220cm, 높이 225cm로 하고 모든 시설은 동일하게 했다.

(다) 상자 발효실

1.2cm 두께의 합판을 사용해서 가정용 냉장고 크기인 가로 83cm, 세로 89cm, 높이 180cm로



[그림 6] 상자발효실 외관



[그림 7] 상자발효실 내부

제작했다. 누룩을 올려놓을 선반은 4단, 74cm×74cm 크기로, 2cm×2.8cm 굵기의 나무막대로 제작했는데, 막대 사이는 4.5cm를 벌려서 위아래가 통기되게 했다. 온습도 조절 장치는 내부비전국실과 동일하게 했다. 다만 가온은 난방 필름 대신 난방 장판을 사용했다. 외기 온도의 영향을 차단하고자 외부는 보온재로 감쌌다.

마. 발효를 도울 초재, 한약재의 사용 여부

옛 문헌을 보면, 발효를 도울 초재로 여뀌, 연잎, 닥나무잎, 도꼬마리잎, 쩌, 쑥잎, 아주까리잎 등을 사용하였다. 대부분의 초재는 발효 시에 누룩을 감싸서 사용했지만 여뀌나 한약재는 주로 즙을 내서 누룩을 성형할 때 사용하였다. 이들 초재는 잎에 있는 미생물(특히 뒷면에 많으므로 누룩과 맞닿는 부분은 뒷면이다.)을 접종하는 효과와, 누룩을 감싸서 온습도를 조절하는 효과를 위한 것이다.

본 연구자와 주변 사람들의 경험을 종합해 보면, 초재 중 닥나무 잎은 특히 황국균이 많이 증식되었다. 쩌는 옛 문헌에는 사용 빈도수가 높고 일부 사용자는 효과가 있다고 하였으나, 본 연구자가 실제 사용해본 결과 고초균 오염도가 높아서 바람직하지 않았다. 연잎은 미생물 접종 효과가 미미했고, 온습도 조절에는 유리했다. 최근의 연구 결과에 따르면 초재나 한약재의 즙을 낸 후, 재료와 섞어 사용하면 누룩 곰팡이와 효모의 증식이 더 활발하다고 한다. 이 연구에서는 변수를 줄이기 위해 초재나 한약재는 사용하지 않기로 했다.

바. 발효

누룩 발효는 일반적으로 전발효 / 주발효 / 후발효로 구분한다. 그러나 실제 발효과정은 차이가 나며, 본 실험에서도 그랬다.

온도 측정은 발효실 내부 온도와 누룩 품온으로 구분한다. 품온은 누룩의 가장자리 쪽 두꺼운 부분의 중간쯤에 센서(또는 막대온도계)를 꽂아 측정한다. 습도는 상대습도로 측정해야 좀 더 정확하나 경험상 큰 차이가 없는 듯하여 편의상 절대습도로 하였다.

(1) 누룩 발효

발효의 최적 온도는 32~36°C인데 37°C가 넘으면 곰팡이, 효모는 급격하게 생육이 저하되고, 반면에 세균은 급속도로 성장한다.

당화효소 중 액화효소가 강하면 술지게미³⁾를 줄이고 술덧이 끓어 넘치는 것을 예방한다. 누룩을 적게 쓰는 고급 주품(동정춘, 하향주 등)에 전분이 그대로 남아 있는 것은 액화력이 약하기 때문이다. 액화효소의 분비 최적 온도는 38~45°C이다.

누룩 곰팡이의 생육 최적 온도는 28~30°C인데, 최적 온도보다 2~3°C 이상에서 효소의 생성과 분비가 왕성하다. 탁주용 및 소주용 누룩은 고온에서, 약주용 누룩은 중온에서 발효하는 것이 좋다.

(2) 전발효

발효실 입실 후 첫날은 별 변화가 없지만, 누룩과 환경에 따라 2~3일째부터 발효가 시작돼 품온이 오르기 시작한다. 성형이 단단하지 못한 누룩은 이때 부분적으로 갈라진다. 갈라지면 이후 발효가 원활히 일어나지 않고 그 틈으로 원하지 않는 균이 침입한다.

온습도 관리에 유의해야 한다. 발효되면서 습기를 내뿜게 되므로 습도는 충분하다고 생각하지만 실제로는 발효실 크기와 투입된 누룩 개수에 따라 습도가 낮을 수도 있다. 이르면 전발효 후기에는 표면에 하얀 균사가 보이기도 한다. 습도가 낮아 표면이 마르면 내부는 발효가 되더라도 표면은 발효가 안 되어 재료가 손실된다. 그래서 전발효 시기에는 누룩이 갈라지는 것을 막아줄 겹해서 표면에 균이 원활히 증식되도록 습기를 보완해서 거의 포화상태에 이르도록 해주는 게 좋다. 이때 통풍은 강제로 안 해도 되나, 발효실 크기가 작을 경우 발효 공간의 공기 흐름이 정체되어 좋지 않으므로 습도를 유지하면서 적당히 환기시켜 준다.

(3) 주발효

4~6일간은 균이 누룩 내부로 증식하는 시기이다. 품온이 급격히 오르면서 주발효가 시작된다. 누룩이 팽윤하며 균사가 누룩 내부에서 맹렬히 증식한다. 균 증식이 가장 왕성한 이때 각종 효소류가 생성된다. 표면에 여러 색의 곰팡이가 보이기도 하고 냄새도 나기 시작한다.

3) 술지게미: 술을 빚은 후에 술을 짜내고 난 남은 술찌꺼기

주발효 시에는 특히 품온과 습도 관리에 주의해야 한다. 균이 증식하면서 누룩 내부의 습기가 빠져나오므로 별도로 습기를 보완해주지 않아도 되나, 발효실 크기와 누룩 개수에 따라 습기가 부족하여 누룩 표면이 마를 수도 있다. 품온이 고온인 상태에서 누룩 표면이 말라서 균으면 내부의 습기가 빠져나오지 못해 고초균 등의 유해 세균이 번성하므로 유의해야 한다. 이 상태에서는 자칫 누룩이 터지기도 하나, 누룩 표면이 말랑말랑하면 터지는 경우는 거의 없다. 발효실 내부에 습기가 너무 많으면 역시 누룩 속의 습기가 증발하지 못한다. 습도를 75~85%(누룩상태와 발효실 온도, 품온을 감안해 조절)로 유지하면서 환풍기로 강제 통풍한다. 발효실이 고온이면서 습도가 높는데 실내공기가 정체하면 누룩이 썩기 때문에 가열기, 가습기, 환풍기를 동시에 가동시켜 온도, 습도를 유지시킨 채 강제 통풍하여 공기를 순환시키는 것이다.

7~10일간은 품온이 내려가기 시작하는데, 발효실의 온습도 관리가 용이하지 않은 곳에서는 품온 유지를 위해 갈아 쌓기 등의 조치가 필요하다. 균이 왕성하게 증식하면서 생성된 효소가 세포 밖으로 분비된다. 균이 효소를 많이 생성했다 해도 효소가 균 밖으로 나와야 이용 가능하므로 품온이 많이 떨어지면 온도를 유지해 분비를 촉진해준다.

주발효 때 품온은 되도록 최고 43℃를 넘기지 않도록 한다. 일반적으로 품온은 고온으로 오래 유지할수록 술의 품질이 좋아지나(물론 당화력도 높아지나, 당화력과 술 품질은 별도의 개념으로 보아야 한다. 누룩을 낮은 온도에서 발효시키면 비교적 안전하기는 하나 술에서 산미가 높았다는 보고가 많다.), 조국 계열의 누룩과는 달리 내부비전국 같은 분국 계열은 발효 온도를 40℃ 이상 오래하면 실패할 확률이 높다. 고온에서 습기가 많으면 고초균 등의 원하지 않는 세균이 발효하기에 좋은 조건이므로 수시로 냄새를 맡아보아 메주 냄새 같은 것이 느껴지면 곧바로 온도와 습도를 내린다.

누룩의 품온과 발효실 온도가 같아지면 주발효가 끝난 것으로 본다.

발효 시에 발효 온도를 급격히 올리고 내리는 것은 좋지 않다. 전발효와 주발효를 합해 7일, 심지어는 5일도 안 돼 끝나는 경우도 있는데, 이렇게 되면 누룩의 품질이 좋지 않다. 전/주발효가 되도록 10일 이상 유지하도록 노력해야 한다. 고온으로 품온을 유지하면서 발효 기간을 오래 끄는 것, 이것이 좋은 누룩을 만드는 관건이라고 할 수 있다. 이것은 누룩의 품온 유지와 내부 습기의 발산이 핵심인데, 발효실의 온도 및 습도 유지와 강제 통풍으로 조절하는 것이다.

사. 후발효

주발효가 끝나도 누룩 내부는 아직도 수분이 남아 있다. 발효실 온습도를 조절하여 10일 이상 후발효시켜야 한다. 후발효는 누룩을 건조하는 과정이다. 곰팡내가 제거되면서 주발효에서 분비된 각종 효소류가 고정된다. 전통 누룩은 주로 생전분을 사용하므로 익힌 전분보다 고정이 잘 돼 오랫동안 역가가 잘 유지된다. 후발효시에는 자체 발열이 없으므로 전발효와 주발효 시보다 2~5℃ 정도 높여준다. 통풍이 안 되고 습도가 높으면 곰팡내가 제거되지 않는다.

아. 숙성 및 보관

후발효가 끝나면 숙성 및 보관하는데, 이것도 제조 과정의 한 공정이라고 생각해야 한다. 통풍되는 창고 등에서 서서히 건조시키는 공정이다. 가능하면 3개월 이상 하는 게 좋다. 이 시기에 곰팡내를 제거한다. 본 연구에서 이 공정은 50일 정도에 그쳤다.

충분한 숙성을 거친 누룩은 나쁜 누룩 냄새가 없고 술 빚었을 때 향이 좋다. 숙성 과정에서 단백질 분해력이 상승해 페닐에틸알코올 같은 향기 성분이 좋은 고급 알코올을 많이 만들어내는 까닭이라고 설명하는 사람도 있다. 시판 누룩의 법정 유효기간은 6개월이지만, 잘 띄워진 누룩의 효소력은 1년 이상 유지된다.

자. 법제

술 빚기 전 3~4일간 통풍이 잘되는 곳에서 밤낮으로 이슬을 맞히고 햇볕에 쬐는 것으로, 이 과정에서 나쁜 냄새가 더 제거된다. 이슬을 맞히지 못할 조건이면, 스프레이로 살짝 분무한다.

일반적으로 술 제조 시에는 효소류가 필요할 뿐 곰팡이의 분생자(포자)나 분생자병(포자낭병), 균사 등은 필요하지 않고 오히려 술의 색이나 향에 부정적인 영향을 끼칠 수 있다. 법제 과정에서 이들이 제거된다.

