

최 중
연구보고서

습답을 활용한 부들의 재배 및 이용기술 개발

Development of Technology Associated with Culture and
Utilization of Cattail through Ill-drained Paddy Field

연구기관

충남대학교 농업생명과학대학

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “습답을 활용한 부들의 재배 및 이용기술 개발” 과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2007 년 7 월 일

주관연구기관명	충남대학교
총괄연구책임자	구 자 형
세부연구책임자	오 만 진
연 구 원	송 지 원
연 구 원	허 진 아
연 구 원	함 태 환
연 구 원	신 정 은
연 구 원	임 우 열
연 구 원	심 후 성
연 구 원	박 혜 민
연 구 원	윤 철
연 구 원	손 정 매
연 구 원	이 연 경
연 구 원	조 덕 환

요 약 문

I. 제 목

습답을 활용한 부들의 재배 및 이용기술 개발(기능성 식품소재 및 수질정화 식물 활용을 위한 부들의 재배기술 개발)

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목적

우리나라에는 쯔부들(*Typha orientalis* Presl), 애기부들(*Typha angustata* Bory et Chaub.), 큰부들(*Typha latifolia* L.)의 3가지 종이 습지에 자생하는 것으로 알려지고 있다. 큰부들과 쯔부들은 수술과 암술이 붙어 있어 잎의 넓이로 구분하지만 애기부들은 잎이 좁으면서 암술 윗부분과 수술이 4-6cm 정도 분리되어 있는 것이 특징이다. 우리나라의 경우 전국에 걸쳐 가장 흔하게 발견되는 것은 애기부들이고 다음으로 쯔부들이며 큰부들의 분포는 매우 드물다.

포황이라 불리는 부들의 화분은 한약 재료로 많이 사용되며 식용가치도 매우 높다. 어린 싹이나 줄기, 뿌리 등도 식용으로 이용이 시도되고 있다. 수로에서는 물의 흐름을 막아 잡초로서 취급되기도 하지만 최근에는 습지에서 오염물질의 정화에 큰 역할을 하는 것은 물론 생태 조정재료로 그 이용 가치가 점점 확대되어 가고 있다. 부들은 지상부 및 근경의 발달이 왕성하여 많은 양의 biomass를 생산하기 때문에 미래의 bio-energy 작물로 주목을 받고 있다. 그러나 필요한 장소에 부들을 식재하고자 할 때는 식물체를 구하기 어려운 실정이며 국내에서는 아직 재배하여 번식되는 경우도 드물다. 그 이유는 종자번식에 대한 체계가 정립되어 있지 않기 때문이다. 부들을 환경정화식물로 이용하고 나아가서 습답의 활용을 위하여 식용 또는 자원식물로 재배 생산하는 것은 매우 의미 있는 시도라 할 수 있다. 따라서 본 연구는 아래와 같은 목표로 실행되었다.

가. 기능성 식품 이용을 위한 부들의 대량생산 기술 개발

- 1) 대량생산을 위한 번식 및 재배기술
- 2) 식품이용 부위의 양산 품질향상
- 3) 부들의 농가보급 및 재배방법 지침작성

- 4) 습지이식 부들 및 인공습지의 수질정화 효과
- 5) 절화재료의 생산 및 생산된 식물체의 이용확대

나. 부위에 따른 부들의 식용방안 및 가공기술 개발

- 1) 종류 간 부위별 식품가치 평가
- 2) 식물체 부위별 특성에 따른 식품개발
- 3) 식용 부위별 가공 및 상품화

2. 연구의 필요성

본 연구는 주로 수질정화를 위한 생태조경재료로 이용하려는 부들에 관한 기존의 연구와는 달리 새로운 기능성 식품소재 및 절화 재료로 동시에 활용하고자 하는 시도임을 명기한다.

가. 우리나라에 자생하는 야생의 부들을 농사를 지을 수 없어 방치되고 있는 유휴습답을 이용하여 수질정화는 물론 농가의 소득원 작물로써 꽃가루와 줄기를 식용으로 이용할 뿐만 아니라 절화(꽃꽂이)재료로 이용하고자 하는 기술개발에 목적이 있다.

나. 부들은 주로 습지에 자라는 다년생 식물로 우리나라에는 세 종류가 자생하고 있는 것으로 밝혀지고 있는데 애기부들, 줌부들, 큰부들 등이다. 조사결과 우리나라에서는 애기부들이 가장 많이 분포되어 있는 것으로 파악되었다.

다. 습지에 자생하는 자원식물로써 식용 및 특용작물로 재배화할 가치가 큰 식물이다. Table 1에서 보는 바와 같이 포황이라 불리는 꽃가루는 약리실험에서 여러 가지 기능성 성분을 가지고 있으며, 부들의 순 역시 기능성 식품재료로써 이용가치가 크다. (조선약용식물지). 잎달임 약은 당뇨에도 좋은 것으로 알려져 있다.

Table 1. Nutritive value of cattail plants.

Parts	Pollen (dry wt/ea)	Stem (fresh wt/ea)	Root (fresh wt/ea)	Leaf (fresh wt/ea)
Yield (wild)	0.7-1.5 g	12-25 g	230-260 g	220-250 g
Constituent	Sugar(17.8%) Fat(12.8%) Fravoloid Betacytosterol	Ascolbic-acid Alkaloid	Starch(25%) Sugar(6-8%)	Ascolbic-acid
Efficacy	이뇨, 지혈, 통경, 염증	오장의 병, 구취, 눈귀밝음, 불로	식품재료	당뇨, 지혈, 방부, 상처

라. 부들은 습지의 슈퍼마켓으로 불릴 정도로 식용할 수 있는 부분이 많은 식물이다. 뿌리에 전분의 함량이 많아 가루로 만들어 빵의 재료로 이용하고 어린 싹은 샐러드 또는 피클로 사용할 수 있다. 소련에서는 부들을 Cossack's asparagus로 부르는데 미성숙한 줄기의 백색부분은 오이와 비슷한 향을 가지고 있어 샐러드용으로 아주 좋은 식품이 된다. 또한 꽃가루가 날리기 전 어린 시기에 암술과 수술부위를 끓는 물에 삶아 식용할 수 있다.

마. 구미에서는 정제된 부들의 꽃가루 즉 포황이 100g당 40달러 이상을 호가하고 있는데 부들의 꽃가루 채취는 아주 손쉬운 작업이다. 부들의 수술대는 애기부들의 경우 30cm에 달하여 우리나라에 자생하는 식물 중 꽃가루가 개체당 가장 많이 채취되는 식물이다. 지난 여름 야생에서 채취된 애기부들의 경우 수술 1개당 정제된 꽃가루를 0.7-1.5g 정도 생산할 수 있었다. 특히 부들은 수술대만 채취하고 암술 부분은 어느 정도 성장한 다음 냉장 저장하거나 실온에 두어도 완숙 전에 채취된 것은 전혀 습털이 날리지 않기 때문에 꽃가루 재료로 유용하게 사용할 수 있다.

바. 농가의 인구감소로 기계화가 어려운 산간의 습답이 많이 방치되어 있으나 한편으로 산간지방의 습지는 오염되지 않아 청정 농작물을 생산하기에 좋은 장소다. 따라서 본 연구팀은 이들 유흥지를 이용하여 소득원을 높일 수 있는 방안으로 부들을 재배화 하여 식품 소재로 개발하고자 한다. 아울러 농업행위에 의해 오염된 수질을 개선할 수 있는 식물로 이용하는 동시에 그 장소에서 생산된 식물체는 절화재료, 연료 및 펄프재료 또는 공예품 재료로 사용할 수 있는 연구를 병행하고자 한다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 연구개발의 목표와 내용

가. 기능성 식품 이용을 위한 부들의 대량생산 기술 개발

1) 대량생산을 위한 번식 및 재배기술

- 부들 종자의 채취, 발아촉진 및 파종방안, 이식할 수 있는 묘의 생산기술 확보
- 이식시기를 파종 후 생육기간을 기준, 또는 잎의 출현수로 결정
- 적정 재식거리의 결정
- 부들 종류별 채취시기별 수량비교
- 재배상에 나타나는 문제점의 파악 및 해결방안을 재배의 기초자료로 축적

2) 식품이용 부위의 양산 품질향상

- 시비량을 결정, 이용 부위별 적정 생산시기 구명
- 단위 면적당 부위별 생산량 및 상품성등을 비교
- 무비구를 책정하여 완전 자연식품의 생산가능성 추구
- 추대 개체와 미추대 개체간의 식용부위별 수량비교

3) 부들의 농가보급 및 재배방법 지침작성

- 벼 재배와 경제성을 비교평가
- 재배방법 즉 차광 재배 등을 통하여 부위별 식품재료 특성의 변화검토
- 유통기간 확대를 위한 생산기간의 연장방안 검토
- 종자 및 종묘의 농가보급

4) 습지이식 부들 및 인공습지의 수질정화 효과

- 생태조경 재료로 운반 및 이식에 적합한 묘의 제품화를 구명
- 습지식재 부들의 수질정화 효과측정
- 부들의 중금속 및 무기성분 흡수량을 분석하여 정화능 검정

5) 절화재료의 생산 및 생산된 식물체의 이용확대

- 암술대의 종류별 채취시기에 따른 꽃꽂이 이용가치를 검토
- 재료의 품질향상을 위해 적정 크기의 소재로 개발
- 암술대의 저온저장 및 건조를 통하여 연중 상품화 검토
- 가축의 사료 이용검토
- 연료 및 펄프재료 또는 공예품 재료사용 검토

나. 부위에 따른 부들의 식용방안 및 가공기술 개발

1) 종류간 부위별 식품가치 평가

- 종류간 부위별 식품가치를 위한 기호도 조사
- 상품성의 차이를 외관, 맛, 향기 등의 조사를 통해 구명
- 채취시기에 따른 식품특성을 비교검토
- 생식용 및 가공용으로 구분하여 개발
- 유통기간의 확보를 위해 냉장 및 냉동보관 방안 구명

2) 식물체 부위별 특성에 따른 식품개발

- 샐러드용으로 적합한 줄기의 백색부분을 생식용으로 식품화
- 암술대 및 수술대를 식품으로 이용하기 위한 조리방법 구명
- 종류에 따른 꽃가루의 채취방안 및 식품적 이용방안 검토
- 뿌리를 채취하여 가공하고 이의 식품이용 가치검토

3) 식용 부위별 가공 및 상품화

- 줄기의 연한 백색부분을 샐러드용 또는 김치재료로 상품화
- 가루화한 뿌리 가공식품의 개발 및 상품화
- 화분 및 화분을 이용한 가공식품의 개발 및 상품화

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

가. 쭈부들

우리나라 전역에 드물게 분포하는 종류로 줄기와 Rhizome의 생산량은 애기부들에 비해 많았으나 잎은 좁고 키가 작으나 부드러우며 사료적 기호성은 적었다. 꽃대의 크기 및 땅속줄기의 직경은 굵기가 가장 작아 salad를 이용한 식용적 이용가치는 작은 것으로 보였다. 특히 이삭의 크기가 세 종류 중 가장 작았으며 야외에서 채취된 개체당 생산량 비교에서도 애기부들의 1/4~1/5밖에 미치지 않아 꽃가루의 생산에서도 불리하였다. Biomass를 연료로 이용할 경우의 이용 효율은 애기부들과 큰부들에 비해 높았다. 따라서 경제작물로서의 재배적 이용가치는 애기부들 및 큰 부들에 비해 낮으나 biomass를 연료 및 기타의 가공품으로 이용할 수 있을 것으로 판단되었다.

나. 애기부들

우리나라에 가장 많이 자생하는 종류로 재배시험에서는 쯔부들 및 큰부들에 비해 biomass의 생산량은 작은 것으로 나타났다. 잎은 쯔부들이나 큰부들에 비해 두껍고 억센 재질감을 보이며 사료의 이용도 적합하지 않아 공예품의 이용 또는 펄프의 재료로 사용하는 것이 바람직할 것으로 보였다. 그러나 어린시기의 꽃대의 salad 이용 부위는 야외에서 6월 초순에 개체당 길이 15~30cm(15~30g)까지의 식용가용부위를 채취할 수 있었다. 꽃가루 역시 정제된 것을 개체당 0.7~1.5g정도까지 채취할 수 있었다. 실험재배에서 정식 2년째에는 평방미터당 60개정도가 꽃대를 형성하는 것을 관찰할 수 있었다. salad의 맛은 약한 오이냄새 비슷한 향을 갖고 담백한 특징이 있었다. 암술의 꽃꽂이 이용은 타 종류에 비해 애기부들의 모양이 가장 좋았으며 채취시기에 따라 다양한 크기의 재료를 얻을 수 있었다. 또한 야외에서는 8월 초순 이전에 채취할 경우에는 실내에 오래 방치하여도 솜털이 붙어있는 씨앗이 비산하지 않고 다음해에도 그 모양을 유지하였다. 그러나 꽃가루 수확을 위하여 수술을 채취한 경우에는 수정이 균일하게 일어나지 못하여 암술대의 표면이 딱 고르지 못한 양상을 보였다. Rhizome의 이용가치는 큰부들과 비슷하였다.

다. 큰부들

우리나라에서는 자생지를 발견하지 못했으나 쯔부들 및 애기부들에 비해 biomass의 생산량이 많았다. 잎은 세 종류 중 가장 넓고 길었으며 애기부들에 비해 부드러운 특징을 갖고 있었다. 파종 당년에 화아분화되어 개화하는 개체도 있었으며 애기부들이나 쯔부들에 비해 salad이용 부위가 가장 많이 수확되었고 향이 짙은 특성을 보였다. 꽃대의 모양은 쯔부들과 비슷하게 수술과 암술이 떨어져 있지 않고 밀접해 있는 상태였으며 수술의 길이는 애기부들에 비해 아주 짧았으나 직경이 커 꽃가루의 양이 애기부들과 비슷하고 채취하기도 쉬웠다. 지하경의 굵기는 직경 16-19mm 에 달하고 생산량도 가장 많은 것으로 나타나 사료 및 식용으로 이용할 수 있는 가능성이 큰 것을 관찰할 수 있었다. 또한 큰부들은 다른 종류에 비해 포장재배 상태에서 11월 중순경까지 푸르름을 유지하고 있어 수질정화 식물로 이용할 수 있는 가능성이 다른 부들에 비해 더 큰 것으로 나타났다.

1) 부들종자는 20℃에 비해 25℃와 30℃에서 더 좋은 발아율을 보였고, 그리고 약광보다 강광하에서 좋은 발아율을 보였다. NaOCl용액(4% available chlorine)처리는 낮은 온도 및 약광에서의 발아를 크게 촉진시켰다. 쯔부들 종자에 비해 애기부들종자가 낮은 온도 및 약광에서의 발아율이 더 좋은 것으로 나타났다.

2) 복합비료(N:P:K=11:17:17)를 수도작 기준(26kg/10a)으로 시비하였을 때 시비량이 1.5배까지 생육이 증가하였으나 2배인 경우 오히려 생육이 감소되었다. 재식밀도가 높고 시비량이 많을 경우 오히려 지상부 biomass의 생산량은 감소되는 경향이였다. 그러나 재배연수가 길어질수록 시비량에 의한 차이는 나타나지 않는 것으로 보아 무비재배도 가능할 것으로 보인다.

3) 부들은 이식한 이듬해에 개화를 하였다. 화분의 생산량은 재배초기엔 비료의 시비량이 많을수록 증가되었으나 재식밀도가 높고 시비량이 많은 경우 다소 감소되는 경향을 보였다. 화분생산량 역시 재식연수가 길어질수록 시비량에 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

4) 부들 종류에 따른 생육비교 실험에서는 큰부들의 biomass의 양이 가장 많았고 활발하게 자랐으며, 그 다음에 애기부들, 쯤부들의 순이었다. 쯤부들이 생육이 왜소한 반면에 다른 종류보다는 shoot의 발생수가 상당히 많았다. 지상부의 전체 건물중을 비교했을 때에는 쯤부들이 애기부들보다 높은 것으로 나타났다.

5) 부들의 shoot수는 물 수위가 낮을수록 증가하는 경향이였으며 shoot의 길이는 비슷하였다. 큰부들의 경우 잎수가 16cm의 수위에서 증가되는 경향을 보였다. 지상부 생산량은 쯤부들은 수위에 관계없이 비슷하고 애기부들은 깊을수록 낮아졌으며 큰부들은 수위가 8cm이하의 낮은 곳에서는 감소하였다.

6) 파종 후 생산된 묘의 이식이 기존의 식물체에서 떼어낸 분얼지의 이식에 비해 활착이 좋고 초기 생육이 우수한 것으로 나타났다. 여름에 파종된 부들묘는 윗부분을 어느 정도 제거하여 수분이 마르지 않게 보존할 경우 이듬해 봄에 이식 묘로 사용할 수 있었다.

7) 쯤부들과 애기부들은 9월 20일에 황색으로 변화하기 시작해서 12월에는 전부 황색으로 변해서 고사된 상태를 보였으나 큰부들의 경우 12월 초순까지도 계속 녹색을 유지하여 큰부들의 내한성이 쯤부들, 애기부들보다는 강하였다.

8) 수술의 꽃가루 채취시기는 6월에서 7월 사이였고, 쯤부들은 11일, 애기부들은 15일, 큰부들은 29일로 큰부들에서 가장 오랜 기간 꽃가루를 채취할 수 있었다. 단위면적당 화분

생산량은 쭈부들이 $30.71 \sim 53.57 \text{g} \cdot \text{m}^{-2}$, 큰부들이 $34.46 \sim 107.68 \text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ 으로 큰부들이 가장 많았고, 애기부들에서 3년차부터는 단위면적당 생산량이 무시비구에서도 시비구와 비슷하게 수확되는 것을 볼 수 있었고, 한 장소에 지상부만을 제거하여계속적으로 재배될 경우 3년차 화분 생산량보다 4년차에서 더 증가되었다. 화분의 수집은 화분이 비산하기 전 수술 부위만을 채취하여 50°C 이상에서 건조 후에 정선하는 것이 유리하였다.

9) 부들에서 salad의 이용부분은 화아분화가 이루어져 꽃대가 신장한 개체에서 많은 것으로 나타났다. 시비량이 많을수록 이용부위의 길이와 무게가 높아졌다. salad 부위의 생산기간이 7일 정도로 비교적 짧았고, 채취시간 경과시 기부에서부터 경화되어 수량이 감소하므로 5월말에 채취하는 것이 가장 좋았다. 엽초를 제거하지 않고 저장할 경우 4°C 에서 2주간 가능하였고, 5°C 에서 한 달간 저장할 경우 50%정도 이용 가능하였다.

10) 암술대의 이용은 쭈부들이나 애기부들의 경우 8월초까지의 수확에서는 1년 이상 보관되어도 솜털이 분리되는 경우가 없었다. 큰부들의 경우는 암술대의 크기가 너무 커서 관상적 가치가 적어 보였다. 암술대의 수확량은 쭈부들에서 가장 많았다. 저장시 5°C 에서는 잎의 푸르름이 25일 정도 지속되었으나 25°C 의 상온에서는 4-5일 밖에 지속되지 못하였다. 암술대의 경우에서 암술 자체는 1개월이 지나도 별다른 변화를 찾아볼 수 없었으나 꽃대의 색깔이 황화되어 미관이 다소 떨어지는 경향을 보였다. 꽃대의 갈변은 온도가 높아질수록 쉽게 갈변하였고 큰부들에서 갈변이 더 쉽게 일어나는 현상을 보였다. 5°C 의 저장에서 7월말에 채취했을 경우가 8월말에 채취했을 경우보다 암술대의 상태가 좋은 것으로 보아 8월 이후의 늦은 수확은 저장기간을 단축할 것이라 보여진다.