차. 우수 누룩 선발

누룩이 완성되면 일단 육안으로 색, 향, 발효 정도를 검사하였다. 이후 각 누룩을 모두 동일한 방법으로 술을 빚고, 완성된 술의 기호도를 조사하여 우수한 누룩을 선정하였다. 이와



[그림 8] 법제 광경

같은 방법으로 총 5회를 실험하고 총 5개의 우수 누룩 술을 다시 조사하고 가장 우수한 누룩을 최종 선발하여 이 누룩의 제조 매뉴얼을 작성했다.

[참고] 육안 검사 시 좋은 누룩 판별법

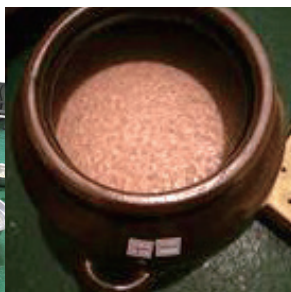
- * 독특한 향기가 진하고 좋아야 한다. 메주 냄새가 나는 것은 실패한 누룩이다.
- * 곰팡냄새가 없거나 아주 적어야 한다.
- * 생밀 냄새가 나는 것은 주질에는 별 영향이 없으나 당화력은 약하다.
- * 비린내는 큰 문제 없다.
- * 외관이 황록색으로 잘 띄워졌어도 당화력은 약할 수 있어서 외관은 참고만 한다.
- * 중요한 것은 누룩 내부이다. 잘라 보았을 때 흰색보다 담황색, 회황색을 띠고, 불균등하게 반점 혹은 환상을 띤 누룩이 좋다. 갈색을 띤다면 냄새로 판단하는데, 메주 냄새가 나면 실패한 누룩이다.

카. 우수 누룩의 이화학적 품질 특성

만족스러운 누룩 매뉴얼이 결정된 후 누룩의 역가와 누룩으로 빚은 술의 이화학적 분석을 하여 술 빚는 기초 자료로 활용하게 하였다.



[그림 9, 10] 술 빚기



[그림 11] 향아리 발효

연구내용

가. 1차 누룩(술) 실험

(누룩 제조 2015. 7. 11. / 누룩 완성 9. 3. / 밀술 빚기 9. 4. / 기호도 조사 11. 14.)

2015년 7월 11일에 <표 1>과 같이 원료 및 수분율을 달리한 4종류의 누룩을 만들어 내부 비전국실, 향온국실 발효상자에서 각각 발효시켰다. 누룩의 발효 및 숙성은 9월 3일에 끝내고, 9월 4일에 밀술, 9월 10일에 덧술하여 40일간 발효시켰다. 각 술을 맑게 여과(5°C에서 자연 침전)하여 11월 14일에 서울벤처대학원대학교 대학원생 14명을 대상으로 기호도 조사를 하였다.

(1) 누룩 제조

내부비전국과 향온국은 우선 재료 입자의 크기가 다르다. 입자의 크기가 다르면 발효 시에 내부 수분 발산 양상이 다르다. 입자가 작을수록 수분 발산이 느리다. 입자가 작을 경우, 수분율이 높거나, 크기가 크거나, 성형 압력이 높으면 내부 수분 발산이 느려 자칫 썩기 쉽다. 그래서 입자가 고운 내부비전국은 입자가 큰 향온국보다 무게 및 크기를 작게, 수분율 및 성형 압력은 낮게 하였다. 재료로 밀과 녹두는 모두 들어가지만, 내부비전국은 기장, 향온국은 보리가 추가로 들어간다.

내부비전국 1과 2의 차이는 녹두와 기장의 구성비를 달리한 것이고, 향온국 1과 2의 차이는 녹두와 보리의 구성비를 달리한 것이다.

<표 1> 1차 누룩 실험 재료 및 성형 조건

누 룩	재 료					성형조건				
	밀(%)		녹두 가루 (%)	보리 가루 (%)	기장 가루 (%)	무게 (kg)	크기(cm)		수분율 (%)	성형압력 시간(초)
	밀가루	통밀 조분쇄					지름	높이		
내부비전국1	65	-	20	-	15	1.2	19	3.5	18	20
내부비전국2	65	-	8	-	27	1.2	19	3.5	18	20
향온국1	-	65	20	15	-	1.3	19	4.0	25	30
향온국2	-	65	8	27	-	1.3	19	4.0	25	30

(2) 발효

실험실 2곳과 상자 1곳 모두 3곳에서 했는데, 각각의 차이점을 비교해 보기 위해 발효실마다 모든 누룩을 다 넣고 발효시키되 각 발효실의 발효 조건을 조금씩 다르게 조절했다.

(3) 술 빚기

1~5차 실험 모두 비교를 위해 모든 누룩을 동일 조건으로 하였다.

술 빚는 방법은 호산춘을 응용하여, 밀술은 범벅으로, 덧술은 고두밥으로 하였다. 물은 전부 밀술에만 넣었다. 호산춘은 급수율이 작아 발효가 더디므로 짧은 연구기간을 고려해 전통주의 통상 급수율인 1:1로 하여 발효기간을 줄였다.

문헌상의 비율은 무게 비율이 아니라 부피 비율이므로 무게로 비교하면 물이 약간 더 많지만, 편의상 무게 비율로 하였다. 발효실 온도는 밀술, 덧술 모두 17°C로 하였다.

국세청주류면허지원센터는 누룩량을 누룩의 역가 300sp를 기준으로 원료 대비 9%를 권장하나, 이 누룩은 역가가 이보다 높을 것으로 확신하여 8%로 하였다. 쌀 7.2kg(밀술 1.2kg, 덧술 6kg)의 8%는 576g이 된다(후에 조사 결과 내부비전국2의 역가는 1,019sp). 누룩량은 당화력만 좋다면 되도록 적게 넣는 것이 좋으나, 탄수화물 외의 기타 성분이나 효모도 고려해야 하므로 무조건 당화력에만 맞출 수는 없다.

<표 2> 제1차 누룩의 술 빚기 재료와 발효 온도

밀술 원료		덧술 원료		발효 온도 (°C)	
멥쌀(범벅, kg)	누룩(kg)	물(l)	멥쌀(고두밥, kg)		
1.2	0.576	7.2(끓는 물)	3	3	17

나. 2차 누룩 실험

(누룩 제조 2015. 8. 13. / 누룩 완성 10. 15. / 밀술 빚기 10. 20. / 기호도 조사 12. 5.)

2015년 8월 13일에 <표 3>과 같이 원료 및 수분율을 달리한 6종류의 누룩을 만들어 내부비전국실, 향온국실, 발효상자에서 각각 발효시켰다. 누룩의 발효 및 숙성은 10월 15일에 끝내고, 10월 20일에 밀술, 10월 27일에 덧술하여 40일간 발효시켰다. 각 술을 맑게 여과(5°C에서 자연 침전)하여 12월 5일에 서울벤처대학원대학교 대학원생 13명을 대상으로 기호도 조사를 하였다.

(1) 누룩 제조

내부비전국 1, 2는 밀가루를 곱게 분쇄한 것 중에서 녹두를 살짝 익힌 것과 생것의 차이를, 내부비전국 3, 4는 밀가루를 거칠게 분쇄한 것 중에서 녹두를 살짝 익힌 것과 생것의 차이를 보기 위해 만들었다. 밀가루를 거칠게 한 것과 곱게 한 것의 차이는 <내부비전국 1, 2>와 <내부비전국 3, 4>를 비교하면 된다.

향온국 1, 2는 녹두의 양과 익힘 정도에 따른 차이를 보기 위해 만들었다.

밀가루를 거칠게 한 정도는 보리나 기장처럼 고운 체에 쳐서 빠져나올 정도로 했다.

<표 3> 2차 누룩 실험 재료 및 성형 조건

누 룩	재 료					성 형 조 건				
	밀(%)		녹두 가루 (%)	보리 가루 (%)	기장 가루 (%)	무게 (kg)	크기(cm)		수분율 (%)	성형압력 시간(초)
	밀가루	통밀 조분쇄					지름	높이		
내부비전국1	65 (고운분쇄)	-	18 (익힘)	-	17	1.2	19	3.5	18	20
내부비전국2	65 (고운분쇄)	-	18 (생)	-	17	1.2	19	3.5	18	20
내부비전국3	65 (거친분쇄)	-	18 (익힘)	-	17	1.2	19	3.5	18	20
내부비전국4	65 (거친분쇄)	-	18 (생)	-	17	1.2	19	3.5	18	20
향온국1	-	50	15 (익힘)	35	-	1.3	19	4.0	25	30
향온국2	-	50	8 (생)	35	-	1.3	19	4.0	25	30

(2) 발효

발효는 1차 누룩과 마찬가지로 내부비전국실, 향온국실, 발효상자 등 모두 3곳에서 했으나, 발효 경과는 3곳에서 유의미한 차이가 없어 발효상자 한 곳만 수록했다.

(3) 술 빚기(밑술 2015. 10. 20. / 덧술 2015. 10. 27.)

1차 누룩 술 빚기와 동일하게 했다.

다. 3차 누룩 실험

(누룩 제조 2015. 9. 10. / 누룩 완성 11. 20. / 밑술 빚기 11. 26. / 기호도 조사 2016. 1. 22.)

2015년 9월 10일에 원료 및 수분율을 달리한 4종류의 누룩을 만들어 발효상자 한곳에서만 발효시켰다. 누룩의 발효 및 숙성은 11월 20일에 끝내고, 11월 26일에 밑술, 12월 3일에 덧술 하여 40일간 발효시켰다. 각 술을 맑게 여과(5°C에서 자연 침전)하여 2016년 1월 22일에 청양군청 직원 23명을 대상으로 기호도 조사를 하였다.

(1) 누룩 제조

내부비전국 1, 2는 기장 대용으로 한 보리와 쌀의 차이를, 향온국 1, 2는 보리와 쌀의 차이를 보기 위해 만들었다.

1, 2차 누룩 발효 경과 과정을 참조하여 성형 조건을 조절하였다.

내부비전국은 1, 2차에서 수분율이 높아 줄이고자 하였으나, 수분율을 줄이면 성형이 잘 안되기에 성형 압력 시간을 줄인 것으로 보완하였다(20초→15초).

향온국은 1, 2차에서 수분율이 높아 수분율도 줄이고(25%→23%), 성형 압력 시간도 줄였다(30초→20초).

<표 4> 3차 누룩 실험 재료 및 성형 조건

누룩	재료					성형조건				
	밀(%)		녹두 가루 (%)	보리 가루 (%)	쌀 가루 (%)	무게 (kg)	크기(cm)		수분율 (%)	성형압력 시간(초)
	밀가루	통밀 조분쇄					지름	높이		
내부비전국1	50	-	15	35	-	1.2	19	3.5	18	15
내부비전국2	52	-	15	-	33	1.2	19	3.5	18	15
향온국1	-	50	15	35	-	1.3	19	4.0	23	30
향온국2	-	52	15	-	33	1.3	19	4.0	23	30

(2) 발효

1, 2차 누룩 결과를 관능조사하여 색깔, 냄새로 살펴본 결과는 정상 발효가 된다면 약간의 조건 차이는 큰 문제가 없다는 것을 알았다. 나중에 1차 누룩으로 술을 빚었을 때 각 술의 맛도 역시 큰 차이가 없음을 확인하였다. 물론 사람의 감각으로는 못 느끼는 차이가 정밀 분석하면 나타날 수 있겠지만 이는 적정기술에 기초한다는 본 연구의 연구방법에 크게 어긋나는 것은 아니라고 보았다. 따라서 3차 누룩부터는 본 연구의 목적인 상자 발효 한 곳에 서만 발효시키기로 했다.