11) 부들 biomass의 펄프이용 가능성은 목재에 비해 수율이 낮은 편이었으나 양질의 펄프로 확인되었고 연소 열량은 볏짚에 비해 다소 높은 것으로 나타났다. 따라서 부들의 재배는 수질정화는 물론 식품재료의 이용, biomass의 활용 등에 많은 이점을 가지고 있어 농가에서 휴경답을 이용한 새로운 소득작물로 재배를 권장할 필요가 있다고 판단된다.

12) 단백질의 함량은 잎과 지하경에 있어서 애기부들이 높았고 지방의 함량은 큰 부들이 높았으며 섬유소의 함량은 줄기와 잎에서 높았고 지하경에서 낮게 나타났다. 유리아미노산의 함량은 부위별로 심한 차이를 나타내었고 뿌리가 가장 높았으며 화분, 잎, 줄기 순이었다. 애기부들의 뿌리에서는 asparagine, cystine, aspartic acid 순이었고 화분에서는 glutamic acid, glutamine의 순이었다,

13) 무기물 함량은 부위별로 매우 달라 쯤부들의 지하경에는 칼륨이 높았고 뿌리는 칼슘의 함량이 더 높았다. 큰부들의 부위별 무기물 함량은 칼륨이 대부분을 차지하였고 칼슘이 상대적으로 적었으며 쯤부들에는 칼륨과 칼슘의 순이었다.

14) 부들 품종에 따른 부위별 중금속의 함량 Cr, Ni은 쯤부들이나 큰부들이 애기부들에 비하여 매우 높았으며 Cd은 다른 중금속에 비하여 매우 낮았으며 쯤부들이 큰부들이나 애기부들에 비하여 매우 높았다.

15) 애기부들 화분의 유리당 함량은 38%로서 감미가 매우 높았고 특히 과당의 함량이 높았다. 부들 화분의 지방산 조성은 linoleic, palmitic, oleic, linolenic acid 순으로서 품종간에 큰 차이는 인정되지 않았으며 docosadienoic, eicosaenoic, eicosadienoic acid는 품종간에 차이가 크게 나타났고 불포화지방산은 67.2-76.0%로서 매우 높았다.

16) 부들화분의 총 유리아미노산 함량은 애기부들이 1,923mg%, 쯤부들이 907mg%, 큰부들이 333mg%로서 품종간에 큰 차이를 나타내었고 유리아미노산의 조성은 모든 품종이 GABA, alanine, glutamic acid, proline의 순이었다. 부들 shoot의 총 유리아미노산은 쯤부들이 277mg%, 애기부들이 121mg%이었으며 면역활성을 높여주고 혈압강하 활성이 높다고 알려진 GABA함량이 50% 이상을 점하고 있어 매우 유용한 기능성 식품 소재로 판단된다.

17) 부들 shoot는 성분, 조직감, 식미 등이 양상추 등과 비슷하여 복합샐러드로 이용하면 좋을 것이다. 부들의 수술이 밖으로 출현하기 직전 채취된 애기부들의 어린 꽃대는 백색으로 부드럽고 담백한 맛을 내는 특징이 있었으며 4℃에서의 저장은 일반의 salad용 반가공 식품에서 나타내는 갈색의 발현이 자른 부분과 상처부분에 나타나는 특징이 있었다.

18) 애기부들 화분의 입도분포는 16.0-23.3 μ m의 것이 60% 이상이였으며 쯤부들은 19.7-23.3 μ m의 것이 가장 많았고 큰부들은 27.6-32.8 μ m의 것이 가장 많았다. 부들화분 중의 flavonoid는 quercetin이 169-186mg%로서 대부분을 차지하였고 rutin이 9.4-14.7mg%이었다.

19) 대두유에 대한 화분 추출물을 첨가하여 60℃에 저장하였을 때 무첨가구의 과산화물가는 2일째부터 변화하기 시작하였으며 화분 추출물 첨가구에서는 4일부터 변화하기 시작하여 10일 경과 후에는 무첨가구 173, 줌부들 139, 큰부들 115, 애기부들 100으로 나타났다.

20) 부들화분의 혈전 용해능은 청국장추출물에 비해 크게 높았다. 증류수로 추출한 것이 유기용매로 추출한 것보다 두드러지게 높게 나타났고 일반적으로 효소가 파괴되지 않는 범위의 45℃에서 추출한 추출물이 활성이 가장 높게 나타났다.

21) 부들 화분을 빵, 다식, 쿠키제조 시에 소재로 이용하였을 때 색도나 관능면에서 매우 우수하였다. 부들 뿌리의 전분 함량은 품종에 따라 차이는 있지만 약 30%로서 그 함량이 적어 전분 제조 소재로 이용하기에는 어려움이 있었으며 전분 입자가 적고 제조 과정 중 착색이 심하여 전분을 제조하는데 문제가 있었으므로 다른 각도에서 이용성을 검토해야할 필요가 있다.

22) 부들화분을 약용주 제조에 첨가하여 발효하였을 때 발효속도는 약간 늦었으나 색도나 혈전 용해능은 우수하여 기능성 약용주로서 가치가 있었다. 화분의 이용성을 높이기 위하여 25℃에서 BK배지에서 발아시켰을 때 호반 외벽이 붕괴되어 이용성이 높아졌으며 나노분쇄에 의하여 화분을 초미세화 함으로써 capsule제품을 만들어 이용하면 혈전 용해능을 갖는 기능성 식품이 될 수 있을 것이다.

2. 연구결과의 활용에 대한 건의

1) 부들은 우리나라에 자생하는 식물로서 수분만 충분하게 공급된다면 초기 생육을 제외한 전기간에 제조작업이 필요 없이 조방적으로 재배할 수 있고 꽃가루의 생산량이 어느 식물 보다 많기 때문에 휴경답을 이용한 농가소득 작물로 개발할 수 있는 홍보 지도가 필요하다

2) 부들은 영년생 작물로서 일단 포장이 조성되면 매년 새로운 shoot가 생성되기 때문에 재배비용이 적게 들고 식물체 각 부위의 식품이용과 기능성 식품으로의 개발 가능성이 크기 때문에 새로운 재배작물로 소개할 필요가 있다.

3) 부들을 이용한 수질정화 효과를 높이기 위해 마을 또는 폐수배출 단위마다 저류지 및 인공습지를 만들어 부들을 식재한 floating mat를 이용한 수질정화 시스템을 개발 권장할

필요가 있다. 이러한 사업은 농수산부가 환경부와 연계하여 추진하면 농업용수의 오염에 대한 위험성을 크게 감소시킬 수 있을 것이다.

4) 부들 biomass의 직접 연료이용, biogas화, 펄프 이용 등에 대한 연구개발을 더 확대시켜 진행함으로써 수생식물의 수질오염에 대한 sink source로의 문제점을 해결할 수 있을 것이다.

5) 부들화분의 발효주는 현전용해증이 상당히 큰 것으로 밝혀졌다. 부들화분을 이용한 약용주의 개발을 통해 부들재배에 의한 농가소득의 증대가 이루어질 수 있도록 지원 바란다.

SUMMARY

Development of Technology Associated with Culture and Utilization of Cattail through Ill-drained Paddy Field

A. *Typha orientalis*

T. orientalis is one of cattail species that is uncommonly distributed in all the area of Korea peninsula. Its stem and production of rhizome are more abundant than *T. angustata*. Its leaves were narrow and small in height but mild, and their value of feed existed but less favorite. The size of flower stalks and the diameter of underground stem which have the smallest thickness among three of them, so it seemed that they were not of edible utility value for salad. Especially, its size of flower spike was the smallest among three kinds of cattails, and the production of pollen based on a male flower spike was attained only one-fifth or one-fifth of *T. angustata* compared with pollen of other cattails in fields. However, the utility efficiency was higher than *T. angustata* and *T. latifolia* when its biomass was used as a fuel. Therefore, it was concluded that cultivation utility value of *T. orientalis* as an economical new crop was lower than other cattails (*T. angustata* and *T. latifolia*). It is able to be adopted as fuels using its biomass and other processed products.

B. *Typha angustata*

T. angustata is one of the popular species growing wild in our country. In cultivation experiments, it was shown that production of biomass was less than *T. orientalis* and *T. latifolia*. Its leaves had thicker and stiffer quality than other two cattails, and even it was not proper to be used as a feed, so it seemed to be desirable that it could be used as materials for craft items or pulps. However, edible parts of young flower stalks with the length of 15~30cm per each shoot for using salads could be collected in the first decade of June. Also, its purified pollen with the weight of 0.7-1.5 g per each male flower spike was able to be gathered. In experiments, it was observed that about 60 flower spikes per a square meter shaped one year after transplanting. The taste of salad picked from shoots was plain with weak smells like a cucumber. Using female flower spikes for flower arrangement, *T. angustata* shows the best shape among the

other cattails and diverse sizes of materials can be acquired in accordance with their picking period. Moreover, they maintained their figures until the next year without scattering seeds attached fluff, if they are picked before the first decade of August. In case of picking male flower spikes for harvesting pollen, however, the surface of female flower spikes was shown to be a sporadic aspect because of irregular pollination. The utility value of rhizome was similar to *T. latifolia*.

C. *Typha latifolia*

The autogenous places of *T. latifolia* is rarely found in our country but as a result of cultivation for 3 years, its production of biomass was more abundant than other kinds of cattails (*T.orientalis* and *T. latifolia*). Leaves of *T. latifolia* were the most longest and broadest among three of them. Even some plants formed flower bud at the current year for seeding and parts for making salad were harvested more than other cattails. Also, its perfume was thick. The shape of flower stalks had a condition that male and female were not separated but close like a *T.orientalis*, and the length of male flower spike was short compared to *T.angustata*. However, its diameter is the largest among the species and amount of pollen was similar to *T.angustata*. As the thickness of rhizome came up to 16–19 mm in diameter and it was revealed that the production of rhizome was the most abundant among the three kinds of cattails, it seemed that there was a large possibility to use *T. latifolia* as feed or edibility. In addition, *T. latifolia* had a possibility to be used as a plant of purifying water pollution, as it maintained green color until the middle of November in the condition of cultivation at fields in comparative with other cattails.

1) Seeds of cattail were shown to be better germination rate at 25°C and 30°C than 20°C and better under higher light intensity. Sodium hypochlorite treatment (4% available chlorine) stimulated germination largely at low temperature and lower light intensity. And also it was revealed that seeds of *T.angustata* showed better germination rate than *T.orientalis* at low temperature and lower light intensity.

2) When composite fertilizer (N:P:K=11:17:17) was applied to the basis of rice field (26kg/10a), the growth was increased until elevating the amount of fertilization 1.5 times but decreased when it was more than twice. Futhermore, when the planting density and amount of fertilization came up to high, productions of biomass above the ground showed a tendency to decrease. However, the older planting year, the

differences in plant growth based on the amount of fertilization was not shown. Therefore it seemed that cultivation without fertilizer could be possible in field.

3) Cattails bloomed next year after it was transplanted. The production of pollen was increased as more amount of fertilization at the beginning of cultivation, but when planting density and fertilization was raised, it showed a tendency to decrease. Also, the older planting year, it was shown that the production of pollen was not influenced by the amount of fertilization.

4) In the growth comparison experiment according to species of cattails, *T. latifolia* had the most amount of biomass and grew most lively, followed by *T. angustata* and *T. orientalis* sequentially. *T. orientalis* grew diminutively, but there were many generations of shoot more than other species. Compared to total dry weight above the ground part, *T. orientalis* was heavier than *T. angustata*.

5) A number of shoots of cattails tended to increase with the lower water level, and the length of shoots was similar to each other. In the case of *T. latifolia*, a number of its leaves showed a tendency to increase at 16cm of water level. The production of shoots was similar regardless of the water level in *T. orientalis*, Otherwise, the production of shoots in *T. angustata* was decreased as the water level was getting lower. Also, it was decreased in the place where the water level was under 8cm in *T. latifolia*.

6) Transplanting of seedling showed better rooting than that of tiller and early growth of seedling was outstanding. If seedlings of cattail were preserved with eliminating some of upper part and keeping moisture, they could be used as new seedlings next spring.

7) *T. orientalis* and *T. angustata* turned into yellow at Sep. 20th, and they showed withering state changing their color into yellow totally in December. On the other hand, maintaining their color to be green continuously until the first decade of December, cold hardiness of *T. latifolia* was stronger than *T. orientalis* and *T. angustata*.

8) The season of collecting pollen from male flower spikes was between June and July, and pollen could be gathered over the longest period of time in *T. latifolia*, as 11 days

for *T.orientalis*, 15 days for *T.angustata*, and 29 days for *T. latifolia* respectively. The production of pollen per the unit area was the most abundant in *T. latifolia*, as 30.71–53.57g/m² for *T.orientalis* and 34.46–107.68g/m². When the plant culture was continued without removal of rhizomes at same place, the production per unit area in *T. angustata* after 3 years was similar to be gathered in fertilized and non-fertilized block. Moreover, The production of pollen after 4 years was more increased than those of 3 years. It was more profitable to collect pollen that we should pick only the part of male flower spikes before scattering and carefully select after drying over 50°C.

9) There was a full of parts for making salad where flower stalks were grown up after formation of flower bud . The more amount of fertilization, the more length and height of edible part of cattails were getting increased. The period of production of edible parts for making salad was 7 days which were comparatively short, and it was the best period to collect them at the end of May because their amount was decreased as they became to harden from the base when the time for collecting passed by. It was able to keep for 2 weeks at 4°C storing them without eliminating sheaths and 50% of them was available to use a food for one month at 5°C.

10) When styles were gathered until the first decade of August, their fluffs didn't be detached from styles though they were stored more than one year. In case of *T. latifolia*, the size of female flower spike was so big that it was not profitable to be used as an ornamental plant materials. In addition, there were much female flower spikes in *T.orientalis*. Leaves had maintained green for about 25 days at 5°C but only 4-5 days at 25°C. There was no specific change in female flower spikes themselves even one month passed by, but there was a tendency to abate its beauty as the color of flower stalks changed brown.. As the temperature rise gradually, flower stalks turned into browning easily and browning was more observed in *T. latifolia*. The case that a female flower spikes were collected in the end of July and stored at 5°C show better condition than when they were collected in the end of August. Therefore, it was expected that late harvest after August could make a period of storage shorten.

11) The availability of pulps using the biomass of cattails less yielded than woods but it was shown that cattails had good quality for pulps and their burning calory was

higher than rice straws. Hence, it was concluded that cattails were necessary to recommend to be cultivated as a new crop using ill-drained paddy field because they had many advantages for cleaning water, using food materials, and applying their biomass as useful things for human life.

12) Contents of protein in leaves and rhizome was the highest in *T. angustata* and *T. latifolia* showed the highest contents of fat. Contents of cellulose were high in the part of leaves and stem but low in rhizomes. Contents of free amino acid were shown to be severe difference by their part and roots had the most amount of free amino acid followed by pollen, leaves, and stem. The most contents of free amino acid in roots were asparagine, followed by cystine, and asparatic acid and by order of glutamic acid and glutamine sequentially in pollen part.

13) Contents of minerals were also very different by their part. Potassium was the most content of minerals in rhizomes of *T. orientalis* and a content of calcium was higher in roots than other parts of cattails. Contents of minerals for parts of *T. latifolia* made up with most of potassium and there was less calcium comparatively.

14) *T. orientalis* and *T. latifolia* had much more Cr and Ni than *T. angustata* in heavy metal contents by species of cattails. Content of Cd was much lower than other heavy metal contents and *T. orientalis* had much Cd than other species.

15) It was observed that the content of free carbohydrate in pollen of *T. orientalis* was 38%, which has high sweetness and especially the fructose content was high. The composition of fatty acid in cattail pollen was linoleic, palmitic, oleic and linolenic acid, respectively, which did not show any differences between all kind of cattails. However, there were severe differences between species in docosadienoic, eicosaenoic and eicosadienoic acid and the content of unsaturated fatty acid was as high as 67.2-76.0%.

16) There was a significant difference between all species of cattails in the total content of free amino acid in pollen, which was 1923mg% (*T. angustata*), 907mg% (*T. orientalis*), and 333mg% (*T. latifolia*) respectively, and the total amino acid in cattail shoots was 277mg% for *T. orientalis* and 121mg% for *T. latifolia*. In addition, it was decided that cattail pollen was very useful to make a functional food as the content of gamma-aminobutyric acid (GABA), which was known to be increasing the activity of

immunity and depression of blood pressure accounted for 50% of total free amino acid.

17) The ingredient, texture and taste of cattail shoot at young stage was so similar to a lettuce that it was expected to use as composite salads. The young flower stalk which was picked from *T. angustata* just before emergence of flower spikes had a characteristic of mild and plain taste. And also when storing cattails at 4°C, browning that was commonly showed in a half-processed food was observed in the part of cut with knife and callus.

18) Most of the pollen in *T. angustata* have size of 16.0-23.3 μ m. The predominant size of pollen of *T. orientalis* was 19.7-23.3 μ m and 27.6-32.8 μ m of *T. latifolia*. Flavonoid of cattail pollen made up the most of quercetin (169-186mg%) and the content of rutin was 9.4-14.7mg%.

19) In the experiment that pollen extract was added to soybean oil and stored at 60°C, the value of peroxides in non-additive block changed from 2 days passed away. In pollen extraction-additive block, it start changing from 4 days passed and its value showed 173 (non-additive), 139 (*T.orientalis*), 115 (*T.latifolia*), and 100 (*T.angustata*).

20) The fibrinolytic activity of cattail pollen was higher when extracted with distilled water than extracted with organic solvent. And the extraction at 45°C where it is generally known to not destroy enzyme showed the highest activation.

21) When using cattail pollen as materials of bread, some kind of pattern pressed candy, and cookies, these products showed excellent color and organic function. The starch content in cattail root showed difference between species but its content was only about 30%, so it is hard to use as a material for manufacturing starch. Moreover, there was some problem to produce starch because starch particles from a root were too small and showed coloring severely during food process. Therefore, It is needed to investigate its utility from another aspect.

22) When cattail pollen was fermented with adding medicinal liquor, fermentation speed was somewhat slow but it was valuable to make medicinal liquor as its fibrinolytic activity was superior. Germinated in BK medium at 25°C to increase the utilization of

cattail pollen, the outer wall of pollen was collapsed and got a increase of utility. Moreover, It was expected to produce functional foods with good fibrinolytic activity if we used them to make capsule products by microminiaturizing pollen using nano-pulverizer.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction of the study subject	24
Section 1. Objective and necessity of the study	24
Section 2. Contents and category of the study	27
Chapter 2. Present state of the study in domestic and overseas	29
Chapter 3. Major research and results obtained	31
I. The cultivation technic and propagation method for mass production of cattails	
Section 1. Materials and methods	31
1. Background of experimental approach	31
2. Plant materials and experimental design	32
Section 2. Results and discussion	37
1. The cultivation technic and propagation method for mass production of cattails	37
2. Processing by plant parts of cattails	102
Section 3. Conclusion	105
II. Utilizing as food and processing by plant parts of cattails	
Section 1. Materials and methods	109
1. Materials	109
2. Methods	109
3. Development of processed product	114
4. Pulverization and testing germination of cattail pollen	117
5. Self-life elongation	117

Section 2. Results and discussion 118

- 1. Food preference and nutritive analysis of cattails 118
- 2. Biological activities of cattail pollen 138
- 3. Development of processed product 145
- 4. Pulverization and germination of cattail pollen 156

Section 3. Conclusion 158

Chapter 4. Achievement of research purpose and its contribution to the related
research field 160

Chapter 5. Application plan of the results 163

Chapter 6. Scientific and technological information obtained from the study
process 165

Chapter 7. References 166

Appendix 170

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요	24
제 1 절. 연구개발의 목적 및 필요성	24
제 2 절. 연구개발 내용 및 범위	27
제 2 장 국내외 기술개발 현황	29
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	31
I. 부들의 대량생산을 위한 번식 및 재배기술	
제 1 절. 재료 및 방법	31
1. 실험적 접근방법	31
2. 공시재료 및 방법	32
제 2 절. 연구결과 및 고찰	37
1. 부들의 대량생산을 위한 번식 및 재배기술	37
2. 부들의 가공기술 개발	102
제 3 절. 결론	105
II. 식물체 부위에 따른 부들의 식품화 및 가공기술 개발	
제 1 절. 재료 및 방법	109
1. 재료	109
2. 실험방법	109
3. 가공이용 제품 개발	114
4. 부들화분의 분쇄 및 발아시험	117
5. 유통기한 확보방안	117
제 2 절. 연구결과 및 고찰	118
1. 부들의 식품적 기호도 및 성분 분석	118
2. 부들 화분(포황)의 생리 활성	138
3. 가공품의 개발	145

4. 부들 화분의 분쇄 및 발아	156
제 3 절. 결론	158
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	160
제 5 장 연구개발결과의 활용계획	163
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	165
제 7 장 참고문헌	166
부 록	170

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목적

우리나라에는 쯤부들(*Typha orientalis* Presl), 애기부들(*Typha angustata* Bory et Chaub.), 큰부들(*Typha latifolia* L.)의 3가지 종이 습지에 자생하는 것으로 알려지고 있다. 큰부들과 쯤부들은 수술과 암술이 붙어 있어 잎의 넓이로 구분하지만 애기부들은 잎이 좁으면서 암술 윗부분과 수술이 4-6cm 정도 분리되어 있는 것이 특징이다. 우리나라의 경우 전국에 걸쳐 가장 흔하게 발견되는 것은 애기부들이고 다음으로 쯤부들이며 큰부들의 분포는 매우 드물다.

포황이라 불리는 부들의 화분은 한약 재료로 많이 사용되며 식용가치도 매우 높다. 어린 싹이나 줄기, 뿌리 등도 식용으로 이용이 시도되고 있다. 수로에서는 물의 흐름을 막아 잡초로서 취급되기도 하지만 최근에는 습지에서 오염물질의 정화에 큰 역할을 하는 것은 물론 생태 조경재료로 그 이용 가치가 점점 확대되어 가고 있다. 부들은 지상부 및 근경의 발달이 왕성하여 많은 양의 biomass를 생산하기 때문에 미래의 bio-energy 작물로 주목을 받고 있다. 그러나 필요한 장소에 부들을 식재하고자 할 때는 식물체를 구하기 어려운 실정이며 국내에서는 아직 재배하여 번식되는 경우도 드물다. 그 이유는 종자번식에 대한 체계가 정립되어 있지 않기 때문이다. 부들을 환경정화식물로 이용하고 나아가서 습담의 활용을 위하여 식용 또는 자원식물로 재배 생산하는 것은 매우 의미 있는 시도라 할 수 있다. 따라서 본 연구는 아래와 같은 목표로 실행되었다.

가. 기능성 식품 이용을 위한 부들의 대량생산 기술 개발

- 1) 대량생산을 위한 번식 및 재배기술
- 2) 식품이용부위의 양산 품질향상
- 3) 부들의 농가보급 및 재배방법 지침작성
- 4) 습지이식 부들 및 인공습지의 수질정화 효과
- 5) 절화재료의 생산 및 생산된 식물체의 이용확대

나. 부위에 따른 부들의 식용방안 및 가공기술 개발

- 1) 종류 간 부위별 식품가치 평가
- 2) 식물체 부위별 특성에 따른 식품개발
- 3) 식용 부위별 가공 및 상품화

2. 연구의 필요성

본 연구는 주로 수질정화를 위한 생태조경재료로 이용하려는 부들에 관한 기존의 연구와는 달리 새로운 기능성 식품소재 및 절화 재료로 동시에 활용하고자 하는 시도임을 명기한다.

가. 우리나라에 자생하는 야생의 부들을 농사를 지을 수 없어 방치되고 있는 유휴습답을 이용하여 수질정화는 물론 농가의 소득원 작물로써 꽃가루와 줄기를 식용으로 이용할 뿐만 아니라 절화(꽃꽂이)재료로 이용하고자 하는 기술개발에 목적이 있다.

나. 부들은 주로 습지에 자라는 다년생 식물로 우리나라에는 세 종류가 자생하고 있는 것으로 밝혀지고 있는데 애기부들, 줌부들, 큰부들 등이다. 조사결과 우리나라에서는 애기부들이 가장 많이 분포되어 있는 것으로 파악되었다.

다. 습지에 자생하는 자원식물로써 식용 및 특용작물로 재배화할 가치가 큰 식물이다. Table 1에서 보는 바와 같이 포황이라 불리는 꽃가루는 약리실험에 여러 가지 기능성 성분을 가지고 있으며, 부들의 순 역시 기능성 식품재료로써 이용가치가 크다(조선약용식물지, 55~56페이지). 잎달임 약은 당뇨에도 좋은 것으로 알려져 있다.

라. 부들은 습지의 슈퍼마켓으로 불릴 정도로 식용할 수 있는 부분이 많은 식물이다. 뿌리에 전분의 함량이 많아 가루로 만들어 빵의 재료로 이용하고 어린 싹은 샐러드 또는 피클로 사용할 수 있다. 소련에서는 부들을 Cossack's asparagus로 부르는데 미성숙한 줄기의 백색부분은 오이와 비슷한 향을 가지고 있어 샐러드용으로 아주 좋은 식품이 된다. 또한 꽃가루가 날리기 전 어린 시기에 암술과 수술부위를 끓는 물에 삶아 식용할 수 있다.

마. 구미에서는 정제된 부들의 꽃가루 즉 포황이 100g당 40달러 이상을 호가하고 있는데 부들의 꽃가루 채취는 아주 손쉬운 작업이다. 부들의 수술대는 애기부들의 경우 30cm에

달하여 우리나라에 자생하는 식물 중 꽃가루가 개체당 가장 많이 채취되는 식물이다. 지난 여름 야생에서 채취된 애기부들의 경우 수술 1개당 정제된 꽃가루를 1.5g 정도 생산할 수 있었다. 특히 부들은 수술대만 채취하고 암술 부분은 어느 정도 성장한 다음 냉장 저장하거나 실온에 두어도 완숙 전에 채취된 것은 종자가 붙어있어 솜털이 날리지 않기 때문에 꽃꽂이 재료로 유용하게 사용할 수 있다.

바. 농가의 인구감소로 기계화가 어려운 산간의 습답이 많이 방치되어 있으나 한편으로 산간지방의 습지는 오염되지 않아 청정 농작물을 생산하기에 좋은 장소다. 따라서 본 연구팀은 이들 유휴지를 이용하여 소득원을 높일 수 있는 방안으로 부들을 재배화 하여 식품 소재로 개발하고자 한다. 아울러 농업행위에 의해 오염된 수질을 개선할 수 있는 식물로 이용하는 동시에 그 장소에서 생산된 식물체는 절화재료, 동물사료 또는 공예품 재료로 사용할 수 있는 연구를 병행하고자 한다.

제 2 절. 연구개발 내용 및 범위

1. 연구개발의 목표와 내용

가. 기능성 식품 이용을 위한 부들의 대량생산 기술 개발

1) 대량생산을 위한 번식 및 재배기술

- 부들 종자의 채취, 발아촉진 및 파종방안, 이식할 수 있는 묘의 생산기술 확보
- 이식시기를 파종 후 생육기간을 기준, 또는 잎의 출현수로 결정
- 적정 재식거리를 결정
- 부들 종류별 채취시기별 수량비교
- 재배상에 나타나는 문제점의 파악 및 해결방안을 재배의 기초자료 축적

2) 식품이용부위의 양산 품질향상

- 시비량을 결정, 이용 부위별 적정 생산시기 구명
- 단위 면적당 부위별 생산량 및 상품성 등을 비교
- 무비구를 책정하여 완전 자연식품의 생산가능성 추구
- 추대 개체와 미 추대 개체간의 식용부위별 수량비교

3) 부들의 농가보급 및 재배방법 지침작성

- 벼 재배와 경제성을 비교평가
- 재배방법 즉 차광 재배 등을 통하여 부위별 식품재료 특성의 변화검토
- 유통기간 확대를 위한 생산기간의 연장방안 검토
- 종자 및 종묘의 농가보급

4) 습지이식 부들 및 인공습지의 수질정화 효과

- 생태조경 재료로 운반 및 이식에 적합한 묘의 제품화를 구명
- 습지식재 부들의 수질정화 효과측정
- 부들의 중금속 및 무기성분 흡수량을 분석하여 정화능 검증

5) 절화재료의 생산 및 생산된 식물체의 이용확대

- 암술대의 종류별 채취시기에 따른 꽃꽂이 이용가치를 검토
- 재료의 품질향상을 위해 적정 크기의 소재로 개발
- 암술대의 저온저장 및 건조를 통하여 연중 상품화 검토
- 가축의 사료 이용검토
- 짚의 토양통기 증진효과 및 공예품 재료사용 검토

나. 부위에 따른 부들의 식용방안 및 가공기술 개발

1) 종류 간 부위별 식품가치 평가

- 종류 간 부위별 식품가치를 기호도 조사
- 상품성의 차이를 외관, 맛, 향기 등의 조사를 통해 구명
- 채취시기에 따른 식품특성을 비교검토
- 생식용 및 가공용으로 구분하여 개발
- 유통기간의 확보를 위해 냉장 및 냉동보관 방안 구명

2) 식물체 부위별 특성에 따른 식품개발

- 샐러드용으로 적합한 줄기의 백색부분을 생식용으로 식품화
- 암술대 및 수술대를 식품으로 이용하기 위한 조리방법 구명
- 종류에 따른 꽃가루의 채취방안 및 식품적 이용방안 검토
- 뿌리를 채취하여 가공하고 이의 식품이용 가치검토

3) 식용 부위별 가공 및 상품화

- 줄기의 연한 백색부분을 샐러드용 또는 김치재료로 상품화
- 가루화한 뿌리 가공식품의 개발 및 상품화
- 화분 및 화분을 이용한 가공식품의 개발 및 상품화

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1과제

부들의 대량생산을 위한 번식 및 재배기술

제 1 절. 국내외 관련기술의 현황과 문제점

1. 부들의 재배화 및 식용에 관한 국내연구는 아주 빈약하다. 현재 가장 많이 이용하는 곳은 화원에서 꽃꽂이용으로 야생의 부들을 채취하여 판매하는 것이다. 포항 역시 중국에서 수입되는 것이 대부분으로 생산량이 알려져 있지 않다.

2. 야생에서는 대개 물이 깊은 습지에 군락으로 자라기 때문에 식물체 및 꽃가루의 채취가 쉽지 않다. 또한 상업적으로 채취할 수 있는 대규모의 자생 군락지는 드물다.

3. 미국에서는 오래 전부터 인디언들에 의해 식용 또는 짚의 이용이 유용한 것으로 알려져 왔으며 최근에 각 식물체 부위 및 꽃가루를 식용으로 이용하려는 시도가 민간의 애호가 차원에서 활발히 진행되고 있다.

4. 외국의 경우 부들을 수질오염을 정화할 수 있는 유용한 식물로 재평가하고 있으며 그 이용을 확대하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 한편으로는 강가에 너무 많이 번식되어 있을 경우에는 물의 흐름을 방해하고 작물을 가해하는 blackbirds의 번식처가 되기 때문에 잡초로서의 부들을 제거하고자 하는 노력 역시 크다고 할 수 있다.

5. 본인 등은 부들의 종자를 NaOCl에 처리하여 25-30℃에서 발아시킨 결과 거의 100%에 달하는 발아율을 얻어 습답에 재배할 수 있는 기초자료를 얻었다. 따라서 이들의 파종 번식, 재배, 수확, 가공이용 등에 실용화를 이루어 농가소득에 기여하고자 한다.

제 2 절. 앞으로의 전망

1. 부들은 지하경에 의한 번식력이 강하여 하나의 종묘에서 2년에 걸쳐 1.0~1.5m²까지 퍼져나가고 꽃은 2년째에 피는 것으로 알려져 있다. 따라서 다년생 식물로 일단 성장하면 계속 근경으로 번식되어 뿌리의 경우 36ton/10a/year을 채취할 수 있고 이를 건조하여 가루로 만들 경우 8ton/10a의 양이 나오는데 이러한 양은 동일 면적의 감자 생산량과 비교하여 10배가 많은 양으로 알려지고 있다.

2. 야생에서도 잘 자라기 때문에 재배에 특별한 문제점이 많지 않을 것으로 예상된다. 습답에 형성된 부들군락의 관찰에서 잡초 및 병의 발생이 크게 문제되지 않는 것을 관찰할 수 있었다. 따라서 재배 및 관리에 노동력이 많이 들지 않고 소규모의 영농으로 소득을 높일 수 있는 작물로 전망된다.

3. 식용에 적합한 부위별 생산방법 및 식용방법에 대한 개발이 재배 및 식품공학적인 면에서 이루어지면 식물체의 각 부위를 다이어트 및 기능성식물의 재료로 폭 넓게 활용할 수 있어 수요창출이 용이할 것으로 예측된다.

4. 최근 부들은 수질정화에 유용한 식물로 부각되고 있다. 인공습지의 수생식물로 이용하기 위한 번식법의 확립은 묘의 상품화에 유리하고 나아가서 꽃꽂이 재료로 상품화가 가능하다.

5. 포항(꽃가루)의 가격조사 결과 국내 600g 단위 판매로 4,500~5,000원으로 표시되어 있으나 정제되지 않은 것이며 인터넷 조사결과 다음의 사이트에서 가격이 제시되고 있다.

\$45.00/100g (<http://www.sinoherbking.com/sk3/47010.htm>)

\$15.30/100g (<http://www.nlherbs.com/LN-Herbs-Index-P.html>)

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절. 재료 및 방법

1. 실험적 접근방법

Table 2는 직경 21cm, 높이 25cm 포트에 1개체씩 정식하여 5개월간 재배한 후 shoot수와 생체중을 측정한 예비실험 결과이다. 부들의 번식력은 아주 강하여 당년에 종자를 받아 시켜 이식했을 경우 지하경에 의해 번식되는 shoot의 수가 시비량에 따라 상당한 차이가 있었다. 대개 2년이 되어야 화아분화 되어 꽃대가 나오는데 꽃대가 생산되는 shoot의 경우에는 salad용으로 식용할 수 있는 부분이 추대되지 않는 개체에 비하여 2배 이상 많은 것으로 파악되었다. 식용부위로 할 수 없는 완전 성숙된 잎은 스펀지와 같이 잎속이 기포로 형성되어 있어 공예용 및 토양통기개선을 위한 재료로도 유용할 것으로 파악된다. 다년생 식물이기 때문에 일단 정식하고 관리하면 계속적으로 자생할 수 있어 재배장소에 따라 청정함이 보장되는 기능성 식품으로 유용할 것으로 파악된다. 우리나라에서 채취한 애기부들의 경우 부드러운 shoot부분의 맛은 담백하고 시원한 맛을 지니고 있으며 여러 가지 가공 식품으로 개발할 수 있을 것으로 보인다.

Table 2. Comparison of shoot number and fresh weight in *T. angustata* as influenced by fertilizer levels.

Fertilizer level (g · m ⁻²)	No. of shoots (ea)	Shoot fresh weight (g)	Root fresh weight (g)
0	3.3	8.2	27.4
13	5.9	64.1	92.6
26	7.7	90.0	111.6
39	8.4	120.9	123.8
52	6.2	100.0	92.3

2. 공시재료 및 방법

가. 부들의 대량생산을 위한 번식 및 재배기술

1) 대량생산을 위한 번식방법 구명

대전근교의 습지에서 야생의 쯔부들(*Typha orientalis*), 애기부들(*Typha angustata*) 이삭을 채취하여 실온에 보관하면서 종자를 채취하였다. 솜털에 부착되어 있는 종자는 충분히 물속에서 침지시킨 다음 강한 힘으로 휘저어 솜털과 종자를 분리시키고 물에 가라앉은 종자만을 채취하였다. 채취한 종자는 음건 후 4℃ 냉장고에 보관하였다. 종자처리는 sodium hypochlorite (NaOCl)용액 (유한락스, 유효염소량 4%)을 2 또는 4시간 처리하고 흐르는 물에 12시간이상 수세하였다. 종피처리된 종자들을 다시 음건하여 4℃ 냉장고에 저장하면서 공시재료로 사용하였다. 직경 9cm의 Petri-dish에 여과지를 깔지 않고 20mL의 증류수를 넣은 후 100립의 종자를 물속에 충분히 잠기도록 과중하여 20, 25, 30℃의 growth chamber (주간/야간=14/10)에서 8일간 발아시키며 조사하였다. 광도조절은 growth chamber내에서 차광막을 사용하여 PAR 79.41, 39.9, 24.50, 11.97, 7.5 $\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ 으로 조절하였다. 종자에서 중경(mesocotyl)이 1.0mm 이상 나오는 종자를 발아된 것으로 계산하였다.

과중 후 복토의 두께에 따른 발아상태를 조사하기 위해 유리온실 내에서 바닥이 막혀 있는 직경 400mL(직경 10cm)의 플라스틱 포트에 수도용 상토(부농)와 모래를 각각 1:1의 비로 혼합한 토양을 채우고 종자 50립씩을 과중한 후 0, 1, 2, 4cm의 깊이로 복토하였다. Shoot가 흙 표면 위로 나와 온전하게 자라는 것을 발아된 것으로 계산하고 1개월 간 측정하였다. 시험구의 배치는 난괴법 3반복으로 하였다.

2) 재배기술

가) 시비량 구명

(1) 복합비료 시비수준이 애기부들의 생육에 미치는 영향

애기부들 종자를 모판에 발아시켜 육묘한 다음 초장 20cm정도로 성장시킨 묘를 유리온실에서 2003년 7월초에 바닥이 막혀 있는 6L(직경 21cm)의 플라스틱 포트에 수도용 상토와 모래를 1:1(v/v)로 혼합 토양을 70%정도 채우고 물을 채운 다음 이식하였다. 비료는 복합비료(N:P:K=11:17:17)를 사용하여 수도작 기준(26Kg/10a)으로 1m² 당 0, 13, 26, 39, 52g의 양을 활착 직후와 생육 중간에 2회 시비하였다. 난괴법 10반복으로 실시하였다. 5개월간 관리 한 후 11월에 중순에 수확하였다. 지상부에서는 번식한 식물체의 shoot, 엽수, 초장, 생체중, 건물중을 조사하였고, 지하부에서는 rhizome의 길이, 직경, 생체중 및 건물중 등을 측정하였다.