(3) 술 빚기(밑술 2015. 11. 26. / 덧술 2015. 12. 2.)

1차 누룩 술 빚기와 동일하게 했다.

라. 4차 누룩 실험

(누룩 제조 2015. 10. 19. / 누룩 완성 2016. 1. 5. / 밀술 빚기 2016. 1. 17. / 기호도 조사 2016. 3. 22.)

2015년 10월 19일에 쌀을 주요 변수로 해서 6종류의 누룩을 만들어 발효상자 한곳에서만 발효시켰다. 누룩의 발효 및 숙성은 2016년 1월 5일에 끝내고, 1월 17일에 밀술하고, 1월 24일에 덧술하여 40일간 발효시켰다. 각 술을 맑게 여과(5°C에서 자연 침전)하여 3월 22일에 청양군전통주연구회원 19명을 대상으로 기호도 조사를 하였다.

<표 5> 4차 누룩 실험 재료 및 성형 조건

누 룩	재 료					성형조건				
	밀(%)		녹두 가루 (%)	보리 가루 (%)	쌀 가루 (%)	무게 (kg)	크기(cm)		수분율 (%)	성형압력 시간(초)
	밀가루	통밀 조분쇄					지름	높이		
백수환동주국	-	-	20	-	80	1.15	19	3.3	25	45
내부비전국1	40	-	20	-	40	1.2	19	3.5	18	40
내부비전국2	52	-	15	-	33	1.3	19	4.0	18	40
향온국1	26	26	15	-	33	1.2	19	3.5	22	30
향온국2	-	40	20	-	40	1.3	19	4.0	22	30
향온국3	-	54	13	20	13	1.3	19	4.0	19	30

(1) 누룩 제조

재료 구성은 <표 5>와 같다. 각 재료의 구성비를 적절하게 차이를 두어 만들었다. 향온국 1은 밀가루와 통밀조분쇄를 섞어 보았다.

쌀은 성형이 잘 되지 않아 수분율과 성형 압력 시간을 적절히 고려하였다.

(2) 발효

발효는 모두 발효상자에서 했다.

(3) 술 빚기(밀술 2016. 1. 17. / 덧술 2016. 1. 26.)

1차 누룩 술 빚기와 동일하게 했다.

마. 5차 누룩 실험

(누룩 제조 2015. 12. 9. / 누룩 완성 2016. 3. 15. / 밀술 빚기 2016. 4. 18. / 기호도 조사 2016. 5. 12.)

2015년 12월 9일에 6종류의 누룩을 만들어 발효상자 한곳에서만 발효시켰다. 누룩의 발효 및 숙성은 2016년 3월 15일에 끝내고, 4월 18일에 밀술하고, 4월 25일에 덧술하여 40일간 발효시켰다. 각 술을 맑게 여과(5°C에서 자연 침전)하여 5월 12일에 청양군 평생학습 전통주반 수강생 16명을 대상으로 기호도 조사를 하였다.

<표 6> 5차 누룩 실험 재료 및 성형 조건

누룩	재료					성형조건				
	밀(%)		녹두 가루 (%)	보리 가루 (%)	쌀 가루 (%)	무게 (kg)	크기(cm)		수분율 (%)	성형압력 시간(초)
	밀가루	통밀 조분쇄					지름	높이		
분국	100	-	-	-	-	1.2	19	3.5	18	20
조국	-	100	-	-	-	1.3	19	4.0	23	30
백수환동주국	-	-	64 (익힘)	-	36 (참쌀)	1.1	19	3.3	24.5	20
향온국	-	60.4	14.9	24.7	-	1.3	19	4.0	23	30
내부비전국	60	-	15 (익힘)	-	25	1.2	19	3.5	18	20

(1) 누룩 제조(제조 2015. 12. 9.)

이번 실험에서는 밀을 주재료로 하되 녹두 등의 부재료를 쓰는 내부비전국, 향온국 외에 100% 밀만 사용하는 조국과 분국, 그리고 녹두가 주원료인 백수환동주국을 제조하여 비교 대상으로 삼았다.

(2) 발효

발효는 모두 발효상자에서 했다.

(3) 술 빚기(밀술 2016. 4. 18. / 덧술 2016. 4. 25.)

1차 누룩 술 빚기와 동일하게 했다. 참고로, 밀술 완료 후의 각 누룩 술의 pH, 알코올 도수, 술덧 품온은 아래와 같았다.

<표 7> 5차 누룩으로 빚은 술의 밑술 분석

구분	조국	분국	향온국	내부비전국	백수환동주국	S누룩	P누룩
pH	3.60	3.77	3.72	3.88	3.98	3.64	3.59
알코올(%)	5	2	4	4	3	3	5
술덧 품온(°c)	17.0	16.7	16.0	16.4	16.2	17.0	15.8

연구 결과

1. 최종 우수 누룩 선정

가. 누룩 발효 경과

(1) 1차 누룩

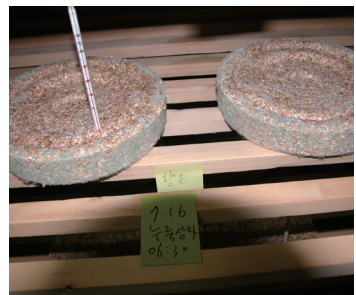
발효상자, 내부비전국실, 향온국실로 나누어 발효시켰다. 발효상자와 내부비전국실에는 내부비전국과 향온국을, 향온국실에는 향온국을 발효시켰다. 같은 누룩을 발효시킬 때 달리 한 경우, 발효 패턴에 큰 차이가 없었다. [그림 18], [그림 19], [그림 20]



[그림 12] 발효중인 향온국



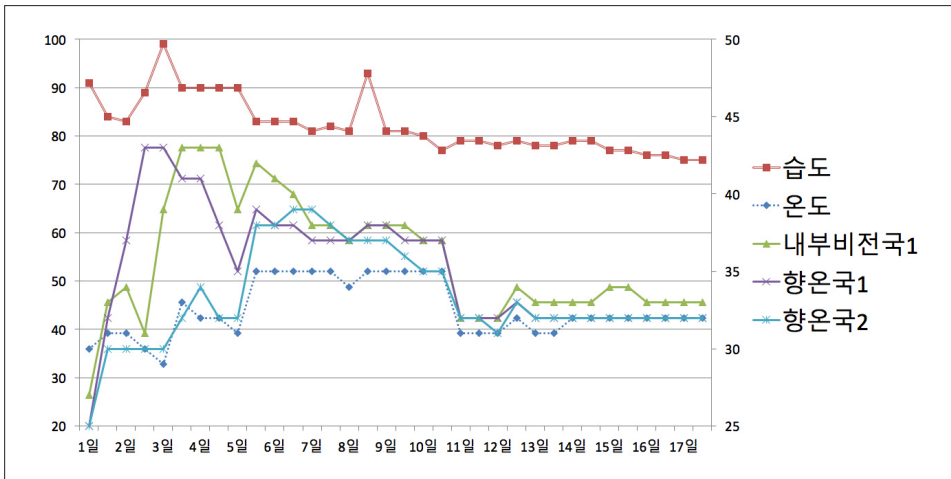
[그림 13] 발효상자 누룩발효



[그림 14] 발효상자 향온국발효

(가) 발효 상자에서의 발효 경과: [그림 15]

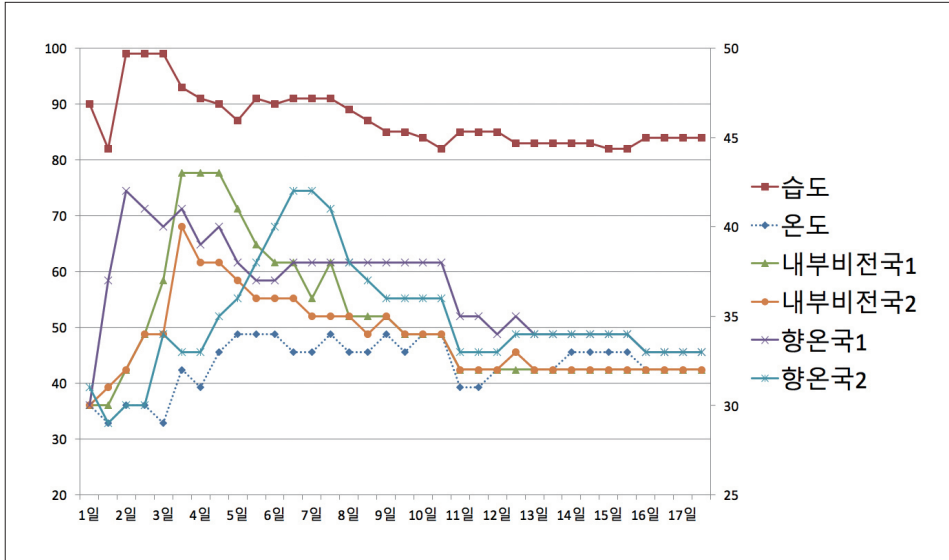
습도, 온도는 발효실의 상황이고, 그래프의 각 누룩은 품온을 표시한 것이다. 향온국1 - 내부비전국1 - 향온국2의 순서로 발효가 일어나고 있으며, 향온국2는 최고 품온이 다른 누룩보다 낮았다. 11일째에 발효실 온도와 품온이 일치하는 것으로 보아 이날에 주발효가 끝난 것으로 보인다.



[그림 15] 발효상자 발효 경과

(나) 내부비전국실에서 발효 경과: [그림 16]

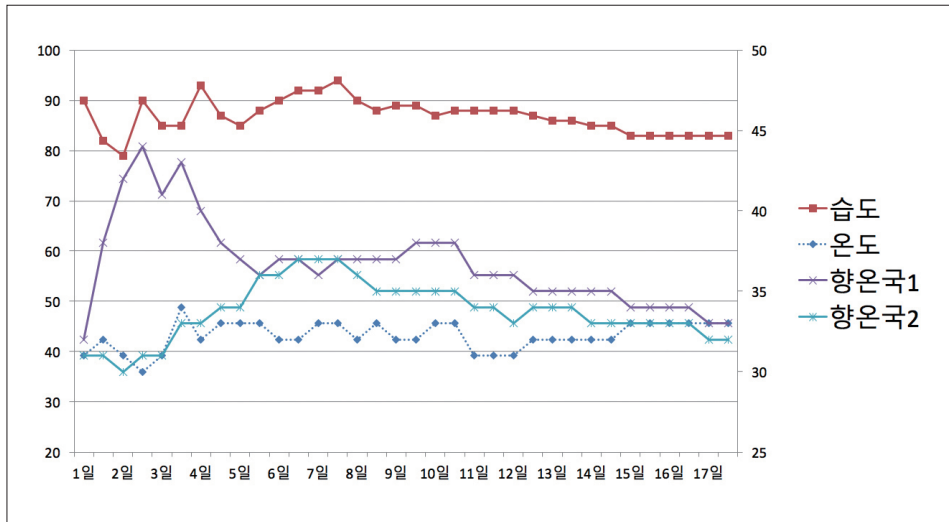
11일째에 발효실 온도와 품온이 일치하는 것으로 보아 이날에 주발효가 끝난 것으로 보인다. 녹두가 많이 들어간 내부비전국1이 적게 들어간 내부비전국2보다 대체로 품온이 높다.



[그림 16] 내부비전국실 발효 경과

(다) 향온국실에서의 발효 경과: [그림 17]

녹두를 많이 넣은 향온국1의 품온이 높다.

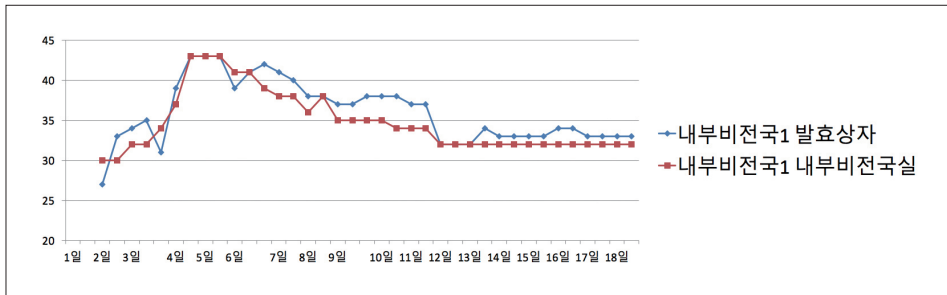


[그림 17] 향온국실 발효 경과

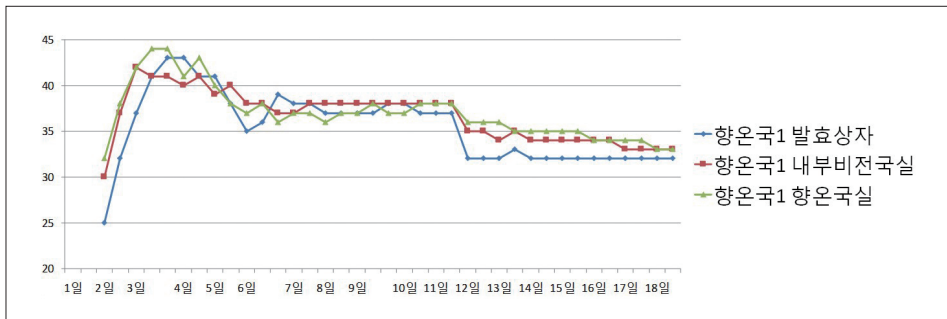
(라) 같은 누룩을 발효실을 달리한 경우

[그림 18], [그림 19], [그림 20]은 같은 누룩을 발효실만 달리했을 때의 발효 경과이다.

같은 누룩이라면 발효실을 달리했어도 발효 경과는 큰 차이가 없음을 보여준다. 이 결과를 토대로 3차 누룩 이후부터는 발효상자에서만 발효 실험을 했다.



[그림 18] 내부비전국1의 발효실별 발효 경과



[그림 19] 향온국1의 발효실별 발효 경과



[그림 20] 향온국2의 발효실별 발효 경과

(마) 발효된 누룩 평가

① 내부비전국1과 내부비전국2

누룩의 표면만 보아서는 판별하기 어려우므로 단면으로 잘라서 보아야 한다.

[그림 21], [그림 22]는 내부비전국1이고, [그림 23], [그림 24]는 내부비전국2이다. [그림 22], [그림 24]를 비교해보면 그림 모두 가운데 부분은 노란색을 띠고 있지만, [그림 22]는 가장자리 두꺼운 부분이 옅은 갈색을 띠고 있다. 갈색은 고초균이 의심되었으나 냄새를 맡아보니 구수하면서도 곰팡이 특유의 냄새가 나는 것을 보아 고초균은 아닌 것으로 보인다.

발효 경과를 보면 내부비전국1이 품온이 높았는데, 그 결과로 가장자리 두꺼운 부분의 색깔이 다른 것으로 나타났다. 이런 누룩은 3개월 이상 숙성하고, 법제를 잘 해서 곰팡냄새를 없애면 묵직하고 향기가 진한 좋은 술을 얻을 수 있다. 발효할 때 내부의 습기를 더 잘 빠져 나오게 하면 품온도 덜 올라가고 색깔도 달라진다. 내부비전국2와 같은 누룩은 비교적 술이 가볍고 향도 연하다. 술의 기호도 조사에서는 내부비전국2가 더 나은 것으로 나왔는데, 이는 누룩을 충분히 숙성하지 못한 이유도 있는 것 같다.



[그림 21] 내부비전국1 표면



[그림 22] 내부비전국1 단면



[그림 23] 내부비전국2 표면



[그림 24] 내부비전국2 단면

② 향온국1과 향온국2

단면([그림 26], [그림 28])을 보면 향온국2가 갈색이 진하다. 이 향온국2에서는 술에서도 곰팡냄새가 있었다. 수분율을 좀 더 줄이는 게 좋을 듯하다. 향온국1은 외견상 발효가 잘되었지만 술에서는 이취가 있었는데 이는 누룩의 숙성 부족 때문으로 보인다.



[그림 25] 향온국1 표면



[그림 26] 향온국1 단면



[그림 27] 향온국2 표면



[그림 28] 향온국2 단면

③ 녹두 함유량에 따른 차이

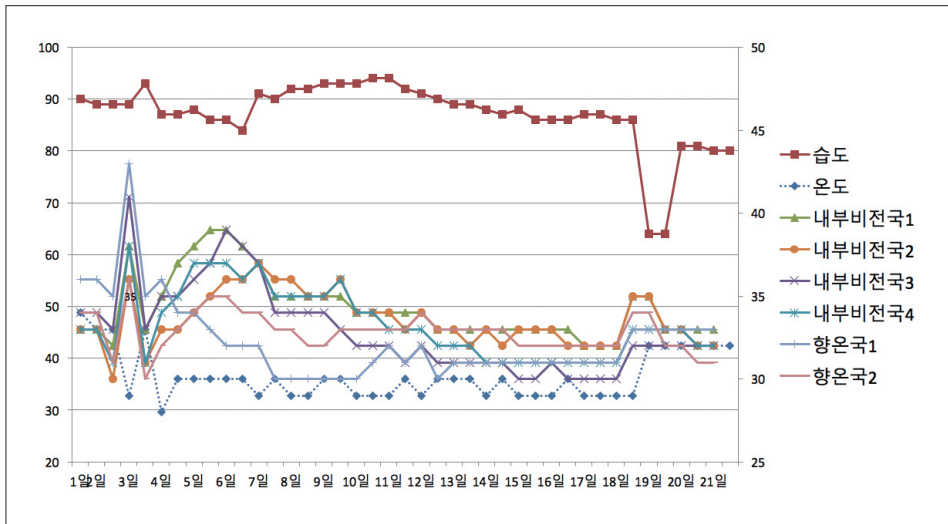
녹두가 20% 들어간 누룩과 8% 들어간 누룩을 비교한 결과, 많이 들어간 것이 품질이 높았고, 가장자리 두꺼운 부분에서는 갈색을 띠었다. 술에서는 약간 이취가 있었다. 녹두가 20% 정도로 많이 들어간 것이 오히려 품질을 해친다는 결론인데, 녹두를 아예 사용하지 않은 것을 대조구로 하지 않아서 속단하기는 이른 것 같다.

(2) 2차 누룩

① 주발효 기간이 내부비전국3(주발효 종료 13일째)을 제외하고는 기대치보다 길었다. 주발효를 계속하는 것은 무의미하다고 생각해 18일째에 발효실 온도를 올려 후발효를 유도하였다.

내부비전국1, 3과 향온국1은 살짝 익힌 녹두를 사용했고, 나머지는 생녹두를 사용한 것이다. 내부비전국1, 2는 녹두의 처리만 다르게 하고 나머지는 다 같게 한 것인데, 익힌 1이 생 2보다 초기 발열도 빠르고 전체적인 품온도 높았다. 내부비전국3, 4도 녹두의 처리만 다르게 한 것인데 역시 그렇다. 향온국1, 2도 그렇다.

내부비전국 중 1, 2는 밀가루를 곱게 3, 4는 약간 거칠게 분쇄한 것이다. 1과 3을, 3과 4를 각각 비교해 보면, 분쇄 정도 외에 다른 조건은 같다. 품온 경과를 보면 약간 거칠게 분쇄한 것이 초기 발열도 빠르고 전체적인 품온도 높았다.



[그림 29] 2차 누룩 발효 경과

② 발효된 2차 누룩들



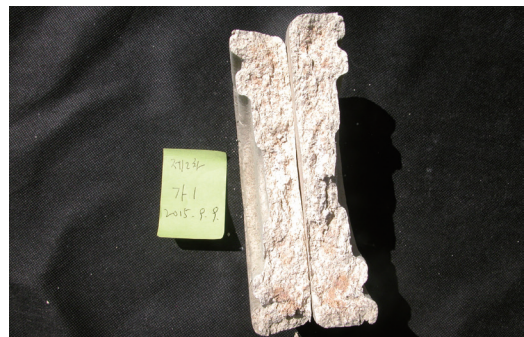
[그림 30] 발효된 2차 누룩들

※ 왼쪽 위부터 별도1, 향온국3, 향온국2, 향온국1, 내부비전국2, 내부비전국1, 별도2, 내부비전국3

③ 기호도 조사에서 우수 누룩으로 선정된 내부비전국1의 표면과 단면



[그림 31] 내부비전국1 표면

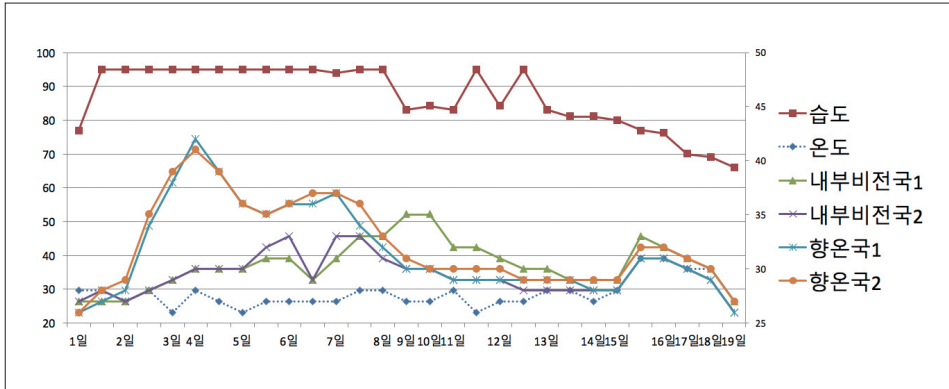


[그림 32] 내부비전국1 단면

(3) 3차 누룩

① 내부비전국 계열은 품온이 전저후고, 즉 초기 발열은 낮으나 후기에는 품온이 높았고, 향온국 계열은 전고후저, 즉 초기 발열은 빨랐으나 후기 품온은 낮았다. 두 계열의 발효 패턴이 뚜렷이 구별된다. 향온국 계열이 초기 발열도 빠르고 전체적인 품온도 높다. 내부비전

국1, 2는 기장 대용으로 한 보리와 쌀의 차이를, 향온국1, 2는 보리와 쌀의 차이를 보기 위해 만들었는데, 발효 경과를 서로 비슷하였다.