(2) 토양재배에서 복합비료 시비수준이 애기부들의 생육에 미치는 영향

Plastic하우스 내에 가로, 세로 1.5×1.5m의 시험구를 만들어 어린 묘를 정식하였다. 2003년 6월 26일에 정식거리가 20, 25, 30cm가 되도록 초장 30cm 크기의 애기부들 묘를 이식하였다. 비료는 수도작 기준으로 1m² 당 0, 13, 26, 39g 으로 2회 시비했다. 경시적으로 식물체의 shoot수, 엽수, 초장, shoot 직경을 조사하였다. 그리고 12월 12일에는 지상부를 수확하여 건물중을 조사 하였다. 그리고 2004년이 되어서는 3월 26일에 비료를 같은 양으로 시비하고 새로 올라오는 shoot의 개수를 조사하였다. 6월 1일부터 6월 22일까지 수술부위만을 채취하여 그 숫자와 크기 및 화분의 생산량을 조사하였다.

(3) 복합비료 시비수준과 수면의 깊이가 부들종의 생육에 미치는 영향

2004년 7월 23일 바닥이 막혀 있는 50L(직경 40cm)크기의 포트에 노지의 토양을 10L 채웠다. 쯔부들, 애기부들, 큰부들(*Typha latifolia*)의 20cm 자란 유묘를 포트에 이식하였다. 부들에 각각 비료를 수도작 기준(26Kg/10a)으로 1m²당 0, 13, 26, 39g으로 2회 이식 후 바로 시비하였고 1개월 후에 추가 시비하였다. 조사항목으로는 식물 개체수와 원 식물체의 엽수, 초장을 10, 40과 70일에 측정 비교하였고, 지상부의 건물중은 11월 28일에 수확하여 70℃에서 건조시킨 후 측정하였다.

수면의 깊이에 따른 실험은 50L 포트에 수도용상토(부농 어린모용, 질소 전량: 1,000~1,600mg · kg⁻¹, 유효인산:150~450mg · kg⁻¹)를 10L 채웠다. 물의 깊이를 8, 16, 24, 32cm로 실시하였고, 비료는 균일하게 1m²당 26g을 1회 시비하였고, 시비에 의한 생육실험과 동일한 방법으로 측정하고, 난괴법 4반복으로 실시하였다.

(4) 복합비료 시비수준이 부들종의 생육에 미치는 영향 및 각 부위별 수량비교

2004년 7월 23일 바닥이 막혀 있는 50L(직경 40cm) 크기의 포트에 노지의 토양을 10L 채웠다. 쯔부들(*Typha orientalis*), 애기부들(*Typha angustata*), 큰부들(*Typha latifolia*)의 20cm 자란 유묘를 포트에 이식하였다. 부들에 각각 비료를 수도작 기준(26Kg/10a)으로 1m²당 0, 13, 26, 39g을 활착 후와 활착 후 1개월 후에 시비하였다. 조사항목으로는 식물 개체수와 원 식물체의 엽수, 초장을 10, 40, 70일에 측정 비교하였고, 지상부와 지하부의 건물중은 11월 28일에 수확하여 70℃에서 건조시킨 후 측정하였다. 부들 종류별 2년차 재배 시험에서는 노지의 논에 가로, 세로 1.5×1.5m의 plot을 만들어 2004년 8월 5일에 한 구역당 6개체와 12개체씩을 3반복으로 쯔부들, 애기부들 그리고, 큰부들을 각각 이식하였다. 비료는 수도작 기준으로 부들에 1m² 당 0, 13, 26, 39g을 8월 13일과 9월 24일에 걸쳐 2회 시비하였다. 2005년에 이듬해에는 3월 28일과 5월 1일에 걸쳐 2회 시비하였다. 각 부위별 수량을 측정하기 위해 꽃대가 출현한 shoot를 채취하여 salad 부위의 수량을 측정하였으며, 매일 또는 수일 간격으로 화분이 비산하기 전에 수술을 채취하여 50℃ 건조 후 정제하여 화분량을 측정하였다. 암술의 채취는 일부를 8월 초순에 채취하여 저장에 이용하였고

biomass의 양은 지상부가 갈변한 후 11월에 채취하여 자연건조 후 무게를 측정하였다.

나) 부들묘 대량생산을 위한 재배방법의 개발

벼 모판(내부 부피 58×28×3.0cm)을 이용하여 1.0cm의 피트모스를 깔고 다음에 1.5cm 정도의 부농상태를 채우고 다시 1.0cm의 피트모스를 채운 다음 저면관수를 실시하여 충분히 물을 포화시키고 그 위에 NaOCl로 중피처리된 종자를 500, 1000, 1,500, 2,000립씩을 파종하였다. 파종한 다음에는 종자가 물에 뜨지 않도록 세사로 가볍게 피복하고 수분이 항상 포화 상태를 유지할 수 있도록 2cm 정도의 깊이의 물속에 묘판을 치상하고 발아시켰으며 모판에서 충분히 키운 후 모판 내에 입모된 개체수를 조사하여 대량생산의 가능성을 조사하였다.

다) 부들의 종류간 내한성 조사

노지의 논에 가로, 세로 1.5×1.5m의 plot을 만들어 2004년 8월 5일에 한 구역당 12개체씩 쯤부들, 애기부들 그리고, 큰부들을 각각 이식하였다. 비료는 수도작 기준으로 이 부들을 1m² 당 0, 13, 26, 39g으로 2회 시비하였다. 12월 초순까지 관리하면서 부들의 엽색 변화를 육안으로 관찰 비교하였다.

3) 부위별 이용방안

가) 꽃가루

2005~2006년에 재식 3, 4년차인 애기부들과 플라스틱 하우스와 논에서 재배한 쯤부들, 애기부들, 큰부들의 수술대를 채취하여 채취시기와 채취량, 정제한 후의 화분생산량을 조사하여 시비량과 재배방식에 따른 차이점을 비교하였다.

나) Salad 이용부위

2004~2006년에 채취시기별 salad 이용부위의 생산량을 조사하였다. 꽃대를 형성하는 salad 부위는 논지에 재배한 경우는 5월 하순에 수확하여 엽초가 모두 제거된 후 채취된다. 저장을 위해서는 엽초를 제거하지 않은 상태에서 플라스틱 백에 밀봉하여 온도별(5, 10, 15, 20, 25℃)로 저장하면서 품질을 측정하였고, 5일 간격으로 salad 이용 부위가 자라는 길이와 품질을 측정하였다.

다) 암술대

2004~2006년에 재식본수와 시비량에 따른 암술대의 생산량을 조사하였고, 2005년 8월 5일경 꽃대를 채취하여 잎이 붙어 있는 상태로 절화하여 온도별로 품질을 비교하고 4℃ 플라스틱 백에 밀봉하여 5개월 저장 후 암술 및 꽃대의 색깔변화를 측정하였다. 2006년엔 암술대를 50cm 길이로 절단한 후 플라스틱 백에 밀봉하여 온도별(5, 10, 15, 20, 25℃)로 저

장하면서 10일 간격으로 암술대와 꽃대를 색도계(Minolta CR-300)로 찍어 품질을 측정하였다. 애기부들을 10일 간격으로 채취하여 온도별(5, 10, 15, 20, 25℃)로 저장하면서 10일 간격으로 암술대와 꽃대를 색도계(Minolta CR-300)로 찍어 품질을 측정하여 비교하여 보았다.

라) Biomass 생산량

2005-2006년에 재식본수와 시비량을 달리하여 재배한 부들의 shoot수와 갈수기에 수확한 후의 건물중을 조사하였고, 2006년에 수확한 부들을 건조하여 잎, 줄기, 암술대로 구분한 후 각각의 연료효율을 측정하여 비교하였다.

4) Bio-filter로서의 중금속 흡수

가) 부들 식물체 부위별 중금속 함량 조사

직경 40cm의 50L 포트에 13L(14.3kg)의 상토(부농:EC=2.0dS/m, pH=4.5~5.5, N=1,000~1,600 mg/kg, P=150~400mg/kg, Be=6, Cd=1.5, Pb=100, Cr=4, Cu=50 이하)를 채운 후 부들을 2005년 6월 3일 종류별로 1개체씩 이식하고 8반복으로 하였다. 지상부가 고사한 뒤 잎, 줄기, 지하경을 채취하여 식물체의 중금속 함량을 조사하고 일반 논재배에서 채취된 식물체의 중금속 함량을 아울러 조사하였다.

나) Bio-filter로서의 수질오염 정화능 측정

직경 20cm의 5.0L 포트에 3.0L의 배지(피트모스:펠라이트=1:1)를 채운 후 부들을 2006년 6월 27일 종류별로 1개체씩 이식하였다. 무처리구, 질소 control구, A, B, C, D 6가지 그룹으로 Table 3과 같이 중금속 함량을 다르게 하여 10일에 한 번 1L씩 총 5회 관수하고, 4반복으로 하였다. 최종 관수 후 10일이 지난 때에 지상부와 지하부를 채취하여 식물체의 중금속 함량을 조사하였다.

Table 3. Concentration of heavy metals in each experimental group's solution and the solution's pH.

Groups	Cr(mg·L ⁻¹)	Cd(mg·L ⁻¹)	Cu(mg·L ⁻¹)	Ni(mg·L ⁻¹)	Pb(mg·L ⁻¹)	Zn(mg·L ⁻¹)	pH
	Cr(NO ₃) ₂	Cd(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	Cu(NO ₃) ₂ ·H ₂ O	Ni(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	Pb(NO ₃) ₂	Zn(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	
M	-	-	-	-	-	-	7.17
Nc	-	-	-	-	-	-	7.49
A	1.0	0.5	10	10	20	40	7.14
B	2.0	1.0	20	20	40	80	6.88
C	4.0	2.0	40	40	80	160	6.40
D	8.0	4.0	80	80	160	320	6.19

* M = blank, Nc group = Nitrogen control

제 2 절. 연구결과 및 고찰

1. 부들의 대량생산을 위한 번식 및 재배기술

가. 대량생산을 위한 번식방법 구명

1) 종자의 채취

부들의 암술에 붙어 있는 종자는 1개체 당 암술의 크기에 따라 다르지만 적어도 수 만 개(3~20만) 이상의 종자가 붙어 있는 것으로 조사되고 있다. 종자의 채취방법은 11월 이후 이삭을 수집한 후 냉장저장하면서 암술대에 솜털과 같이 붙어 있는 종자를 물속에서 강한 힘으로 분리시켜 후 물에 가라앉은 종자만을 채취하여 음건하는 방법이 가장 손쉬웠다. 사방 1mm의 mesh 위에서 손으로 마찰시켜 채취하는 방법은 종자가 손상을 입을 우려가 있고 솜털이 날려 작업에 지장을 초래하여 바람직하지 못하였다.

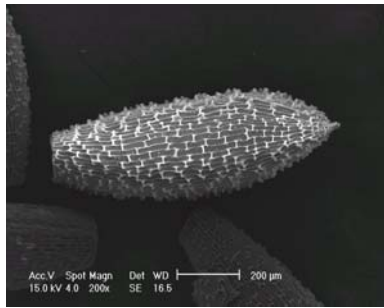
2) Sodium hypochlorite(NaOCl)처리가 발아에 미치는 영향

Table 4는 줌부들과 애기부들 종자의 발아 특성과 발아촉진 방안을 검토한 결과이다. 줌부들 종자의 발아율은 무처리 종자의 경우 20℃의 저온에서는 31.3%정도 발아되었고 25, 30℃에서는 각각 58%, 78%의 발아율을 보였다. NaOCl에 의한 종피처리는 저온에서의 발아율을 크게 높여주고 및 발아시간을 단축시키는 결과를 보였다. NaOCl용액에 4시간 처리된 종자는 20℃의 발아환경에서도 발아시간은 다소 지연되었지만 97%까지 발아되는 결과를 보였다. 발아온도가 다소 높았던 25와 30℃ 경우에도 NaOCl처리는 무처리 종자에 비해 발아율을 증진시키는 물론 발아시간을 단축시키는 결과를 보였다. NaOCl처리의 발아율 증진효과는 애기부들 종자에서도 비슷한 결과를 보여 20℃에서는 34.7%였으나 30℃에서는 88.7%로 온도가 증가됨에 따라 발아율이 100%까지 높게 나타나고, 총 발아의 50%에 달하는 시간도 훨씬 짧아진 것으로 나타났다. 종피처리되지 않은 부들 종자의 적정 발아온도는 30℃이상으로 보이며 NaOCl에 의한 종피처리는 낮은 온도 조건에서의 발아를 촉진시키는 것으로 판단된다. Fig. 1은 NaOCl 종피처리 결과를 보여주는 것으로 종피의 거친 면이 NaOCl에 의해 녹아버린 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 결국 부들종자의 종피의 투수성을 용이하게 하여 발아를 향상시킨 것으로 해석된다. 또한 두 종간의 발아율 비교에서는 각 처리마다 줌부들에 비해 애기부들의 발아율이 높게 나타나고 있는바 이는 애기부들이 줌부들에 비해 저온조건에서 발아가 더 유리함을 보여주는 결과로 해석된다.

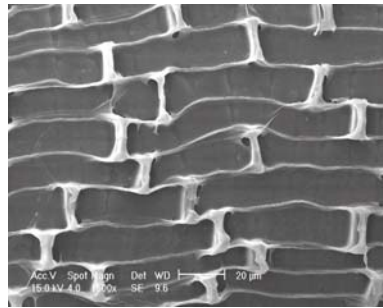
Table 4. Effect of NaOCl(4% available chlorine) pretreatment on seed germination of *T. orientalis* and *T. angustata* at 20, 25, and 30°C.

Temperature (°C)	NaOCl (h)	<i>T. orientalis</i>		<i>T.angustata</i>	
		Germination (%)	T ₅₀ (day)	Germination (%)	T ₅₀ (day)
20	0	31.3	5.3	34.7	5.3
	2	52.7	4.7	90.3	4.7
	4	97.3	4.3	97.3	4.3
25	0	58.3	2.0	77.0	3.3
	2	98.0	3.0	100.0	2.0
	4	97.3	1.7	100.0	2.0
30	0	78.0	2.7	88.7	3.0
	2	97.7	2.0	100.0	2.0
	4	99.0	2.0	100.0	2.0
Significance					
Temperature(A)		**	***	**	**
NaOCl(B)		**	**	**	**
A×B		**	NS	**	NS

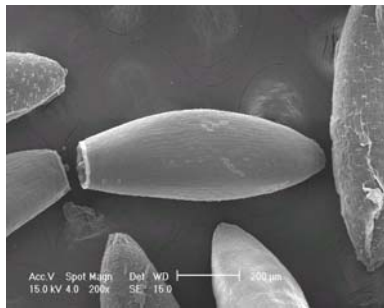
NS, ** Nonsignificance and significance at 1%, respectively.



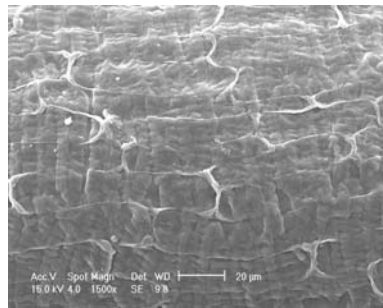
A



B



C



D

Fig. 1. Scanning electron micrographs of *Typha orientalis* seed appearance. A=Untreated seed, B=detailed appearance of untreated seed surface. C=seed treated with NaOCl(4% available chlorine) for 4h, D=detailed appearance of seed surface treated with NaOCl for 4h.

3) 광도차이가 발아에 미치는 영향

Table 5는 20℃의 발아조건에서 광도의 영향을 살펴본 결과이다. 쯔부들에서 종피처리되지 않은 종자는 광도가 낮은 $7.53\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ 에서는 4.3%에 불과하였으나, 광도가 충분한 것으로 생각되는 $79.41\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ 에서는 31.4%의 발아율을 보였다. NaOCl 처리된 종자는 $11.97\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ 의 비교적 낮은 광도에서 제일 높았던 광도와 같은 발아율을 보여 종피처리가 광의 흡수를 더 용이하게 하는 것으로 판단되었다. 쯔부들에 비해 애기부들 종자는 낮은 광도에서 발아율이 다소 높은 것을 나타냈는데 제일 낮은 광도에서 10.7%를 보였고, NaOCl에 4시간 처리된 종자들은 쯔부들의 27%에 비하여 63%의 높은 발아율을 나타냈다. 이러한 결과는 25℃에서도 비슷한 상태를 보였으며 발아온도에 20℃의 경우에 비해 보다 낮은 광도에서 발아율이 높아지는 경향을 보였다(Table 6). 발아적온인 30℃조건에서 쯔부들 종자는 낮은 광도인 $7.53\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ 하에서는 7.3%에 불과한 발아율을 보였으나 NaOCl 처리된 종자는 74.3%까지 발아율이 증진되는 효과를 보였다. 이에 비해 애기부들 종자는 제일 낮은 광도에서 50%이상의 발아율을 나타냈고 NaOCl 처리는 95%이상의 발아율을 보여 온도가 높아질수록 낮은 광도에서의 발아촉진 효과가 큰 것을 알 수 있었다(Table 7).

Table 5. Effect of light intensity and NaOCl(4% available chlorine) pretreatment on seed germination of *T. orientalis* and *T. angustata* at 20°C.

Light intensity ($\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$)	NaOCl (h)	<i>T. orientalis</i>		<i>T.angustata</i>	
		Germination (%)	T ₅₀ (day)	Germination (%)	T ₅₀ (day)
7.53	0	4.3	5.3	10.7	5.0
	2	11.0	5.7	23.0	6.0
	4	27.0	4.7	63.0	4.3
11.97	0	10.3	3.3	18.3	5.3
	2	11.3	5.7	34.0	6.0
	4	34.7	5.7	86.3	5.0
24.50	0	12.3	5.0	26.0	5.0
	2	25.7	5.3	80.0	5.0
	4	63.3	5.3	92.3	3.3
39.95	0	24.0	5.7	29.3	4.3
	2	48.0	5.7	84.0	4.7
	4	68.7	4.3	96.7	3.0
79.41	0	31.3	5.3	34.7	5.3
	2	52.7	4.7	90.3	4.7
	4	97.3	4.3	97.3	4.3
Significance					
Light intensity(A)		**	NS	**	**
NaOCl(B)		**	NS	**	**
A×B		**	*	**	NS

NS, *, ** Nonsignificance, significance at 5% and 1%, respectively.

Table 6. Effect of light intensity and NaOCl(4% available chlorine) pretreatment on seed germination of *T. orientalis* and *T. angustata* at 25°C.

Light intensity ($\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$)	NaOCl (h)	<i>T. orientalis</i>		<i>T.angustata</i>	
		Germination (%)	T ₅₀ (day)	Germination (%)	T ₅₀ (day)
7.53	0	13.0	3.7	22.7	3.7
	2	44.3	4.0	85.3	3.0
	4	84.3	3.3	90.7	2.0
11.97	0	14.7	4.7	51.7	4.7
	2	69.0	3.0	92.3	3.0
	4	88.7	2.3	100.0	2.7
24.50	0	31.7	4.3	62.0	2.7
	2	92.7	3.0	93.7	3.0
	4	98.7	2.0	100.0	2.0
39.95	0	62.0	3.3	66.3	4.3
	2	99.0	3.0	96.0	2.3
	4	96.7	2.0	98.0	2.0
79.41	0	78.0	1.7	77.0	3.3
	2	98.0	3.0	100.0	3.0
	4	97.3	2.7	100.0	2.0
Significance					
Light intensity(A)		**	**	**	**
NaOCl(B)		**	**	**	**
A×B		**	**	**	*

** , * Significance at 5% and 1%, respectively.

Table 7. Effect of light intensity and NaOCl(4% available chlorine) pretreatment on seed germination of *T. orientalis* and *T. angustata* at 30°C.

Light intensity ($\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$)	NaOCl (h)	<i>T. orientalis</i>		<i>T.angustata</i>	
		Germination (%)	T ₅₀ (day)	Germination (%)	T ₅₀ (day)
7.53	0	7.3	2.3	50.7	3.0
	2	74.3	2.7	99.0	2.0
	4	90.7	2.0	95.7	2.0
11.97	0	7.3	3.0	64.7	2.3
	2	89.3	2.0	100	2.0
	4	94.0	2.0	99.7	2.0
24.50	0	58.3	2.3	66.0	3.3
	2	96.7	2.0	100.0	2.0
	4	99.0	2.0	100.0	2.0
39.95	0	62.3	2.7	80.0	2.0
	2	97.7	1.7	100.0	2.0
	4	99.7	2.0	100.0	2.0
79.41	0	58.3	2.0	88.7	3.0
	2	97.7	2.0	100.0	2.0
	4	99.0	2.0	100.0	2.0
Significance Light intensity(A)					
NaOCl(B)		**	NS	**	NS
A×B		**	**	**	**

NS, ** Nonsignificance and significance at 1%, respectively.

4) 복토 깊이의 차이가 발아에 미치는 영향

이 실험은 위 경우와는 다르게 온실에서 종자파종 후 복토의 깊이에 따라 발아율의 차이를 알아보고자 실시하였다. 쯔부들과 애기부들 모두 흙 표면 위에서는 발아가 잘 되었지만 쯔자가 1cm의 깊이만 들어가도 NaOCl 처리시간에 관계없이 1개월간에 걸쳐 발아가 진전되지 않았다(Table 8). 이는 물속에서 1cm의 토양 깊이에 묻혀 있어도 광의 도달이 어려움 나타내는 결과로 해석된다. 이러한 결과는 자연상태에서 부들의 균락이 쉽게 발생하기 어려운 한 측면의 원인으로 예상된다. Fig. 2는 부들의 발아과정을 나타낸 그림으로 처음 중경이 발생하여 어느 정도 자란 후에 그 끝에서 다시 shoot와 뿌리가 발생하는 장면을 나타낸 것이다. 물 속에서는 중경이 발생하고 뿌리가 발생하여 토양에 활착되기까지 물의 유동이 적어야 쉽게 활착할 수 있었고, 관리의 부족으로 어린 식물체가 일단 물에 뜨게 되면 활착이 어려울 뿐만 아니라 어린 유충들의 먹이가 되는 것도 자연 상태에서 번식이 쉽지 않은 또 하나의 원인으로 판단되었다.

Table 8. Effect of soil depth and NaOCl(4% available chlorine) pretreatment on seed germination of *T. orientalis* and *T. angustata* in green house.

Soil depth (cm)	NaOCl (h)	Germination (%)	
		<i>T. orientalis</i>	<i>T.angustata</i>
0	0	40.0	54.0
	2	100	100
	4	100	100
1	0	0.7	0
	2	0	0
	4	0	0.7
2	0	0	0
	2	0	0
	4	0	0
4	0	0	0
	2	0	0
	4	0	0
Significance			
Depth(A)		**	**
NaOCl(B)		**	**
A×B		**	**

** Significance at 1%.

5) 이상적인 파종방법

종자가 너무 미세하여 반드시 육묘 후 이식하는 것이 바람직하였으며 육묘를 위한 파종은 물이 담겨져 있는 묘상에 흙을 채운 후 그 위에 피트모스를 1-2cm의 두께로 덮은 후에 4%의 NaOCl에 2-4시간 처리된 종자를 파종하는 것이 입묘율이 가장 좋은 것으로 나타났다. 피트모스를 사용하지 않고 흙만을 이용한 육묘는 물을 보충할 경우 종자가 물의 움직임에 따라 쉽게 이동되고 때로는 토양에서 이탈하여 물에 뜨는 증상을 보여 육묘에 실패하는 경우가 많았다. 조기 발아를 위해서는 위와 같은 방법으로 파종하는 것이 유리하였으나 실제 재배에서는 피트모스를 사용하지 않고 솜털이 붙어 있는 채로 종자처리 하지

않고 파종하여도 시간은 다소 늦어지지만 육묘가 가능하였다. 파종 후 묘가 20cm 이상으로 충분히 자라 이식할 수 있을 때까지는 3개월 정도의 비교적 많은 시간이 소요되어 초기 육묘에 대한 연구검토가 더 필요하였다. 묘의 이식은 비교적 키가 큰 개체를 이식하는 것이 잡초와의 경합을 이기는데 유리한 것으로 판단되었다.



Fig. 2. Process of seed germination in *T. orientalis*.

A=Seed, B=emergence of mesocotyl, C=emergence of a primary root, D=emergence of lateral roots.

나. 재배기술

1) 시비량에 따른 부들 생육의 차이

가) 토양재배에서 복합비료 시비수준이 애기부들 생육에 미치는 영향

2003년 6월 26일 정식하여 6개월 후 지상부만을 수확하고 이듬해인 2004년 3월 새로 나온 shoot수를 조사한 결과는 Table 9와 같았다. 비료처리가 높을수록 개체수가 많았고 일정면적에 30cm의 간격을 두고 25개체를 이식한 곳보다는 20cm의 간격으로 49개 이식한 것이 더 많은 개체수가 생성되었다. 또한 이듬해 새로 발생하는 shoot의 수 역시 시비수준이 높을수록 많은 것으로 나타났다. 그러나 비료수준이 높고 밀식된 경우는 shoot의 수가 다소 감소되는 경향을 나타냈다.

Table 9. Effect of fertilizer levels and planting densities on shoots number of *T. angustata*.

Fertilizer level (g · m ⁻²)	Planting density (ea/2.25 m ²)	Number of shoots (ea · m ⁻²)			
		Months after planting			planting after 1 year
		1	2	6	
0	25	15.1	31.6	65.8	121.8
	36	17.8	37.3	77.8	125.8
	49	25.3	73.6	73.8	130.7
13	25	21.8	43.6	74.7	113.8
	36	18.7	40.0	76.9	119.6
	49	39.1	60.4	99.1	148.9
26	25	24.4	41.3	72.9	124.9
	36	18.7	35.1	86.7	135.6
	49	32.0	54.7	99.1	173.3
39	25	12.0	26.7	104.4	126.7
	36	18.2	37.3	105.3	152.0
	49	24.9	35.6	94.2	150.7

정식 6개월 후 수확하여 초장과 엽수, shoot의 너비와 건물중을 조사한 결과 시비수준이 높을수록 모든 수치가 높게 나타났으나 처리간 큰 차이는 없었다. 이식 밀도에 따른 개체간의 생육비교는 간격이 넓게 심은 것일수록 초장과 shoot의 폭이 큰 것으로 나타났다.

Biomass의 생산량은 30cm의 간격으로 수도시비 기준량의 1.5배가 유리한 것으로 나타났다 (Table 10). 꽃가루의 생산량은 시비량이 많을수록 수술의 갯수, 수술의 길이와 직경은 물론 생산되는 꽃가루의 양도 많은 것으로 나타났다. 반면에 이식간격의 차이에 따라서는 불규칙적으로 나와 이식간격과 수술의 꽃가루 생산량과는 관계가 없는 것으로 보인다(Table 11). 부들은 정식 1년이 경과되어야 개화하는데 일정면적당 개화되는 개체수는 봄에 발생된 shoot수의 절반에 못 미치는 것으로 나타났다.

Table 10. Effect of fertilizer level and planting densities on shoot growth of *T. angustata*.

Fertilizer level (g · m ⁻²)	Planting density (ea/2.25 m ²)	Shoot height (cm)	No. of leaves per shoot	Shoot width (mm)	Dry weight of shoot (g · m ⁻²)
0	25	143.90	11.88	29.26	396.8
	36	153.25	11.25	26.14	381.1
	49	137.00	9.63	22.36	329.1
13	25	160.50	11.38	25.24	515.2
	36	174.88	12.63	32.90	851.9
	49	163.13	10.88	24.54	779.0
26	25	182.25	14.00	37.17	940.3
	36	170.08	12.75	33.21	1159.6
	49	155.63	12.75	27.64	878.2
39	25	184.13	13.13	33.48	1540.0
	36	164.38	12.75	26.30	1106.0
	49	142.00	10.38	23.31	1295.6
Significance					
Fertilizer level(A)		**	**	**	**
Planting density(B)		**	**	**	**
A×B		**	**	**	**

** Significance at 1%.

Table 11. Effect of fertilizer levels and planting densities on male flower spikes (MFS) and pollen weight of *T. angustata*.

Fertilizer level (g · m ⁻²)	Planting density (ea/2.25 m ²)	No. of MFS (ea/m ²)	Length of MFS (cm)	Diameter of MFS (mm)	Total weight of pollen (g · m ⁻²)
0	25	30.7	21.27	9.12	20.1
	36	19.6	20.10	8.44	10.4
	49	9.3	23.15	9.20	14.4
13	25	49.9	20.65	9.45	38.9
	36	40.9	19.73	8.62	34.7
	49	48.4	20.21	11.01	34.0
26	25	65.8	22.24	10.27	35.8
	36	68.9	23.68	10.38	44.0
	49	53.8	27.02	16.17	46.5
39	25	63.1	27.63	11.19	61.2
	36	56.4	27.25	11.66	52.3
	49	68.9	25.47	9.65	56.7
Significance					
Fertilizer level(A)			**	**	
Planting density(B)			*	NS	
A×B			NS	NS	

NS, * and ** Nonsignificance or significance at 5% and 1%, respectively.

나) 복합비료 시비수준 및 수면의 깊이가 부들생육에 미치는 영향

2004년 7월 23일 정식한 후 활착된 식물체를 8월 2일부터 경시적으로 생육을 조사한 결과 무더운 여름철 기간에는 shoot수가 급격히 증가되면서 시간이 갈수록 계속 증가되었다. 시비하지 않은 경우 쏘부들의 shoot수는 10개였는데 수도시비기준 1.5배인 39g시비에서는 30개에 달하는 개체수를 보였다. 애기부들의 경우도 비료를 시비하지 않은 곳은 5.5개인 반면에 39g을 시비한 곳에는 9.5개의 개체가 있었다. 큰부들도 같은 경향을 보여 무시비구에서는 5.8개의 수치를 보였는데 39g에서는 10개로 늘어났다. 무시비구에 비하여 기준량의 1.5배인 39g을 시비하였을 때에는 모든 부들 중에서 두 배 이상의 차이가 났다. 쏘부들이 애기부들이나 큰부들에 비해 shoot수가 크게 증가되는 것으로 나타났는데, 이는 쏘부들이 다른 부들에 비해 rhizome 번식이 활발하기 때문인 것으로 생각된다(Fig. 3).

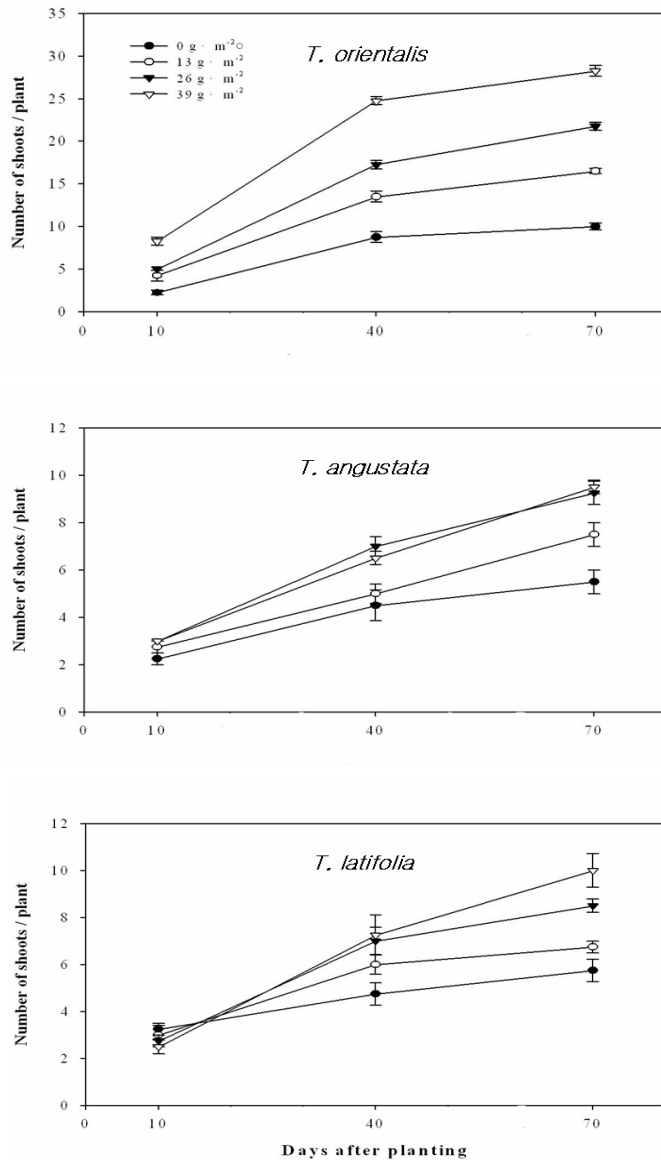


Fig. 3. Changes in number of shoots per plant as influenced by fertilizer levels in three species of cattails.

시비수준의 차이는 초장에서도 많은 차이를 보여 쯔부들의 경우 무시비구 125cm에 비하여 가장 많이 시비한 39g에서는 164cm로 나타났다. 애기부들과 큰부들도 마찬가지로의 경향을 보였다. 종류 간 비교에서는 무시비구의 경우 애기부들 153cm, 쯔부들 125cm, 큰부들 180cm로 초장의 차이도 큰 것으로 나타났다(Fig. 4).

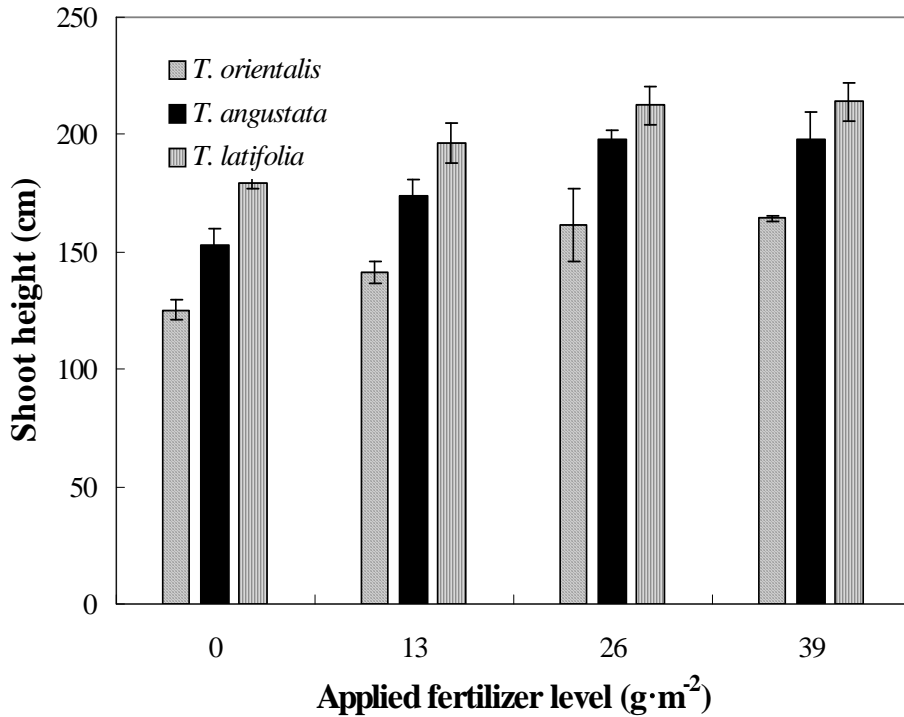


Fig. 4. Comparison of shoot height between three species of cattails as influenced by fertilizer levels.

엽수 또한 비료의 양에 따라 증가되었다. 비료를 시비하지 않은 곳에서는 쯤부들의 엽수가 17개 인데 39g 시비구에서는 22.5개의 엽수가 나타났다. 애기부들과 큰부들 역시 비료를 많이 시비할수록 많은 엽수를 나타내었다(Fig. 5).

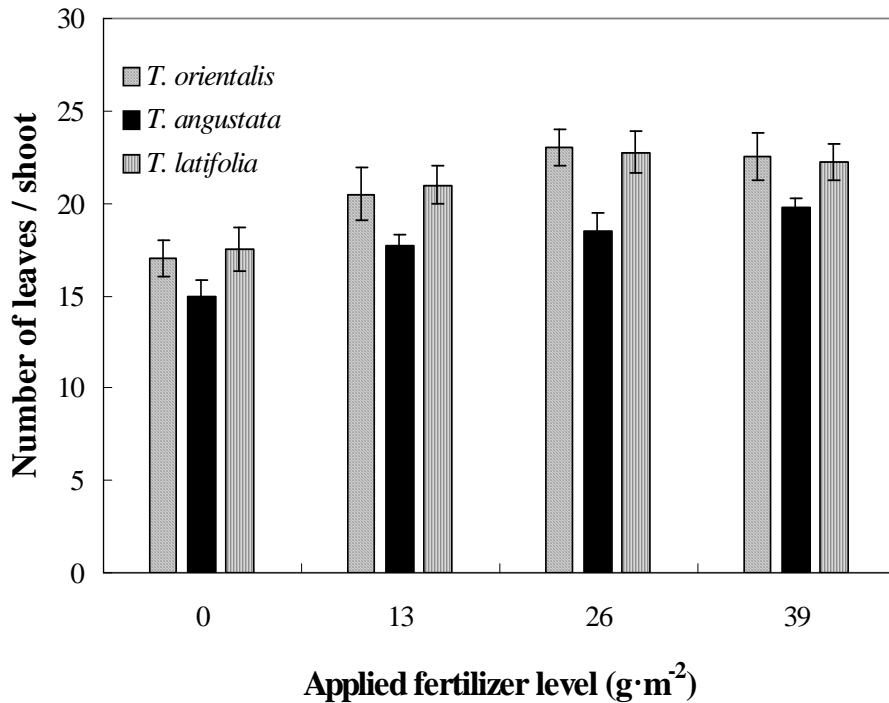


Fig. 5. Comparison of number of leaves per shoot between three species of cattails as influenced by fertilizer levels.

지상부의 건물중은 무처리구와 39g 시비구를 비교해보면 모든 품종에서 거의 3배 정도 건물중이 증가했다. 한 개체에서 번식된 건물중의 총량은 식물체의 크기와는 달리 큰부들 184g, 쯤부들 154g, 그리고 애기부들이 127g의 순으로 높았다. 보다 왜소한 쯤부들이 애기부들보다 건물중의 양이 많이 나오는 이유는 쯤부들의 shoot발생 수가 현저히 많기 때문인 것으로 판단된다(Fig. 6).