[그림 33] 3차 누룩 발효 경과

② 기호도 조사 결과 3차 누룩 실험에서 선발된 향온국1의 표면과 단면 표면은 별 표시가 없으나 단면에 노란 황국이 골고루 잘 띄워졌다.



[그림 34] 향온국1의 표면



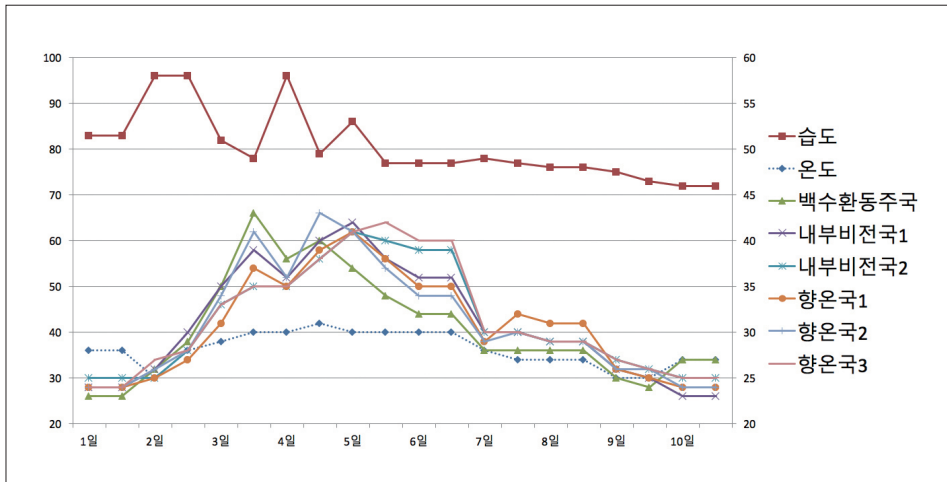
[그림 35] 향온국1의 단면

(4) 4차누룩

① 향온국1, 2는 통밀 조분쇄 대신 밀가루를 섞은 것에 대해 알아보기 위한 것이었는데, 예상대로 가루를 섞은 것이 초기 발열도 늦었고, 전체적인 품온도 낮았다.

주발효는 9일째에서 끝난 것으로 보인다. 7일째에 품온이 갑자기 떨어진 것은 발효실 온

도가 떨어진 탓으로, 다시 온도를 올리자 품온이 올라갔다. 내부비전국2, 3을 비교해보니, 이 정도의 재료 구성 차이는 발효 양상에 큰 영향을 미치지 않는 듯하다.

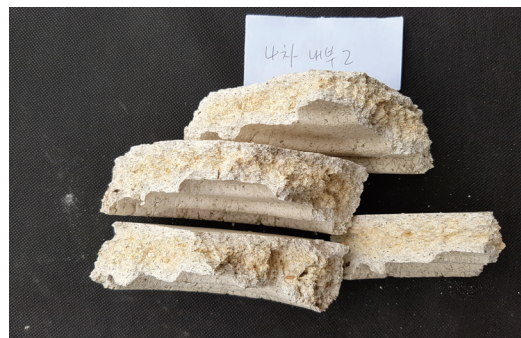


[그림 36] 4차 누룩 발효 경과

② 기호도 조사 결과 4차 누룩 실험에서 선발된 내부비전국2의 표면과 단면 표면은 별 표시가 없으나 단면 중심부에 노란 황국이 잘 띄워졌다.



[그림 37] 내부비전국2 표면



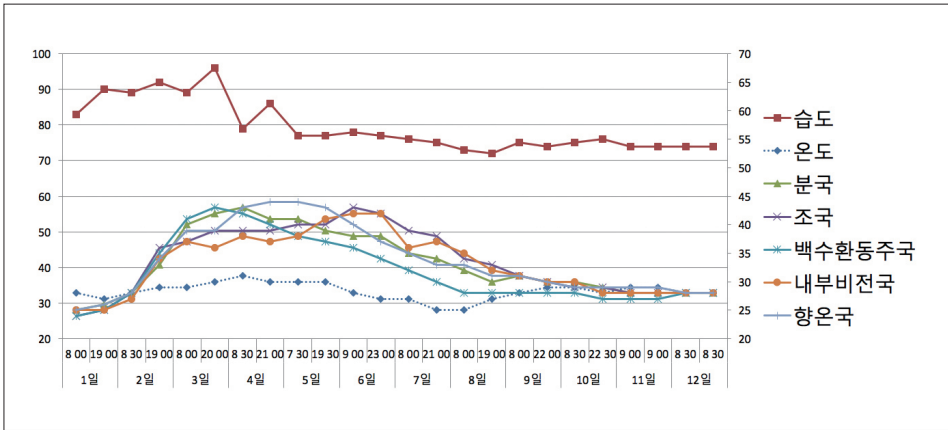
[그림 38] 내부비전국2 단면

(5) 5차 누룩

① 10일째에 주발효가 끝난 것으로 보인다.

밀 이외에 부재료를 쓰지 않은 분국과 조국을 비교해 보면, 그 발효 양상 차이가 내부비전

국과 향온국의 차이와 유사하다. 분쇄 정도에 따른 차이이다. 분쇄율과 관계없이 녹두에 따라서도 발효 양상이 달라진다. 녹두를 넣은 내부비전국(전저후고)과 넣지 않은 조국(전저후고)이 비슷하고, 녹두를 넣은 향온국(전고후저)의 넣지 않은 분국(전고후저)이 비슷하다.

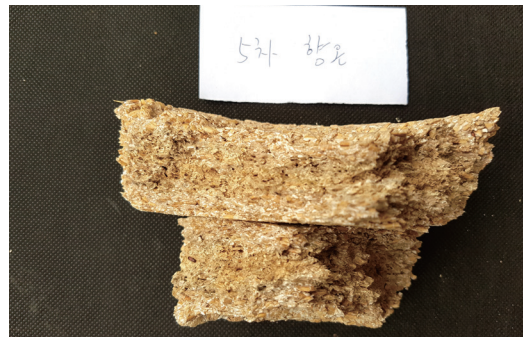


<그림 39> 5차 누룩 발효 경과

② 기호도 조사 결과 5차 누룩 실험에서 선발된 향온국의 표면과 단면
표면에는 푸른곰팡이가 주로 보이며, 단면에는 황국이 잘 피었다.



[그림 40] 향온국의 표면



[그림 41] 향온국의 단면

③ 실패한 누룩

5차 누룩 실험은 첫 회는 실패해서 두 번 했다. 온습도 조절이 잘못 되어서 조국 계열의 누룩들이 특히 오염되었다. 메주 냄새가 강하게 나고 짙은 갈색인 것으로 보아 고초균으로 추정된다.



[그림 42] 실패한 누룩

나. 기호도 조사

기호도 조사의 평가 항목은 맛, 향, 색깔, 목 넘김, 전체적인 평가 등 5가지로 설정했다. 각 항목은 가중치를 주지 않고 각각 5점 만점으로해서, 합산하여 가장 높은 점수를 받은 술 하나를 쓰도록 했다.

(1) 1차 누룩 술 기호도 조사(2015. 11. 14.)

서울벤처대학원대학교 양조학과 대학원생 14명을 대상으로 했다. 패널 수가 적어 남녀, 연령에 따른 차이는 별 의미가 없어 구분하지 않았다. 누룩별 술에 대한 기호도 조사를 한 결과 내부비전국2가 가장 우수하였다. 전반적으로 각 술에 대한 평가는 좋았다. 전체적으로 우열을 가리기 어려웠고, 향도 풍부했고 술맛이 깊이가 있다고 했다. 녹두 양에 따른 술 맛 차이는 있었으나 이 차이보다는 내부비전국-향온국 차이가 더 컸고, 내부비전국과 향온국 각각의 자체 내에서의 차이는 분명히 있었다.

(2) 2차 누룩 술 기호도 조사(2015. 12. 5.)

서울벤처대학원대학교 양조학과 대학원생 13명을 대상으로 누룩별 술에 대한 기호도 조사를 한 결과, 내부비전국1이 가장 우수하였다. 전체적으로 향이 강했고 뒷맛은 쓴맛이 있었으나 깔끔했다. 내부비전국2는 특이하게 산미가 높았고 풋과일향이 났다. 녹두를 찐 것과 날것을 비교한 결과는 그리 큰 차이가 없었다. 밀가루를 곱게 한 것과 약간 거칠게 한 것 역시 큰 차이는 없었다.

(3) 3차 누룩 술 기호도 조사(2016. 1. 22.)

청양군청 직원을 대상으로 한 팀 13명, 또 다른 팀 10명, 총 23명을 대상으로 기호도 조사를 한 결과, 향온국1이 가장 우수하였다. 이번 내부비전국은 전반적으로 품온을 낮게 띄웠는데, 전반적으로 기호도가 낮았다. 1차 누룩 술에 비해 기호도가 현저히 떨어졌다. 누룩 재료 중 쌀을 넣은 것은 기호도가 더 낮았다.

(4) 4차 누룩 술 기호도 조사(2016. 3. 22.)

청양군전통주연구회원 외 19명을 대상으로 기호도 조사를 한 결과 내부비전국2가 가장 우수하였다. 전반적으로 기호도가 낮았으며 맛이 쓰고 곰팡냄새가 있었다. 누룩을 충분히 숙성하면 개선될 여지가 있어는 보인다. 이번 실험은 쌀에 대한 것이었는데, 재료로 쌀을 섞어 넣는 것은 충분한 실험이 필요할 듯하다.

(5) 5차 누룩 술 기호도 조사(2016. 5. 12.)

청양군 평생학습 전통주반 수강생 외 16명을 대상으로 기호도 조사를 한 결과 내부비전국과 향온국이 우수하였는데, 향온국이 향이 풍부하다는 의견이 많았다.

밀만 재료로 한 것과 녹두 등 다른 재료를 넣는 것에 대한 실험이었는데, 순수하게 밀로만 한 것보다 녹두 등 다른 재료를 넣은 것이 기호도가 높았다.

5차 술 빚기 실험에서는 시판 누룩인 S와 P를 같은 조건으로 술 빚어 비교하였는데, 대체로 본 실험의 누룩들이 술맛이 깊고 향도 풍부했다. P는 산미가 많다고 느껴졌다.

(6) 최종 결론 : 최우수 누룩은 1차의 내부비전국2

1~5차 누룩 술의 기호도 조사에서 선정된 5가지 술을 놓고 서울벤처대학원대학교 양조학과 대학원생 3명, 청양군전통주연구회 회원 12명, 보령시전통주동호회 회원 5명, 일반 지인 14명 등 총 34명을 대상으로 2016. 5. 12.~6. 3. 간 기호도 조사를 한 결과 1차 누룩 내부비전국2로 빚은 술이 가장 좋은 것으로 선정되었다.

2. 최종 선발 누룩 제조 매뉴얼

최종 선발된 1차 누룩 내부비전국2의 재료 구성, 제조 방법, 발효 방법은 다음과 같다.

가. 발효 상자 제작

연구방법 및 내용의 <라. 발효조건 설정> 참조

나. 재료 구성

고운 밀가루 65%, 생녹두가루 8%, 기장가루 27%

다. 제조 방법

[무게] 1.2kg [크기] 지름 19cm, 높이 3.5cm [수분율] 18%

[성형] 150kg/cm² 유압기로 20초 누름. 발로 디딜 때는 5분 이상 굳게 디딤.

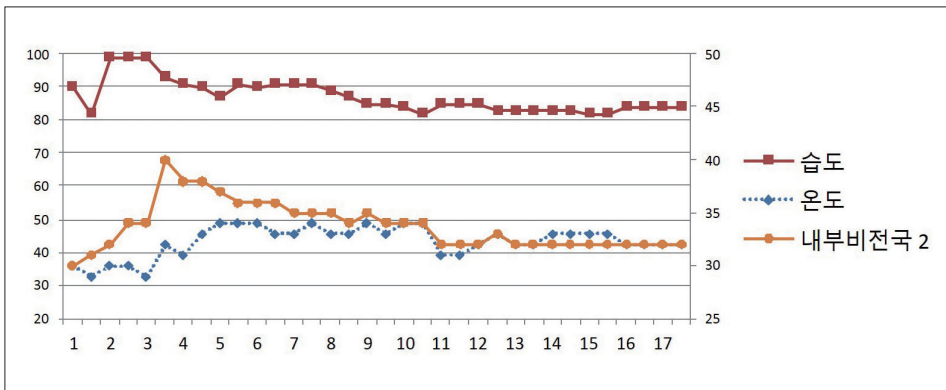
라. 발효 방법

[그림 43] 최종 선발 누룩 발효 경과표와 연구방법 및 내용의 <바. 발효>를 참조하여 다음과 같이 띄운다.

(가) 최종 선발 누룩 발효 경과 분석

[그림 43]을 보면 품온 최고 온도가 39°C이고 주발효는 9일째에 끝난 것으로 보인다. 이 정도로 주발효 기간을 끈 것도 괜찮은 것이기는 하지만 초기 전발효에서 품온이 최고에 이른 후 발효실 온도를 높였음에도 40°C 내외의 고온을 오래 끌지 못한 점이나, 8일째에 습도

가 떨어지면서 품온도 떨어지기 시작하는 것을 보아 온도가 아니라 습도가 부족했던 것이 아닌가 한다. 3일째에 습도가 뚝 떨어지기 시작해도 4~8일째에 습도계가 90%를 유지해서 습도에는 문제가 없는 줄 알았는데, 실제로는 부족했던 모양이다(그래서 절대습도보다 상대습도가 더 중요하다). 본 실험에서는 곰팡이의 적정 생육 습도가 80%이기 때문에 적정 생육 습도가 90%인 고초균을 우려해서 습도를 더 높이지 않았는데, 습도를 더 높이고 대신 강제통풍을 더 강하게 해서 습도를 좀더 높게 유지했다면 주발효 기간을 며칠 더 끌 수 있었을 것으로 추정된다.



[그림 43] 최종 선발 누룩 발효 경과

(나) 발효 방법 제시

누룩 입실 시 발효실 온도는 30°C, 실내 습도는 90%로 세팅한다. 습도는 좁은 공간에서 가정용 가습기로 통제하기 어렵지만, 초기에는 큰 문제가 되지 않는다. 가습기를 사용하면 수증기가 직접 누룩에 닿지 않도록 한다. 표면적이 넓은 쟁반에 물을 담아 습도 조절해도 된다. 습기가 부족한 게 문제지 많은 것은 큰 문제가 아니다. 아직 발열이 되지 않은 상황에서는 강제 통풍하지 않아도 된다. 온습도 체크는 6시간마다 하되, 주발효 후기부터는 12시간마다 해도 괜찮다.

2~3일 지나 품온이 급격히 상승하면 세심한 관찰이 필요하다. 표면에 균이 증식하기 시작하기 때문이다. 누룩이 팽윤하며 균사가 누룩 내부로 증식하는데 표면에 균사가 안 보인다고 해서 크게 잘못된 것은 아니다. 처음에는 흰색이나 푸른색, 간혹 검은색이 보이기도 하며, 냄새가 나기 시작한다.

굳이 증식하면서 누룩 내부의 습기가 빠져나오더라도 습도를 잘 체크해서, 누룩 표면이 마르지 않도록 유의한다. 습도가 부족한 것보다는 차라리 높은 게 낫다. 품온이 고온인 상태에서 누룩 표면이 마르면 내부의 습기가 빠져나오지 못해 누룩이 썩는다. 일반 습도계로 80~90% 이상의 습도를 유지하면서 강제로 통풍해야 누룩 내부의 습이 잘 빠져나온다.

품온은 되도록 43℃를 넘기지 않도록 한다. 내부비전국 같은 분국 계열은 발효 온도를 40℃ 이상 너무 높게 오래 가면 썩기 쉽다. 수시로 냄새를 맡아보면서 메주 냄새 같은 것이 느껴지면 누룩을 잘라 본다. 가장자리 두꺼운 부분이 짙은 갈색이면서 메주 냄새가 나면 고초균 등에 의해 썩은 것이고,⁴⁾ 갈색이 나더라도 메주 냄새가 아니라 향긋한 냄새가 나면 괜찮은 것이다. 노란색을 띠면 일단 안심인데, 갈색은 색깔로 판별이 어렵다.

이상 발효가 의심되면 곧바로 온도와 습도를 내리고 강제통풍을 강하게 한다. 그러나 온도가 너무 낮아도 누룩 속의 습기가 잘 빠져나오지 못한다. 품온과 실온의 차이가 4~5℃로 접근하면 주발효 후반으로 본다. 이때 세포 밖으로 효소를 분비하므로 온도를 약간 올려주어서 효소 분비를 촉진해준다. 온도가 올려도 온도가 점점 내려가 마침내 온도차가 없어지는데, 이러면 주발효가 끝난 것이다.

주발효가 끝나면 발효실 온습도를 조절하여 후발효시킨다. 후발효는 누룩을 서서히 건조하는 과정인데, 자체 발열이 없으므로 인위적으로 온도는 32℃ 내외, 습도는 70% 내외로 조절한다. 통풍이 안 되고 습도가 높으면 곰팡 냄새가 제거되지 않으므로 통풍은 적당히 10~15일 정도 진행한다. 후발효가 끝나고 나서는 전술한 연구방법 및 내용의 <바. 발효>를 참조해서 진행한다.

4) 고초균에 점령당했다고 해서 술이 안 되는 것은 아니다. 고초균도 전분, 단백질 등의 분해효소를 만들어낸다. 다만 이런 누룩으로 빚은 술은 풍미가 좋지 않아 고급술로 대접받지 못하기 때문에 피하는 것이다. 그런데 의외로 나이 든 분 중에는 이런 술맛이 전통주라는 주장을 하는 분들이 꽤 있다. 그래서 풍미가 좋고 나쁜 상대적일 뿐이니까 고초균 누룩도 고려 대상에 넣어야 한다고 생각할 수 있겠으나 이렇게 주장하는 분들도 좋은 전통주를 맛보고 나서의 생각을 고친다. 결국은 제대로 된 좋은 전통주를 접해보지 못했기 때문에 고초균에 오염된 나쁜 술을 전통주라고 오인하는 것이 아닌가 생각한다. 하지만, 현재 저가 시장에서는 고초균에 오염된 술이 팔리고 있는 것도 현실이다. 시장을 존중한다는 측면에서는 다시 생각해볼 여지가 있을지 모르겠다. 참고로, 고초균에 오염된 누룩은 장 담글 때 섞어 쓰면 매우 좋다는 보고도 있으므로 잘못되었다고 해서 굳이 버릴 필요는 없다.

3. 이화학적 품질 특성 분석

최종 선발된 1차 누룩 내부비전국2와 이 누룩으로 빚은 술의 이화학적 품질 특성 분석 결과는 다음과 같았다. 별도로, 향온국 중 가장 우수하다고 판정한 5차 누룩 향온국을 분석하여 비교 자료로 삼도록 하였다. 이화학 검사는 더테이블양조연구소와 A기관에 의뢰해서 수행했다.

가. 누룩의 역가 / 더테이블양조연구소

일반 시중 누룩의 역가 기준이 300sp임을 고려하면 역가가 매우 높게 측정되었다.

<표 8> 최종 선발 누룩의 역가

구분	역가
최종 누룩 / 1차 내부비전국2	1,019sp
참고 누룩 / 5차 향온국	982sp

나. 술의 알코올 농도, 산도, 당도, pH / 더테이블양조연구소

입국으로 하는 일반 막걸리의 원주가 16~18%인 것에 비하면, 알코올 농도가 매우 높게 측정되었다. 당도는 알코올을 제거하고 측정한 것이다.

<표 9> 최종 누룩인 1차 내부비전국2 술의 알코올 농도, 산도, 당도, pH

구분	알코올 농도	산도 (%, 초산으로)	당도(Brix)	pH
최종 누룩 / 1차 내부비전국2	20.0% w/v	0.29	15.7	4.32
참고 누룩 / 5차 향온국	22.1% w/v	0.27	10.1	4.30

다. 향기 분석 (1) / 더테이블양조연구소

(1) 최종 누룩인 1차 내부비전국2로 빚은 술의 향기 분석

주요 향기 성분은 에틸아세테이트와 이소부탄올, 이소아밀알코올이었으며, 아세트알데하이드는 매우 소량 검출되었지만 메탄올은 검출되지 않았다. 즉 향기 성분은 어느 정도 검출되지만 유해 성분은 매우 적거나 검출되지 않는 수준으로 매우 낮음을 알 수 있다.