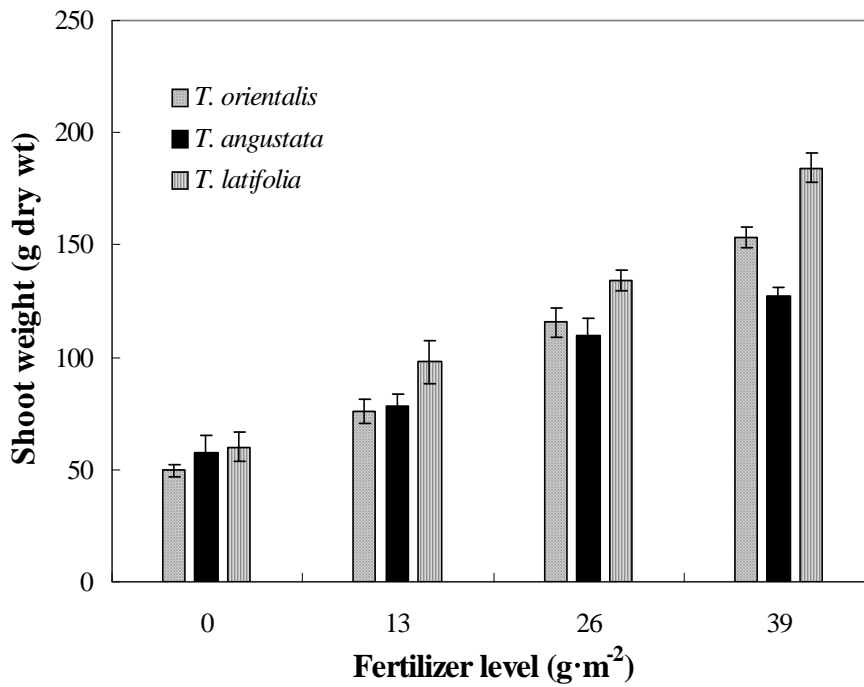


Fig. 6. Comparison of dry weight of total shoots between three species of cattails as influenced by fertilizer levels.

Table 12에서 보는 바와 같이 시비량을 벼에 해당되는 기준량의 1.5배 시비하였을 경우 3종류 모두 지하부의 생산량은 지상부와는 달리 큰부들, 쯤부들, 애기부들의 순으로 생산량이 많았다.

Table 12. Effect of fertilizer level on biomass production of three species of cattails cultivated for 4 months.

Species	Fertilizer level (g/m ²)	Diameter of rhizome (mm)	Dry wt/plant (g)	
			Rhizome	Root
<i>T. orientalis</i>	0	5.8	27.9	9.3
	13	6.3	69.5	30.9
	26	7.0	77.2	22.8
	39	6.8	91.9	27.6
<i>T. angustata</i>	0	13.9	42.3	12.7
	13	12.8	63.1	18.3
	26	12.9	76.9	25.6
	39	14.6	141.6	38.5
<i>T. latifolia</i>	0	11.9	50.0	15.5
	13	13.0	127.0	27.1
	26	16.0	162.7	25.4
	39	18.1	195.9	37.9

* Plants were cultured in plastic pot filled with field soil.

담수 높이에 따른 부들의 생육은 shoot수의 경우 물 수위가 낮을수록 쯤부들과 애기부들에서는 다소 증가되는 것으로 나타났다(Fig. 7). 초장의 경우는 세 종류 모두 물깊이에 따라 별다른 차이를 보이지 않았다(Fig. 8). 엽수(Fig. 9)는 물깊이에 따라 큰 부들에서 차이를 보여 20cm에서 가장 많은 수치를 보였다. 그러나 쯤부들과 애기부들의 경우 수위에 따른 차이는 크게 나타나지 않았다. Shoot의 폭 역시 큰부들에서 차이를 보여 깊은 수위에 비하여 수위가 비교적 낮은 8, 16cm의 깊이에서 증가되었고 다른 종류에서는 별다른 차이를 보이지 않았다. 지상부의 건물중은 쯤부들의 경우는 수위에 따라 비슷하였고, 애기부들

은 수위가 깊을수록 낮은 경향을 보였으며 큰 부들은 8cm이하의 낮은 수위에서는 생산량이 감소하는 것으로 나타났다(Fig. 10). 이러한 결과는 부들이 대개 수심이 깊은 연못에서 주로 군락을 형성하는 것으로 보아 수심이 얇을 경우 재배가 어려운 것으로 예상되었으나 물이 마르지 않을 경우에는 수심의 깊이에 관계없이 생육에 차이가 크지 않음을 시사하며 일반 논에서도 충분히 재배가 가능할 것으로 판단된다.

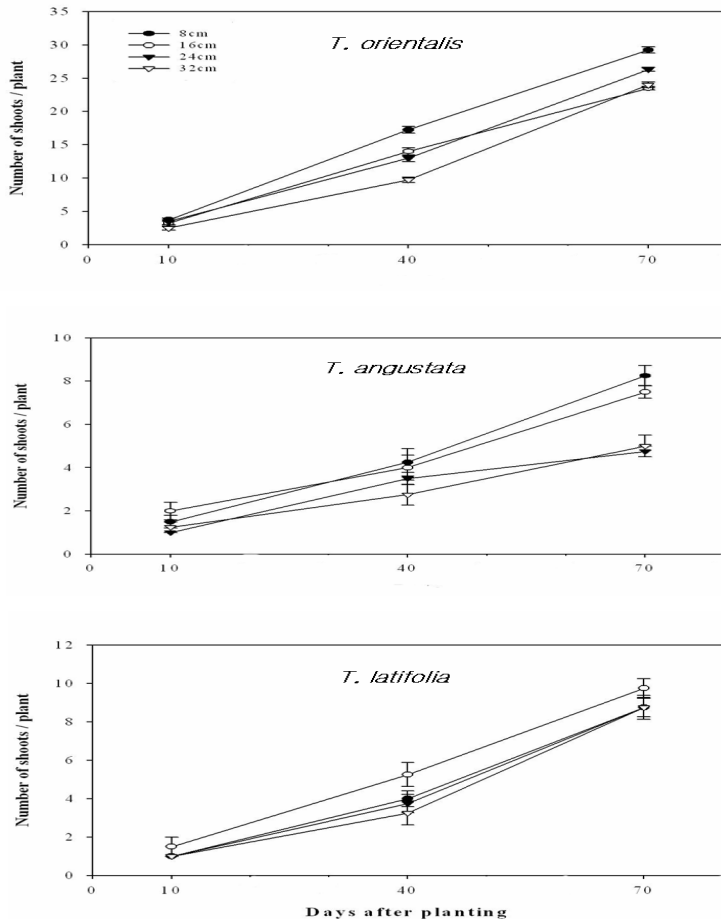


Fig. 7. Change in number of shoots per plant as influenced by water depth in three species of cattails.

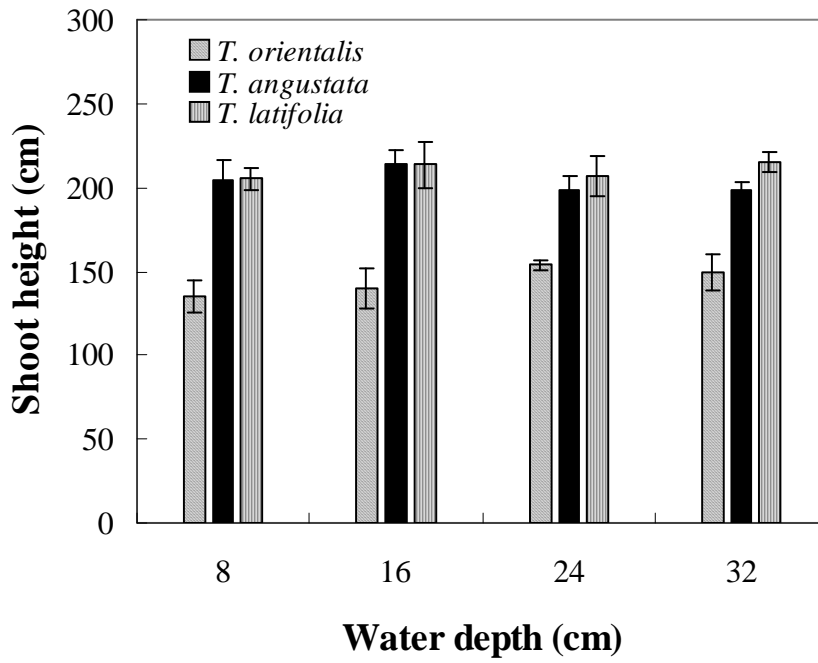


Fig. 8. Comparison of shoot height between three species of cattails as influenced by water depth.

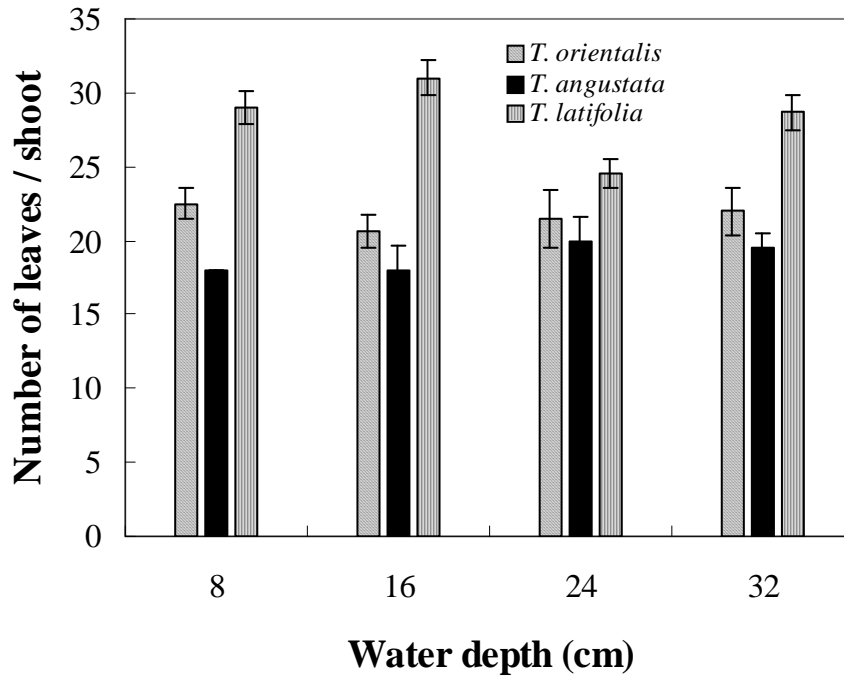


Fig. 9. Comparison of number of leaves per shoot between three species of cattails as influenced by water depth.

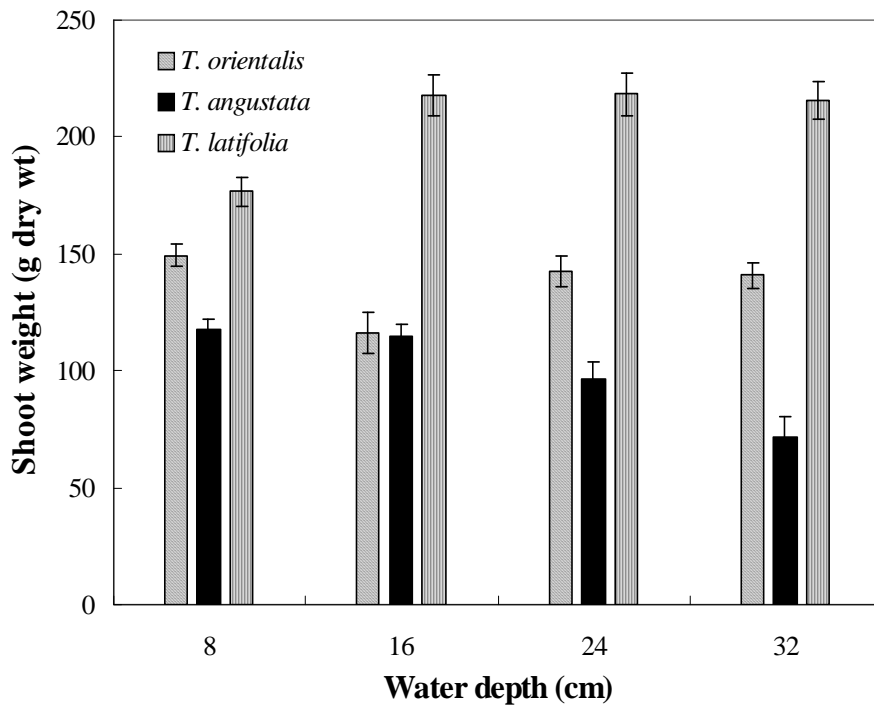


Fig. 10. Comparison of dry weight of total shoots between three species of cattails as influenced by water depth.

다) 복합비료 시비수준이 부들생육에 미치는 영향 및 각 부위별 수량비교

2005년 7월 23일 정식한 후 활착된 식물체를 8월 2일부터 경시적으로 생육 조사한 결과 무더운 여름철 기간에는 shoot수가 급격히 증가되면서 시간이 갈수록 계속 증가되었다. 시비하지 않은 경우 줌부들의 shoot수는 10개였는데 수도시비기준 1.5배인 39g시비에서는 30개에 달하는 개체수를 보였다. 애기부들의 경우도 비료를 시비하지 않은 곳은 5.5개인 반면에 39g을 시비한 곳에는 9.5개의 개체가 있었다. 큰부들도 같은 경향을 보여 무시비구에서는 5.8개의 수치를 보였는데 39g에서는 10개로 늘어났다. 무시비구에 비하여 기준량의 1.5배인 39g을 시비하였을 때에는 모든 부들 중에서 두 배 이상의 차이가 났다. 줌부들이 애기부들이나 큰부들에 비해 shoot수가 크게 증가되는 것으로 나타났는데, 이는 줌부들이 다른 부들에 비해 rhizome 번식이 활발하기 때문인 것으로 생각된다.

시비수준의 차이는 초장에서도 많은 차이를 보여 줌부들의 경우 무시비구에서는 125cm인데 비하여 가장 많이 시비한 39g에서는 164cm로 나타났다. 애기부들과 큰부들도 마찬가지로의 경향을 보였다. 종류간 비교에서는 무시비구의 경우는 애기부들 153cm, 줌부들 125cm, 큰부들 180cm로의 초장의 차이도 큰 것으로 나타났다.

엽수 또한 비료의 양에 따라 증가되었다. 비료를 시비하지 않은 곳에서는 줌부들의 엽수가 17개인데 비해 39g 시비구에서는 22.5개의 엽수가 나타났다. 애기부들과 큰부들도 역시 비료를 많이 시비할수록 많은 엽수를 나타내었다(Fig. 11).

지상부의 건물중은 무시비구와 39g 시비한 것을 비교해보면 모든 품종에서 거의 3배 정도의 건물중이 증가했다. 한 개체에서 번식된 건물중의 총량은 식물체의 크기와는 달리 큰부들 184g, 줌부들 154g, 그리고 애기부들 127g의 순으로 높았다. 보다 왜소한 줌부들이 애기부들보다 건물중의 양이 많이 나오는 이유는 줌부들의 shoot발생수가 현저히 많기 때문인 것으로 생각되었다(Fig. 12).

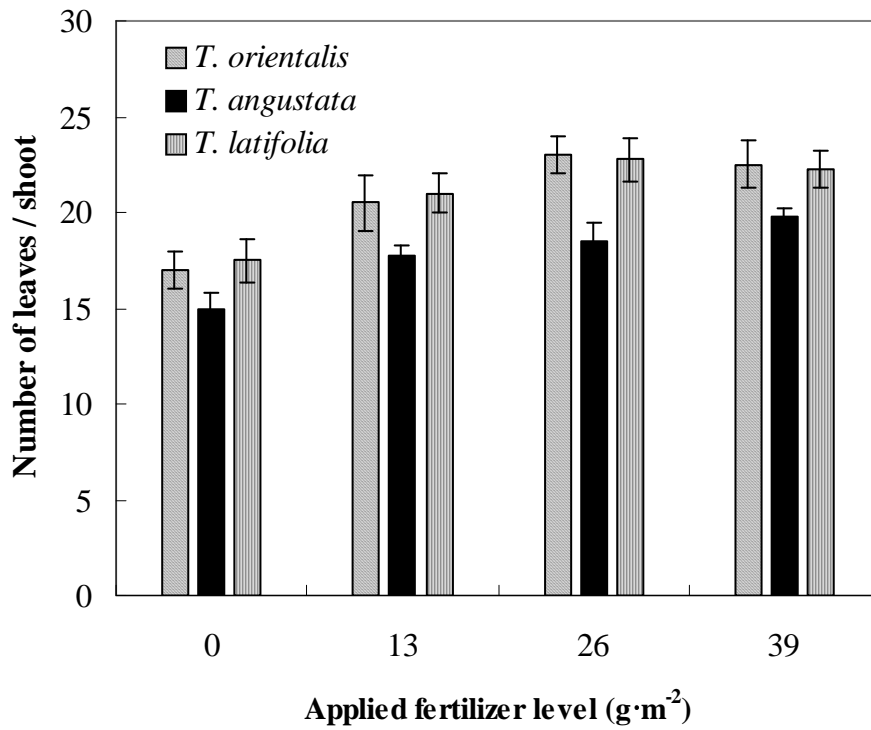


Fig. 11. Comparison of number of leaves per shoot between three species of cattails as influenced by fertilizer levels.

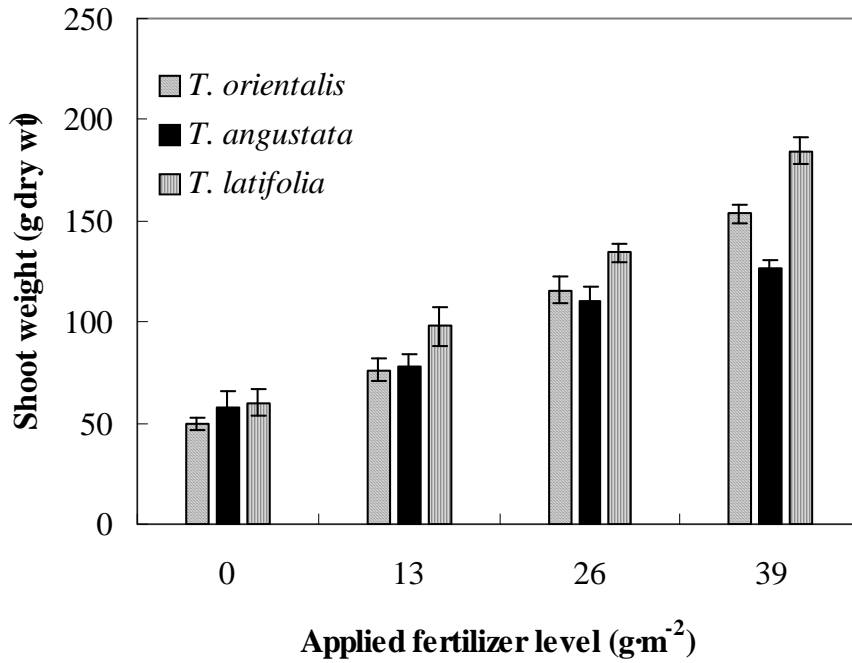


Fig. 12. Comparison of dry weight of total shoots between three species of cattails as influenced by fertilizer levels.

Fig. 13은 화분 채취를 위한 줄부들에서의 수술채취시기와 수량을 나타낸 표이다. 재식 밀도를 6 plant/2.25 m² (A)로 하였을 경우 비료배수가 낮을수록 수술의 수량이 많아짐을 나타내고, 12 plant/2.25 m² (B)에서는 대체적으로 비슷한 수치를 보이고 있다. 재식 밀도가 높을수록 2년차에서는 수술수가 더 많음을 알 수 있다.