<표 10> 최종 누룩인 1차 내부비전국2 술의 향기 성분 / 더테이블 양조연구소

구분	체류시간[min]	반응	검출량[ppm]	검출량[%]	향기 성분
1	3.253	2.161	10.381	-	Acetaldehyde
2	5.161	70.854	265.734	0.200	Ethyl acetate
3	5.553	0.004	0.033	-	Methanol
4	5.681	0.284	-	-	
5	6.601	24,420.330	112,255.567	99.500	Ethanol
6	8.922	12.159	38.670	-	n-Propanol
7	9.915	28.119	68.145	0.100	i-Butanol
8	10.671	0.373	1.048	-	n-Butanol
9	11.315	54.782	132.424	0.100	i-Amyl alcohol
10	12.123	0.397	-	-	
11	12.558	10.473	-	-	
12	15.653	2.787	-	-	
13	15.811	4.283	-	-	
14	17.463	41.000	-	-	
15	20.547	8.142	21.601	-	Phenyl ethyl alcohol
16	26.029	36.232	-	-	
Total			112,793.603	99.900	

(2) 5차 선발 누룩인 향온국으로 빚은 술의 향기 성분 분석

향온국으로 빚은 술의 주요 향기 성분은 에틸아세테이트와 이소아밀알코올, 페닐에틸알코올이었다. 특히 에틸아세테이트와 이소아밀알코올이 100ppm 이상으로 나타나 과일 향이 나는 향기로운 술이라고 할 수 있다. 메탄올과 아세트알데히드는 미량 검출되어 매우 안전한 술임을 알 수 있었다.

<표 11> 5차 향온국 술의 향기 성분

구분	체류시간[min]	반응	검출량[ppm]	검출량[%]	향기 성분
1	3.245	2.148	10.319	-	Acetaldehyde
2	5.129	28.160	105.613	0.100	Ethyl acetate
3	5.434	1.538	12.076	-	Methanol
4	5.752	0.084	-	-	
5	6.555	24,054.298	110,572.988	99.700	Ethanol
6	9.892	24.639	59.711	0.100	i-Butanol
7	10.647	0.618	1.737	-	n-Butanol
8	11.297	64.866	156.798	0.100	i-Amyl alcohol
9	12.115	0.749	-	-	
10	12.553	11.593	-	-	
11	15.183	11.815	-	-	
12	15.359	9.703	-	-	
13	15.653	60.629	-	-	
14	16.119	30.805	-	-	
15	16.205	21.120	-	-	
16	16.429	32.886	-	-	
17	16.537	34.842	-	-	
18	16.862	65.949	-	-	
19	17.101	41.194	-	-	
20	17.425	320.072	-	-	
21	20.543	15.018	39.844	-	Phenyl ethyl alcohol
22	22.045	30.521	-	-	
Total			110,959.086	100.000	

라. 향기 분석 (2) : 1~5차 선발 누룩으로 빚은 술의 향기 분석 / A기관

향기 성분을 좀 더 세밀히 분석하고자, 1~5차 실험에서 각각 우수 누룩으로 선발된 누룩으로 빚은 술의 향기 성분을 조사하였다. (<표 12>) 그 결과, 100ppm 이상 검출된 향기 성분은 에틸아세테이트, 2부탄올, 에틸락테이트, 2옥타놀, 이소카프로익산, 헥타노익산이었다.

술의 향기 성분에 큰 영향을 미치는 이소아밀알코올이나 에틸카프레이트, 에틸페닐락테이트, 2페닐알코올 등도 40~70ppm 정도 검출되어 과일향이나 꽃향 등이 존재한다는 것을 알 수 있었다. 미량이지만 푸르푸랄이 검출된 것은 발효가 완료된 후 술이 어느 정도 숙성

된 것이 원인으로 추정된다.

전반적으로 전통 누룩으로 담근 술의 향기 성분이 매우 다양함을 알 수 있었다. 누룩 간에 차이는 있었지만, 전체적인 경향치는 비슷하였다.

<표 12> 1~5차 선발 누룩으로 빚은 술의 향기 성분

(단위: ppm)

향기 성분	1차 내부비전국2	2차 내부비전국1	3차 향온국1	4차 내부비전국2	5차 향온국
ethyl acetate	489.11	451.24	468.24	399.99	456.26
methanol	10.29	9.52	10.56	11.40	12.40
2-butanol	235.11	221.03	224.59	245.26	251.10
DMDS	3.73	4.26	5.42	3.76	5.55
iso-butanol	4.55	7.41	5.52	6.42	7.42
n-butanol	49.93	45.22	49.81	50.08	51.38
iso-amylalcohol	10.76	14.56	13.29	12.12	10.69
ethyl lactate	275.64	251.98	249.89	259.65	274.56
1-hexanol	20.04	16.23	15.46	16.54	17.84
2-octanol	142.45	147.25	152.30	136.22	154.05
1-octen-3-ol	41.11	36.25	35.26	41.98	45.16
furfural	2.18	3.25	2.22	4.20	2.10
1-octanol	5.91	5.05	7.03	6.48	7.94
propionic acid	73.18	69.24	78.25	80.59	74.56
isobutyric acid	12.81	10.03	11.26	13.57	12.65
ethyl caprate	50.62	55.24	54.21	60.23	58.25
n-butyric acid	5.25	6.47	7.53	6.66	6.54
isovaleric acid	27.53	30.58	31.26	29.64	32.14
valeric acid	18.35	19.42	18.99	19.20	20.87
ethyl phenylacetate	44.71	45.70	50.62	55.64	49.85
isocaproic acid	196.96	154.78	187.84	177.54	194.50
ethyl laurate	7.87	6.88	8.59	10.05	11.45
caproic acid	40.77	44.50	43.21	45.66	48.36
2-phenyl alcohol	65.85	69.87	68.59	70.42	66.51
heptanoic acid	267.65	264.20	256.35	266.74	270.15
ethyl myristate	15.39	14.26	13.52	14.59	15.41
ethyl palmitate	60.09	66.58	63.24	67.58	64.82

마. 1~5차 선발 누룩으로 빚은 술의 아미노산 분석 / A기관

실험 누룩으로 빚은 술의 주요 아미노산은 알라닌, 알파아미노브리르산, 감마아미노브리르산, 아르긴산으로 10mg/100ml 이상 높게 검출되었다. 누룩 종류별로 아미노산 구성 성분에는 차이가 있었지만 검출되는 아미노산의 종류는 큰 차이가 없었다.

<표 13> 1~5차 선발 누룩으로 빚은 술의 아미노산 성분

(단위: mg/100ml)

아미노산	1차 내부비전국2	2차 내부비전국1	3차 향온국1	4차 내부비전국2	5차 향온국
P-Ser	8.36	8.21	9.21	9.21	8.84
Asp	5.74	5.14	4.98	5.45	6.61
Thr	1.88	2.15	2.41	1.48	2.23
Ser	2.56	2.66	3.10	3.69	2.64
Glu	1.43	1.59	0.98	1.15	1.06
a-AAA	0.69	0.84	0.54	0.77	0.74
Gly	3.41	3.14	4.12	3.96	3.36
Ala	18.24	17.46	18.69	19.64	18.24
Cit	0.21	0.21	0.24	0.31	0.28
a-ABA	10.35	11.24	13.01	12.45	11.17
Val	5.63	6.34	6.66	6.14	5.41
Met	1.74	1.84	1.84	1.94	1.93
Cysthi	0.24	0.19	0.25	0.23	0.24
Ile	3.36	4.12	4.36	4.06	4.47
Leu	7.84	6.48	7.88	8.81	6.89
Tyr	5.21	5.36	6.14	5.45	5.55
Phe	5.62	6.24	7.48	7.60	5.92
b-Ala	1.39	1.21	1.48	1.53	1.26
b-AiBA	1.21	1.54	1.45	1.24	1.37
g-ABA	12.42	13.59	13.69	12.52	12.53
NH3	1.47	2.02	2.08	1.84	2.21
Hyls	1.56	1.48	1.95	1.83	2.07
Orn	3.12	2.99	3.05	3.06	2.94
Lys	10.48	11.26	13.54	12.14	12.05
His	2.05	3.14	3.03	2.51	2.03
Arg	16.45	16.25	17.86	16.66	17.24
Pro	9.10	10.63	9.54	10.40	9.16

바. 1~5차 선발 누룩으로 빚은 술의 유리당 분석 / A기관

실험 누룩으로 빚은 술에 잔류하는 주요 유리당은 글리세롤, 아라비노스, 프럭토스였다. 특히 글리세롤이나 아라비노스 함량이 높았는데 이 성분은 마실 때 입안의 촉감을 부드럽게 한다.

글루코스는 매우 낮은 수치를 보였으나 프럭토스 함량이 높아 단맛도 매우 높음을 알 수 있다. 발효 시 효모는 단당류인 글루코스와 프럭토스를 거의 동시에 이용하는데 이 실험에서 글루코스는 이용되나 프럭토스는 잔류량이 많은 것이 특이하였다. 이는 향후 더 깊은 연구를 통하여 그 메커니즘이 구명될 필요가 있다.

내부비전국과 향온국을 비교했을 때, 특이한 점은 아라비노스 함량에서 내부비전국이 향온국보다 높은 특징을 보여, 두 누룩 간에 효소의 종류나 그 효소의 역가가 다르다는 것을 알 수 있다.

<표 14> 1~5차 선발 누룩으로 빚은 술의 유리당 성분

(단위: mg/ml)

유리당	1차 내부비전국2	2차 내부비전국1	3차 향온국1	4차 내부비전국2	5차 향온국
글리세린	4.687	4.669	7.456	4.998	6.248
리보스	0.154	0.142	0.151	0.129	0.114
자일로스	0.072	0.064	0.182	0.177	0.083
아라비노스	15.611	19.546	10.122	12.846	12.352
프럭토스	12.440	13.204	13.220	10.052	10.224
글루코스	0.995	1.874	0.889	1.119	1.253
수크로스	0.611	0.773	0.684	0.399	0.428
말토오스	0.489	0.565	0.352	0.226	0.421
이소말토스	0.196	0.419	0.441	0.188	0.197

사. 1~5차 선발 누룩으로 빚은 술의 유기산 분석 / A기관

선발 누룩으로 빚은 술의 주요 유기산은 젖산과 초산이었다. 젖산은 젖산균의 번식으로 증가하며 초산은 초산균의 증식으로 급격하게 증가한다. 전체적으로 술에서 초산의 함량이 높게 나온 것은 누룩에서 기인한 것인지 술 빚는 방법에서 기인한 것인지는 분명치 않으나 초산의 함량이 높으면 기호성이 크게 떨어질 수 있으므로 초산의 함량이 높은 것은

바람직하지 않다. 일반적으로 전통 누룩에는 효모뿐만 아니라 초산균도 함유되어 있어 발효 중 초산의 농도가 높아질 수 있지만 밑술 배양이나 발효 중 온도를 높지 않게 유지하면 초산균의 활성을 억제할 수 있다. 주석산과 구연산, 푸마르산은 검출되지 않았다.