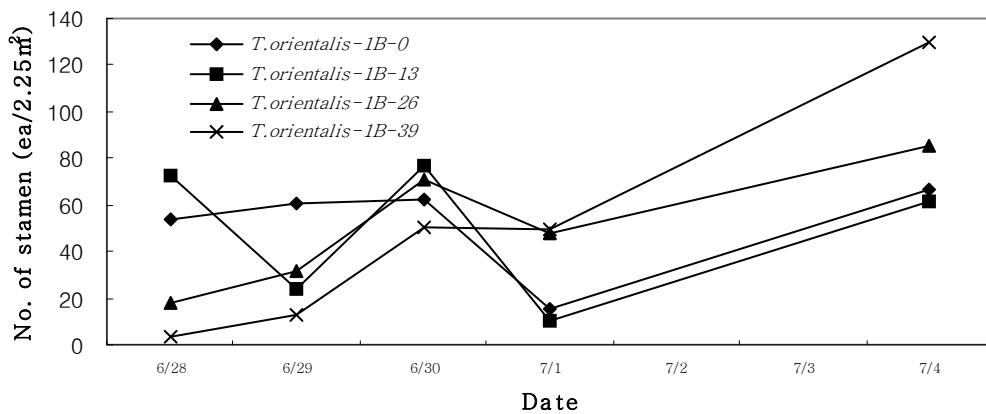
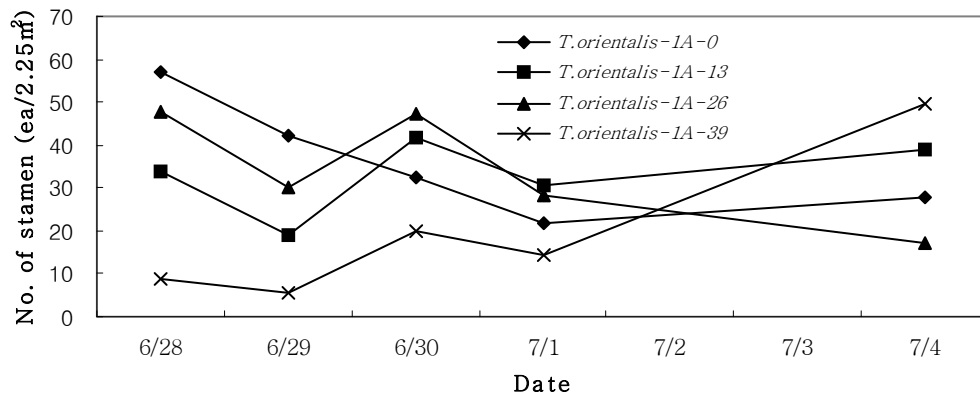


Fig. 13. Harvest time and number of stamens as influenced by planting densities and fertilizer levels in *T. orientalis* at field(A: 6 plant/2.25 m², B: 12 plant/2.25m²). (Fertilizer level: 0, 13, 26 and 39g · m⁻²)

애기부들에서는 재식밀도별로 서로 다른 양상을 보여주고 있다. 재식밀도를 6 plant/2.25 m² (A)로 하였을 경우 비료배수가 0배, 1.5배, 0.5배, 1.0배순으로 수숙수가 높아짐을 나타내는 반면, 재식밀도를 12 plant/2.25 m² (B)로 하였을 경우에는 1.0배, 1.5배, 0.5배, 0배순으로 높아짐을 나타내고 있다. 전체적으로는 재식밀도가 높은 (B)에서 수숙수가 급격히 높아짐을 알 수 있다(Fig. 14).

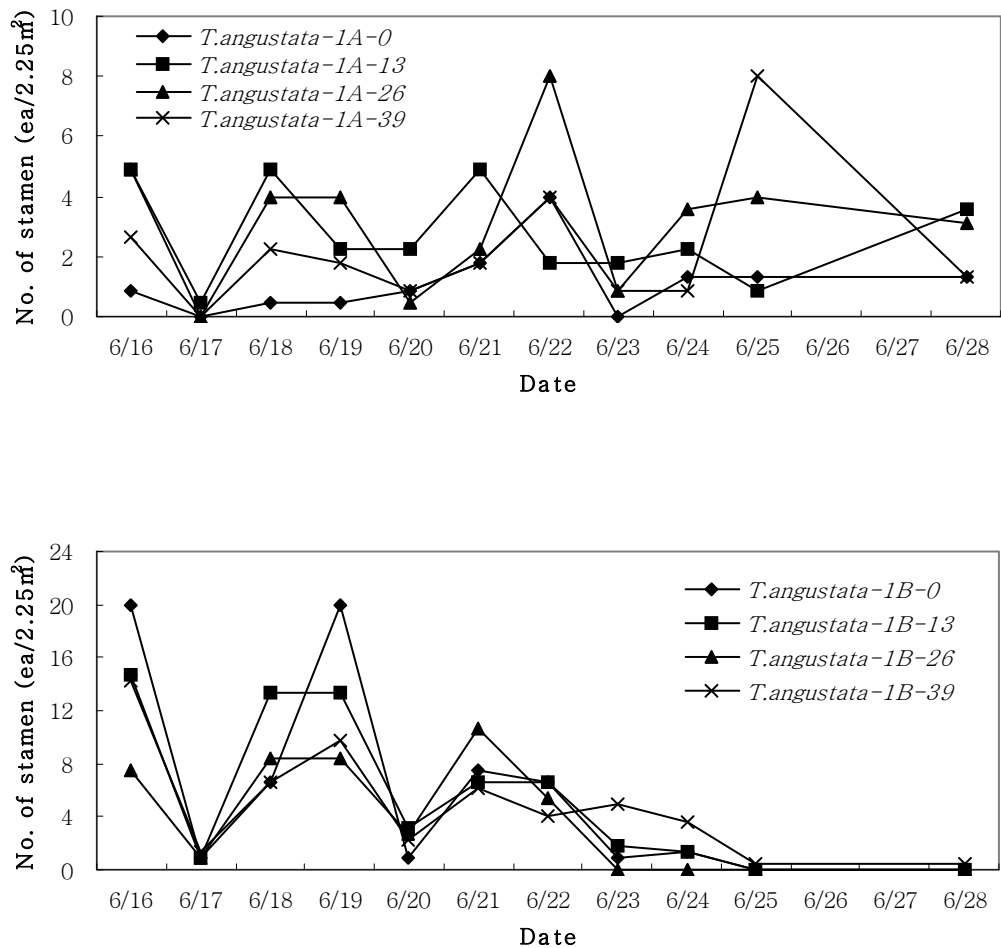


Fig. 14. Harvest time and number of stamens as influenced by planting densities and fertilizer levels in *T. angustata* at field(A: 6 plant/2.25 m², B: 12 plant/2.25 m²). (Fertilizer level: 0, 13, 26 and 39g · m⁻²)

큰부들은 양쪽 모두에서 비료배수가 높을수록 수술수도 많아지는 것을 알 수 있다. 또한 큰부들도 역시 재식밀도가 높은 (B)에서 수량이 더 많음을 알 수 있다(Fig. 15).

전체적으로 볼 때 큰부들은 2005년 6월 4일~6월 30일까지 한 달여에 걸쳐 꾸준히 수술의 수확이 이루어진 것과는 달리 쯤부들은 짧은 기간 동안 다수의 수술을 채취했음을 알 수 있다. 애기부들, 큰부들, 쯤부들 순으로 채취한 수술수가 많았다. 또한 모든 종류에서 재식밀도가 높은 (B)에서 더 많은 양의 수술을 채취했음을 알 수 있다. 그러나 쯤부들의 경우는 수술의 길이가 너무 짧아 채취가 곤란하고 화분의 수량도 적었다.

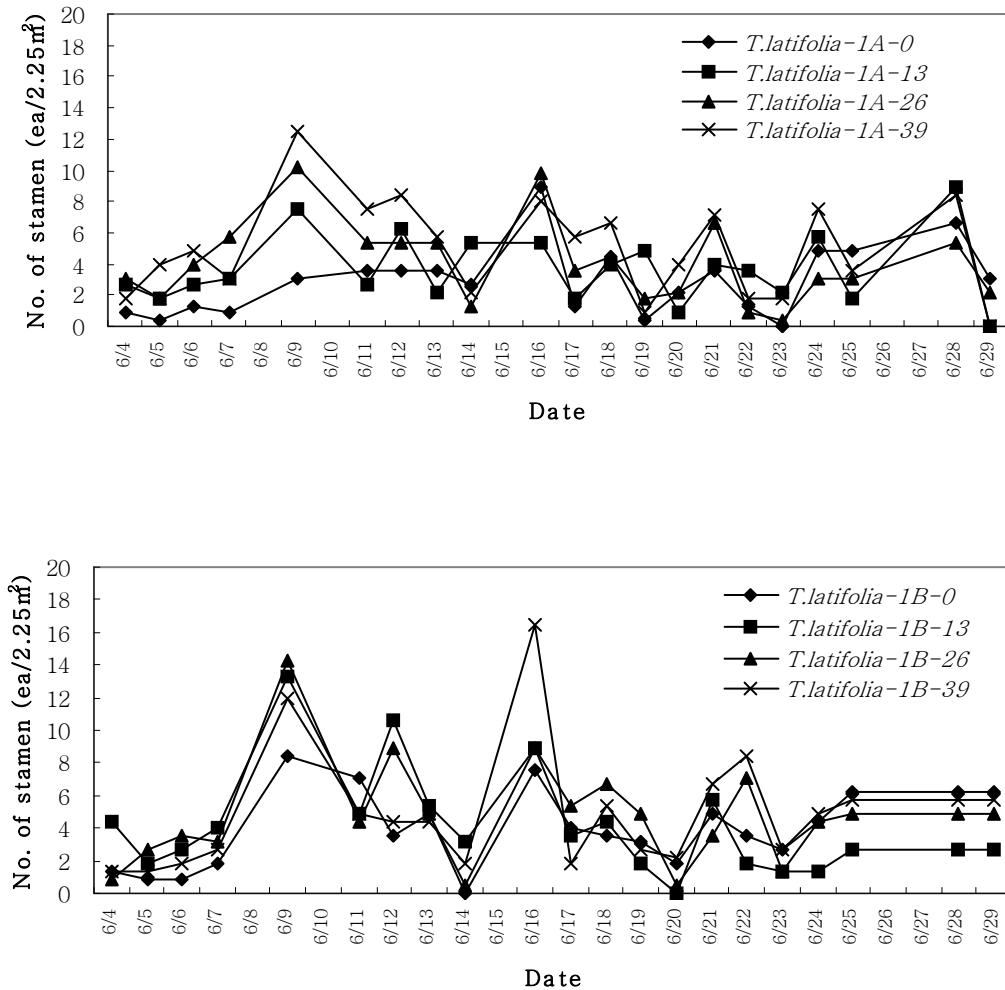


Fig. 15. Harvest time and number of stamens as influenced by planting densities and fertilizer levels in *T. latifolia* at field(A: 6 plant/2.25 m², B: 12 plant/2.25 m²). (Fertilizer level: 0, 13, 26 and 39g · m⁻²)

Table 13은 단위면적당 채취된 수술의 수를 나타낸 것이다. Table 14는 시비량과 재식밀도에 따른 암술대의 크기를 나타낸 것이다. 암술대의 수량은 수술대와 같아 표시하지 않았다.

Table 13. Total male flower spikes(MFS) as influenced by planting densities and fertilizer levels in three species of cattails at field.

Fertilizer level (g · m ⁻²)	No. of total MFS/2.25 m ²					
	A			B		
	<i>T. orientalis</i>	<i>T. angustata</i>	<i>T. latifolia</i>	<i>T. orientalis</i>	<i>T. angustata</i>	<i>T. latifolia</i>
0	181.33	12.44	61.78	258.22	64.89	83.11
13	164.44	29.78	77.33	244.89	61.78	87.11
26	170.67	35.11	85.78	254.22	44.00	100.44
39	98.22	24.44	105.78	245.78	53.78	103.11

* A: 6 plant/2.25 m², B: 12 plant/2.25 m²

Table 14. Effect of fertilizer levels on length and diameter of female flower spikes in three species of cattails.

Species	Fertilizer level (g · m ⁻²)	A		B	
		Length (cm)	Diameter (mm)	Length (cm)	Diameter (mm)
<i>T. orientalis</i>	0	12.02	20.01	12.95	20.00
	13	11.88	18.44	12.38	19.02
	26	11.85	20.38	12.54	18.06
	39	13.06	20.07	12.17	18.83
<i>T. angustata</i>	0	12.50	18.80	10.31	20.59
	13	12.93	20.98	11.53	19.74
	26	13.06	17.27	12.76	18.41
	39	13.74	19.89	12.82	17.17
<i>T. latifolia</i>	0	11.28	26.80	11.49	26.81
	13	11.94	28.97	14.74	29.00
	26	13.29	28.08	17.41	31.01
	39	11.94	28.90	14.96	26.92

* A: 6 plant/2.25 m², B: 12 plant/2.25 m²

2) 부들묘 대량생산

2005년 7월 14일 파종하여 온실 내에서 재배한 결과 약 1개월 후인 8월 26일 이식할 정도로 묘가 성장하였고 성묘된 개체수는 Fig. 16과 같았다. 분얼지와 묘를 심어 묘의 활착율과 초기 생육을 비교한 결과는 Fig. 17과 같았다. 분얼지의 이식에 비해 묘의 이식이 활착이 좋고 초기 생육이 우수한 것으로 나타났다. 부들묘는 윗부분을 어느 정도 제거하여 수분이 마르지 않게 보존할 경우 이듬해 봄에 묘로 사용할 수 있었다(Fig. 18).

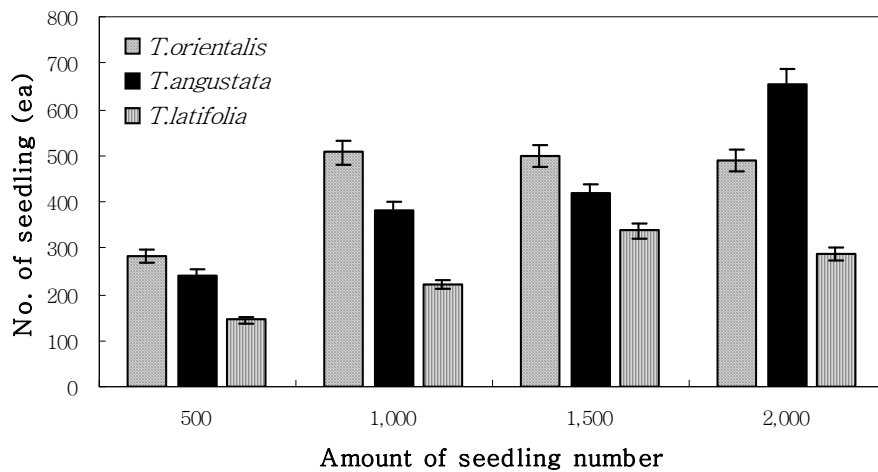


Fig. 16. Number of seedlings grown as influenced by amount of seeding number in three species of cattails on seedbed.

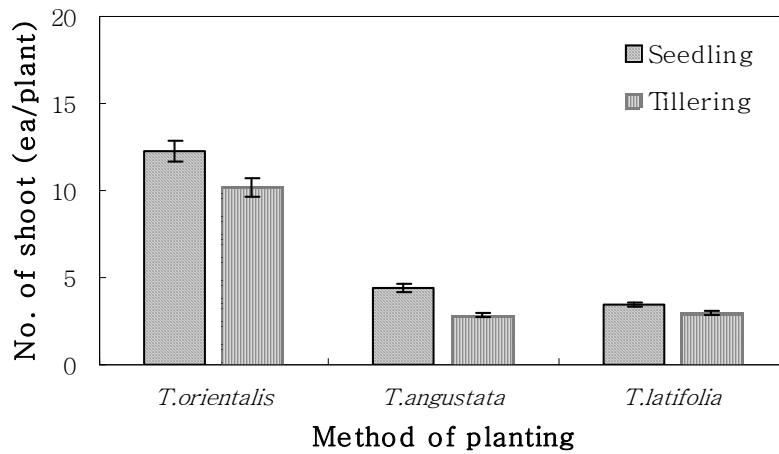


Fig. 17. Number of increased lateral shoots per plant as influenced by planting method in three species of cattails at plastic house.

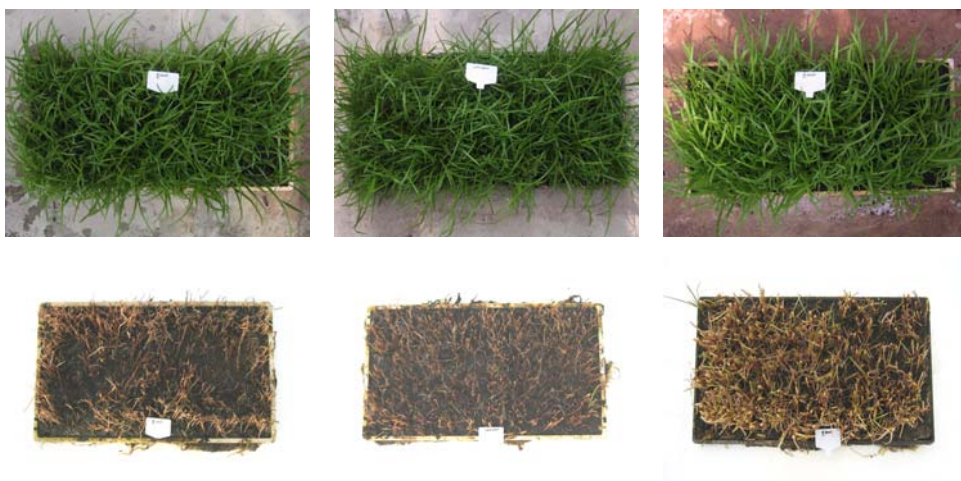


Fig. 18. Comparison of seedlings grown as influenced by amount of seeding number in three species of cattails at seedbed.

(From left to right: *T. orientalis*, *T. angustata*, *T. latifolia*)

3) 부들의 종간 내한성 비교

노지에서 쯔부들과 애기부들은 거의 비슷한 생육습성을 보였다. 2004년 9월 20일에 잎이 황화 되기 시작하여 2004년 10월 20일에는 1/2 이상이 황화 되었다. 그리고 11월 13일에는 대부분이 잎이 고사되어 황색을 띠었다. 반면에 큰부들은 다른 부들과는 달리 11월 13일에도 녹색을 띠고 있었고(Fig. 19), 12월 10일에도 여전히 녹색을 띠고 있었다. 이는 큰부들이 쯔부들과 애기부들보다는 내한성이 강한 종이라는 것을 알 수 있으며 환경정화용 식물로서는 앞서의 다른 두 종류에 비해 큰부들이 더 유리할 것으로 판단된다. 그러나 우리나라에 자생하는 것으로 알려진 쯔부들, 애기부들, 큰부들의 분포는 애기부들이 가장 많고 다음으로 쯔부들이며 큰 부들의 경우는 아주 드문 실정인데 그 원인이 어떠한 생태습성에 기인되는지는 앞으로 더 진전된 연구가 필요할 것으로 생각된다.

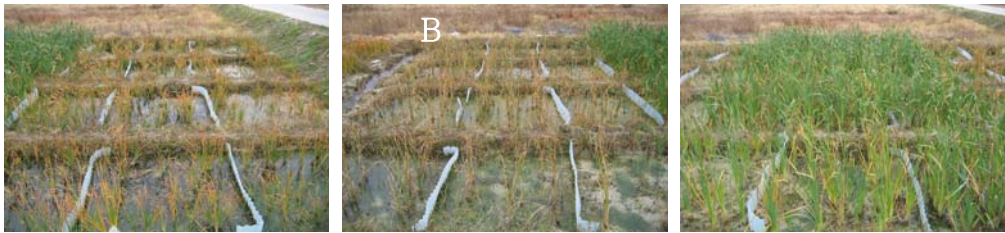


Fig. 19. Comparison of leaf discoloration between three species of cattails in late fall (Photographs were taken on 13 November 2004. From left to right : *T. orientalis*, *T. angustata* and *T. latifolia*.).