<표 15> 1~5차 선발 누룩으로 빚은 술의 유리산 성분

(단위: mg/ml)

유리산	1차 내부비전국2	2차 내부비전국1	3차 향온국1	4차 내부비전국2	5차 향온국
Tartaric acid	ND	ND	ND	ND	ND
Malic acid	0.404	0.827	0.493	0.658	0.669
Lactic acid	3.733	6.035	4.595	5.669	3.559
Acetic acid	3.025	3.546	1.916	2.893	4.120
Citric acid	ND	ND	ND	ND	ND
Succinic acid	0.153	0.107	0.094	0.077	0.352
Fumaric acid	ND	ND	ND	ND	ND

* ND : Non-detected

4. 현장 적용과 기대 효과

본 연구에서 제시하는 누룩 제조 매뉴얼은 도시와 농촌의 가정, 농촌 마을, 전통주 체험장, 소규모 양조장, 2016년부터 허용된 하우스 전통주가들에 매우 유익한 기술이 된다. 어떤 전통주 동호인 인터넷 카페는 회원 수가 2만 명에 달할 정도로 이미 가양주 형태의 전통주는 뿌리내리기 시작하고 있다. 전통 누룩으로 빚은 술을 기존의 입국 술과 구별하여 프리미엄주로 분류하여 판매하는 전문주점이 생기기도 했다. 이러한 추세도 한몫하는지 기존 입국 술을 제조하는 지방 양조장들의 판매량이 줄어들고, 이에 따라 입국 술 양조장들도 하나둘 전통 누룩 술을 제조하려는 움직임을 보이고 있다.

이와 더불어 전통 발효 식초를 제조하는 이에게도 이 매뉴얼은 유용하다. 발효 식초는 술을 원료로 하므로 누룩이 필요하다. 좋은 전통 누룩이 좋은 식초를 만든다는 것은 너무나 당연하다.

이들을 응원하는 것이 이 적정기술 누룩 제조 매뉴얼이다.

이 연구를 시작으로 다양한 전통 누룩의 매뉴얼이 만들어진다면 다양한 전통주가 우리 곁에 있게 되고, 이는 전통주 시장이 살아나는 데 큰 역할을 할 것이다. 전통주 시장이 살아

난다면 우리 농산물의 가공, 소비가 늘어나고 6차 산업화 등으로 농촌 공동체가 되살아날 수 있다.

이 연구의 적용은 간단하다. 자신의 형편에 따라 위에 제시된 제작 매뉴얼을 이용해 발효 실 또는 발효상자를 제작하고, 여기서 제시된 누룩 제조 매뉴얼에 따라 제조하면 된다.

여기에 제시한 최종 선발 누룩이 반드시 최고의 누룩이라고는 할 수 없으나 누룩 제조 시 기초 자료로 활용하는 데는 도움이 되리라 믿는다. 이와 더불어 최종 누룩 술과 함께 1~5차 각 선발 누룩으로 빚은 술에 대한 성분 분석 자료는 다양한 술 빚기를 위한 기초 자료로 활용할 수 있을 것이다. 물론 여기서 실험한 모든 누룩과 그 누룩으로 빚은 술을 다 분석할 수 있었다면 다양한 누룩(술)을 만들 때 더 유효한 기초 비교 자료로 활용할 수 있었을 것이다.

한편, 최종 선발 누룩에 대한 자료는 그대로 따라 하는 것도 좋지만, 매뉴얼에서 제시한 제조 조건을 달리하여(재료 구성, 발효 조건 등) 나름대로 개성이 있는 누룩을 만들 수 있는 준거로 활용해도 좋을 것이다.

이 연구의 목적은 적정기술에 의한 누룩 제조 매뉴얼 작성이다. 연구 결과 적용은 적정 기술이지만 그 결과를 도출하는 연구 과정은 치밀하게 이루어져야 한다. 이 점에서 이 연구는 많은 문제점을 내포하고 있다. 특히 기호도 조사에서 그렇다. 그럼에도 이 연구 방법은 우리 누룩을 연구하는 유효한 방법의 하나라고 본다. 하지만 아직 권위 있는 연구 기관이나 전문가들이 이 방법을 시도하고 있는 것 같지는 않다. 이 연구를 계기로 좀더 세밀한 매뉴얼이 나오고, 나아가 소비자들의 취향에 부응한 다양한 개성 있는 누룩 제조 매뉴얼이 만들어진다면 더 바랄 게 없다. 우리나라에서도 프랑스, 영국, 독일, 일본처럼 권위 있는 전통주 연구가 이루어지기를 소망해 본다.

이 연구가 전통주를 사랑하는 사람들에게 조그마한 도움이라도 된다면 연구자의 큰 기쁨이다. 이 연구에 잘못된 점이 있으면 이는 전적으로 본 연구자의 미흡함 때문이다. 이 보고서를 보고 잘못된 점을 발견하면 본 연구자에게도 알려주어 바로잡을 기회를 주면 고맙겠다.

전통 누룩 술에 대한 본 연구자의 주장

전통주는 다양성과 지역화가 뿌리다

전통문화를 잘 지키는 민족이 잘사는 민족이다. 전통문화는 그 민족의 성쇠와 함께 한다. 전통주 문화는 한 민족이 오랫동안 술을 만들고 또 그 술을 마셔온 생활의 문화일 뿐 아니라 지역 경제를 선순환시켜주는 민족경제의 한 축이기도 하다.

제3세계에서 지역의 선순환 경제를 깨는 세계화는 경제의 해외 종속성을 강화한다. 전통주가 사라지고 소위 세계화의 명목으로 외국의 다국적 기업의 술로 점령된다는 것은 민족문화의 정체성이 사라진다는 측면 이외에 산업으로도 경제의 예측을 뜻한다. 예를 들어 일제 강점기에 전통 가양주의 말살은 독립을 막은 효과적인 문화적 수법이기도 했고, 일제가 원하는 술 체제가 완성된 시점에서는 주세가 국세 중 30%를 차지했을 정도로 민족경제의 큰 수탈 방법이었다.

우리는 조선조 말까지만 해도 수백 종의 훌륭한 술을 빚어왔는데 현재는 그 이름조차 잊어버릴 정도이다. 어쩌다 겨우 눈에 띄는 주류 술 시장은 물론이고 변방으로 밀려난 전통주(이제는 왜곡된!) 시장에서조차 이런 술들은 사라졌다. 선진국치고 자신의 술이 없는 곳은 없다.

전통 누룩 술이 사라진 것을 생산 측면에서 보면 만들 때마다 누룩과 술의 품질이 달라지는 게 큰 원인이었다. 가양주와 달리 상품으로서의 술은 일정한 품질이 요구되는데 술을 만들 때마다 품질이 다르다면 상품성이 떨어지는 것으로 여겼다. 이런 이유로 대중적인 막걸리 시장조차 규모가 확대되는 1960년대 이후에는 일본술의 아류인 입국술로 대체되었다.

그러나 품질이 일정하지 못하다는 약점은 양조 기술의 과학화와 다양한 마케팅 기법으로 극복할 수 있다. 주류시장에서 우리 술이 변방으로 내팽개쳐진 것은 전통 누룩 술의 장점을 살리지 못한 문제의식의 결여나 주체의식을 망각한 기생 자본주의에 의한 처참한 결과일 뿐이다.

전통 누룩은 효모나 곰팡이가 단일균이 아니라 복합균으로 구성되어 있다. 누룩이나 누룩 술을 만들 때마다 품질이 다르다는 것은 수백, 수천 종의 균 중에서 채집된 균의 종류 수

가 그때마다 다르고, 또 같더라도 그 균의 구성비가 서로 다르기 때문이다. 그러나 이러한 약점은 DNA까지 분석해내는 첨단 미생물 연구 성과를 기반으로, 똑같은 누룩이나 술은 만들지 못한다손 치더라도 의미 있는 동일한 경향성의 제품은 만들 수 있다. 브랜딩으로 품질의 단일화를 꾀할 수 있고, 양조장 간의 합종연횡으로 규모화도 할 수 있다. 외국의 경우 같은 브랜드의 와인이나 위스키라도 해마다 품질이 다른데 이것을 이상하게 생각하는 사람은 없고, 또 그런 단일 브랜드 술들이 단일 양조장에서만 생산되는 것은 결코 아니다.

다양한 전통 누룩 술은 개성 있는 고급시장에서는 오히려 강점이다.

다양한 미생물의 세계에서 단일균으로 만드는 술이 최선이라는 것은 오만이다. 양조 선진국에서도 알코올을 잘 만드는 몇 가지 효모 외에 향과 맛을 내서 술 품질을 구별짓게 하는 효모들은 아직 제대로 밝혀진 바 없다. 자연에서 채집되는 전통 누룩 속의 효소나 효모는 성능, 성격이 저마다 다르다. 술빛을 때 각각 동일하게 1n의 역할을 하는 것도 아니다. 단일균으로는 양조에 부적합한 것도 있지만 여럿이 어울려 복합균으로 만들 때는 서로 영향을 주어 각자의 고유한 생성물도 변하고, 전체로는 오히려 조화로운 술을 만들기도 한다. 이 변수는 너무 다양해서 그 메커니즘을 다 밝히지는 못하지만, 이게 바로 전통 누룩 술의 오묘한 장점이다. 수백 주품의 전통주(석탄향, 동정춘, 방문주, 이화주 등)도 따지고 보면 어떤 누룩을 만들어서 어떤 방법으로 술을 빚느냐로 구분되는 것일 뿐이다. 그리고 자연의 술인 전통 누룩 술은 당연히 술빚는 지역에 따라 미생물 분포나 기후 등의 환경이 다르고, 향차 같은 품종의 쌀이라도 지역마다 다를 수밖에 없기에, 전통 누룩 술은 같은 주품이라도 지역마다 서로 다른 술이어야 한다.

지역에서 전통 누룩 술로 1억 매출만 올려도 행복해할 1인 양조장 또는 가족 양조장이 무수히 많다. 소규모 양조장은 고용 창출에서도 유리하다. 이러한 소규모 전통주 양조장을 중심으로 지역의 특성을 살려서 양조기술의 과학화와 다양한 마케팅으로 크고 작은 전통주 양조장이 자리 잡을 때 비로소 우리 술의 식민화가 극복되리라 믿는다. 전통주는 다양성과 지역화가 뿌리다. 지역화 없는 세계화는 식민화될 뿐이다.

[참고문헌]

1. 국세청 국세청기술연구소. 2007. 『주류제조교본』.
2. 농림축산식품부. 2014. 『탁·약주개론』. 진한엠앤비.
3. 박록담. 2006. 『버선발로 디딘 누룩』. 코리아쇼케이스.
4. 방병호·채기수·심상국·윤원호·조갑연·김중배·황종현·이문수·석순자. 2014. 『식품미생물학』. 진로.
5. 배상면. 2002. 『전통주 제조기술(탁주, 약주편)』. 배상면주류연구소.
6. 배상면. 2007. 『조선주조사』. 우곡출판사.
7. 백두현. 2006. 『음식디미방 주해』. 글누림.
8. 유대식. 2015. 『막걸리학』. 월드사이언스.
9. 유대식·유현영. 2011. 『우리 누룩의 전통성과 우수성』. 월드사이언스.
10. 윤진아·강명화·김재한·김제중·박훈·범봉수·신경옥·유창희. 2014. 『식품미생물학 및 실험』. 파워북.
11. 정동효. 2010. 『한국의 전통주』. 유한문화사.
12. 정동효. 2012. 『누룩의 과학』. 유한문화사.