다. 부위별 이용방안

1) 꽃가루(花粉)

가) 화분의 채취시기

화분의 채취시기는 2005년에 쯔부들의 경우 6월 28일에서 7월 4일까지 7일간, 애기부들의 경우 6월 16일에서 6월 28일까지 13일간, 큰부들은 6월 4일에서 6월 30일까지 27일간 채취되었다. 2006년에는 쯔부들의 경우 6월 28일에서 7월 12일까지 15일간, 애기부들의 경우 6월 12일에서 6월 28일까지 17일간, 큰부들은 6월 12일에서 7월 12일까지 31일간 채취되었다(Table 15). 부들 종류간 비교에서는 화분량이 많은 큰부들의 수술 채취기간이 가장 길었고, 쯔부들에서는 7일 정도로 가장 짧았다. 또한 2005년도 채취기간보다 2006년 채취기간이 각 부들 종류별로 더 길어진 것을 보아 생육기간이 길어질수록 수술 채취기간도 길어짐을 알 수 있었다.

Table 15. Harvesting time of male flower spikes (MFS) in three species of cattails at field.

Species	Harvesting time of stamen (days)					
	2005			2006		
	Starting time (month /day)	Ending time ^e (month /day)	Period (days)	Starting time (month /day)	Ending time ^e (month /day)	Period (days)
<i>T. orientalis</i>	6/28	4 7/4	7	6/29	7/12	15
<i>T. angustata</i>	6/16	6/28	13	6/12	6/28	17
<i>T. latifolia</i>	6/4	6/30	27	6/12	7/12	31

Fig. 20에서 보는 바와 같이 쯔부들의 경우는 수술 부위가 짧아 채취가 다소 힘들었고, 큰부들 역시 수루가 다소 길었으나 수술과 암술이 붙어 있어 채취에 어려움이 있었으며, 애기부들의 경우는 수술과 암술이 서로 떨어져 있어 채취가 가장 손쉬운 편이었다. 수루의 길이와 직경은 Table 16에 나타내었다. 쯔부들의 경우 길이는 5~7cm, 애기부들은 20cm 정도에 달하며 큰 것은 30cm에 달하는 경우도 있었다. 큰부들의 경우는 10~13cm에 달하고 애기부들에 비해 직경이 다소 굵은 경향을 나타내었다.

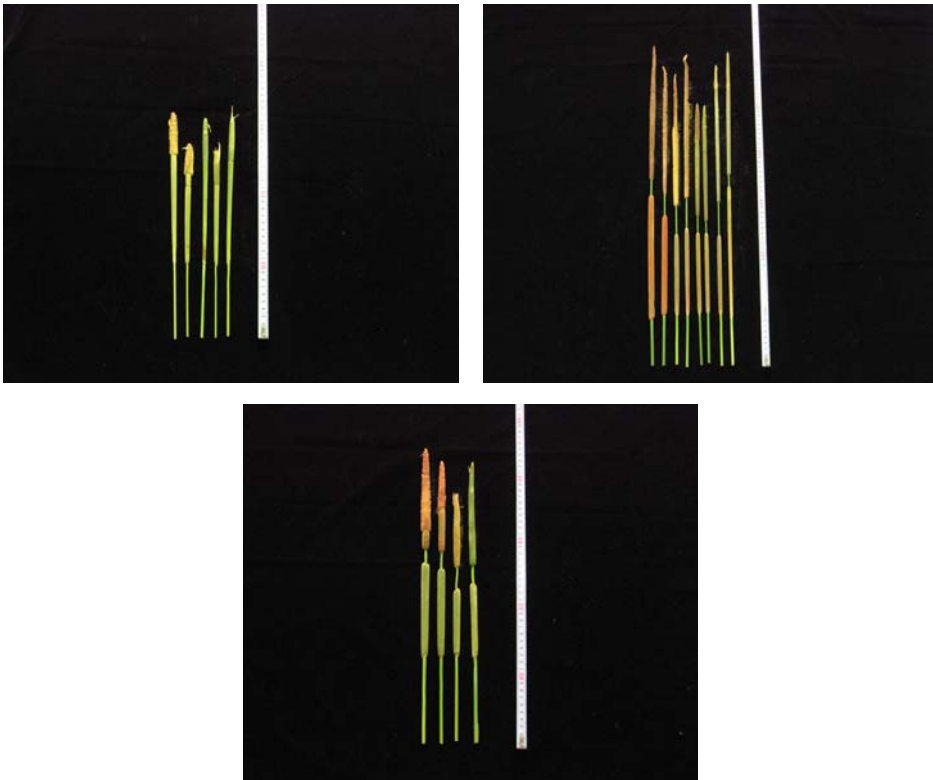


Fig. 20. Comparison of stamens between cattail species.
(From left to right: *T. orientalis*, *T. angustata*, *T. latifolia*).

Table 16. Effect of fertilizer levels on length and diameter of male flower spikes three species of cattails.

Species	Fertilizer level (g · m ⁻²)	A		B	
		Length (cm)	Diameter (mm)	Length (cm)	Diameter (mm)
<i>T. orientalis</i>	0	5.71	13.25	6.48	14.18
	13	6.60	12.93	5.38	10.22
	26	6.37	13.90	5.62	12.50
	39	6.96	13.22	5.66	12.03
<i>T. angustata</i>	0	20.36	8.98	18.69	8.81
	13	18.34	9.31	19.84	8.59
	26	17.87	9.20	22.13	8.68
	39	17.10	8.82	23.68	9.18
<i>T. latifolia</i>	0	12.92	11.64	10.73	11.65
	13	10.67	10.35	13.24	12.29
	26	13.29	11.40	14.13	11.67
	39	12.86	10.94	13.29	11.54

* A: 6 plant/2.25 m², B: 12 plant/2.25 m²

나) 화분 생산량

재식 2년차에서 화분의 생산량은 Table 17에서와 같았다. 화아분화가 일어난 개체수는 쯤부들, 큰부들, 애기부들 순이었으나 꽃가루의 생산량은 큰부들에서 가장 많은 것으로 나타났다. 수술대의 길이는 애기부들이 가장 큰 것으로 나타났으며 2년차의 화아분화수는 적었으나, Table 18에서 보는 바와 같이 3년차부터는 단위면적당 생산량이 무시비구에서도 시비구와 비슷하게 수확되는 것을 볼 수 있었고, 3년차 화분 생산량과 4년차 생산량은 별 다른 차이가 없었다..

Table 17. Effect of fertilizer levels on total weight of pollen and number of male flower spikes in three species of cattails at field.

Species	Fertilizer level (g · m ⁻²)	A			B		
		Weight (g)	No. (ea)	Weight per area (g · m ⁻²)	Weight (g)	No. (ea)	Weight per area (g · m ⁻²)
<i>T. orientalis</i>	0	102.10	381	45.58	89.60	495	40.00
	13	87.20	347	38.93	106.80	574	47.68
	26	120.00	337	53.57	88.70	557	39.60
	39	68.80	210	30.71	84.30	479	37.63
<i>T. angustata</i>	0	14.20	28	6.34	13.80	9	6.16
	13	36.30	67	16.21	119.50	139	53.35
	26	19.90	84	8.88	95.20	104	42.50
	39	13.40	56	5.98	129.48	116	57.80
<i>T. latifolia</i>	0	77.20	133	34.46	120.38	144	53.74
	13	128.50	188	57.37	174.04	174	77.70
	26	201.00	204	89.73	241.20	206	107.68
	39	198.60	225	88.66	-	-	-

* A: 6 plant/2.25 m², B: 12 plant/2.25 m²

Table 18. Effect of fertilizer levels on weight of pollen in *T. angustata* harvested at the plot cultured for 3 and 4 years without removal of rhizomes after planting.

Species	Fertilizer level (g · m ⁻²)	2005(3 yr)			2006(4 yr)		
		Weight (g)	No. (ea)	Weight per area (g · m ⁻²)	Weight (g)	No. (ea)	Weight per area (g · m ⁻²)
<i>T.angustata</i>	0	172.10	152.33	76.49	172.50	162.66	76.67
	13	187.48	164.83	83.33	174.42	193.37	77.96
	26	188.83	158.50	83.93	177.04	190.07	78.67
	39	112.25	151.00	49.89	175.48	169.33	88.99

* area = 2.25 m²

Table 19는 플라스틱 하우스에서 재배한 큰 부들의 재식 3년차 화분 생산량이다. 분주보다는 종자파종에 묘의 이식 방법이 화분 생산량이 더 많음을 볼 수 있었다.

Table 19. Comparison of number of male flower spikes and weight of pollen between propagation methods in *T. latifolia*.

Species	Seedling				Tillering			
	Weight (g)	No. (ea)	Weight per No. (g/ea)	Weight per area (g · m ⁻²)	Weight (g)	No. (ea)	Weight per No. (g/ea)	Weight per area (g · m ⁻²)
<i>T. latifolia</i>	174.02	179.00	0.98	77.34	155.94	146.33	1.09	69.31

* 12 plant / 2.25 m²

다) 화분의 정제방안

화분은 수루채취 후 dry oven에서 50℃ 이상으로 건조시킨 화분의 직경이 20~40um인 것을 감안하여 토양체와 비슷하게 만들어 망의 크기를 1,000, 210, 150, 100, 90um 크기의 단계로 차례로 설치한 다음 전기모터로 충격을 가하여 화분이 정제되도록 하였다(Fig. 21). 충분히 건조된 후 정제할 경우 완전하게 상품성이 좋은 화분을 수확할 수 있었다.



Fig. 21. Machine for pollen refining.

(1) 부들 요구르트

Fig. 22는 산양유에 부들가루를 각각 0%, 0.5%, 1.0%, 2.0%, 4.0%, 5.0% 첨가한 후 5일간 상온에서 발효시킨 후 만든 요구르트이다. 종류별로 맛을 본 후 평가한 것은 Table 20에 나타내었다.

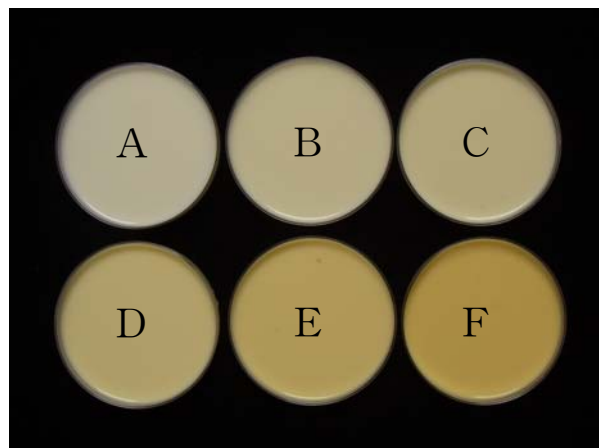


Fig. 22. Color differences of Yogurt mixed with cattail pollen.

(Percentage of pollen, A: control, B: 0.5%, C: 1.0%, D: 2.0%, E: 4.0%, F: 5.0%)

Table 20. Gender and Number of applicant subjects for sensory test.

Gender	N(%)
Male	19(52.78)
Female	17(47.22)
(n=36)	36(100)

산양유 농후발효유 시음에 참여한 학생들은 남자가 19명(52.78%), 여자가 17명(47.22%)으로 총 36명을 대상으로 조사하였다. 각각 객관식과 주관식의 설문지를 나누어주어 시음 후 평가를 내릴 수 있도록 하였다.

산양유 농후발효유의 종류는 부들 화분 함유량에 따라 6종류로 분류되었다. 부들 화분 함유량은 0.0%, 0.5%, 1.0%, 2.0%, 3.0%, 4.0%였으며 함유량에 따라 발효유는 각각 다른 색을 띄었다.

학생들에게 선호하는 색을 조사한 결과 부들 화분을 0.5%(33.33%)함유한 요구르트를 가장 선호하는 것으로 나타났고 대체로 발효유의 화분 함유량이 높아짐에 따라 학생들의 선호도는 낮아짐을 보였다(Table 21).

Table 21. Effect of pollen percentage in yogurt on color preference.

Pollen percentage	Preference N(%)
0.0	5(13.89)
0.5	12(33.33)
1.0	7(19.44)
2.0	3(8.33)
3.0	7(19.44)
4.0	2(5.56)
(n=36)	36(100)

부들가루를 첨가한 6종류의 산양유 농후발효유를 임의대로 섞어 맛 선호도를 조사한 결과 부들 화분을 3.0%첨가한 발효유 D(4.03%)가 가장 맛있는 것으로 나타났으며 그 다음은 발효유 E와 발효유 C순으로 나타났다. 이는 부들 화분을 적정 첨가한 발효유를 상품성 있는 식품으로 발전시킬 수 있는 긍정적인 반응이라 생각된다(Table 22).

Table 22. Effect of pollen percentage in yogurt on taste preference.

Pollen percentage	Preference M(SD)
0.0	3.33(1.55)
0.5	3.36(1.17)
1.0	2.33(1.37)
2.0	4.00(1.35)
3.0	4.03(1.23)
4.0	2.94(1.60)

2) Salad 이용 부위

가) 채취시기에 따른 부위별 수량

Salad를 이용하기 위한 부분의 채취는 화아가 분화되어 꽃대가 형성되지 않은 개체에서 15~20cm 정도의 길이 밖에 채취할 수 없었다. 쯤부들과 큰부들은 당년에 추대가 일어나지 않아 수량의 파악이 불가능하였으나 애기부들의 경우는 꽃대가 나온 개체에서 채취량은 Table 23과 같았다. 시비량이 많아질수록 식용가용부위의 무게 및 길이가 크게 늘어나는 경향이였다.

식물체의 크기로 미루어 쯤부들에서는 식물체가 크지 않아 그 이용가치가 미미할 것으로 보이나 큰 부들의 경우 상당히 많은 양이 채취될 것으로 예상된다. 채취된 시기는 2004년 6월 5일 경으로 수술의 약이 터지기 전의 상태에 있는 개체만을 선택하여 수확하였다. Salad용으로 수확하기 위한 시기의 결정은 5월 말경이 가장 좋을 것으로 보이며 수확시기가 늦어질수록 꽃대가 경화되어 식용가치가 감소되었다.

Table 23. Fresh weight and length of edible part harvested from *T. angustata* shoot at early June.

Edible part per plant	Fertilizer level (g·m ⁻²)			
	0	13	26	39
Weight (g)	8.8	12.5	16.3	22.8
Length (cm)	19.9	28.5	25.7	35.9

나) 부들 종류별 Salad 부위 생산량

Salad용으로 사용할 수 있는 부위는 꽃대가 형성된 것을 경화되기 전에 채취할 수 있는 부분을 의미하며 맛은 오이냄새가 약간 나면서 담백한 맛을 갖는다. 씹히는 맛이 아삭아삭하며 치아에 좋고 눈이 밝아지며 오래 먹으면 늙지 않는 것으로 전해지고 있다. 재배 2년 차의 경우 꽃대가 형성된 후에는 Table 24에서와 같이 많은 양을 채취할 수 있었다. 채취량은 큰부들 다음에 애기부들, 쯤부들의 순이었다. 시비량이 높을수록 수량도 많아졌으며 채취시기는 수술이 밖으로 출현하기 전인 5월 하순경이 적합하였다. 시간이 경과되면 기부에서부터 경화되어 수량이 감소되었다.

Table 24. Effect of fertilizer levels on length, weight, and diameter of flowering stalk for using salad in three species of cattails at field.

Species	Fertilizer level (g · m ⁻²)	Date of harvest					
		5/25			5/29		
		Length (cm)	Weight (g)	Diameter (mm)	Length (cm)	Weight (g)	Diameter (mm)
<i>T. orientalis</i>	0	22.02	5.64	7.80	12.53	5.08	7.30
	13	26.90	7.38	8.80	18.87	4.87	6.30
	26	24.68	8.09	9.40	19.08	5.10	6.70
	39	23.24	8.24	8.70	19.45	5.55	7.00
<i>T. angustata</i>	0	17.22	6.02	9.00	14.53	4.63	6.70
	13	17.85	7.10	9.00	13.78	6.58	8.80
	26	27.04	11.58	10.40	14.90	7.06	8.60
	39	24.98	14.54	10.80	20.68	9.73	8.30
<i>T. latifolia</i>	0	25.62	14.14	12.20	21.90	11.07	13.20
	13	31.08	22.40	12.80	30.62	16.63	9.70
	26	32.03	32.50	16.80	24.70	13.20	10.00
	39	23.62	23.54	16.00	19.38	15.62	12.40

다) Salad 부위의 저장유통방안

Salad 부위는 화아분화된 개체를 수확한 후 엽초를 제거하여 얻을 수 있는데 엽초를 제거하지 않은 상태에서는 4℃의 저장에서 2주 이상 보관이 가능하였으며 엽초를 제거한 경우에는 부분적으로 쉽게 갈변하여 상품가치가 저하되었다(Fig. 23, 24). 또한 Fig. 24에서 보는 바와 같이 10℃와 25℃ 냉장저장시 고온에서 쉽게 갈변하며 shoot의 중앙부위에서부터 갈변화가 진행되었다.



Fig. 23. Shoot appearance stored for 2 weeks at 4℃(Left; bottom, middle: upper, right; removal of leaf sheath).

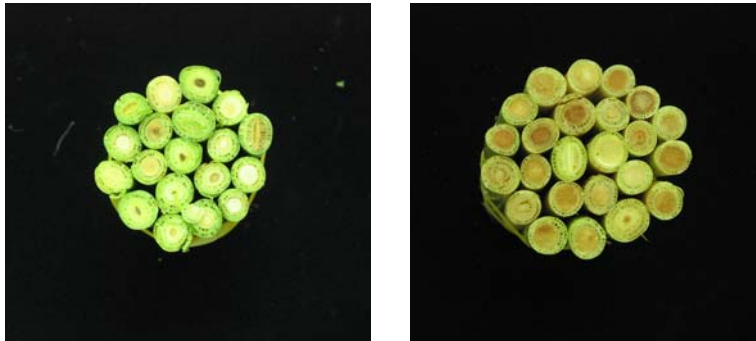


Fig. 24. Shoot appearance stored for 2 weeks at 10℃ and 25℃(Flowering stalk and leaf sheath were turned brown, respectively).

Fig. 25는 온도별로 구분하여 salad 부위의 신선도를 살펴본 결과이다. 애기부들을 2006년 6월에 수확하여 salad 이용 부위로 잘라 25, 20, 15, 10, 5℃에서 1개월간 보관했을 경우의 상태를 1(갈변)-5(백색)단계로 나누어 조사하였다. 5단계는 salad 부위가 100% 신선한 백색 상태를 나타내고, 4단계는 75%, 3단계는 50%, 2단계는 25%가 백색이고 나머지는 갈변한 것을, 1단계는 대부분이 갈변하고 무르고 썩은 것을 나타내었다. 그 결과 25℃와 20℃, 15℃에서는 10일 후부터 급격히 신선도가 떨어졌고, 10℃에서는 20일까지, 5℃에서는 한 달 가량 식용부위의 절반을 이용할 수 있었다.

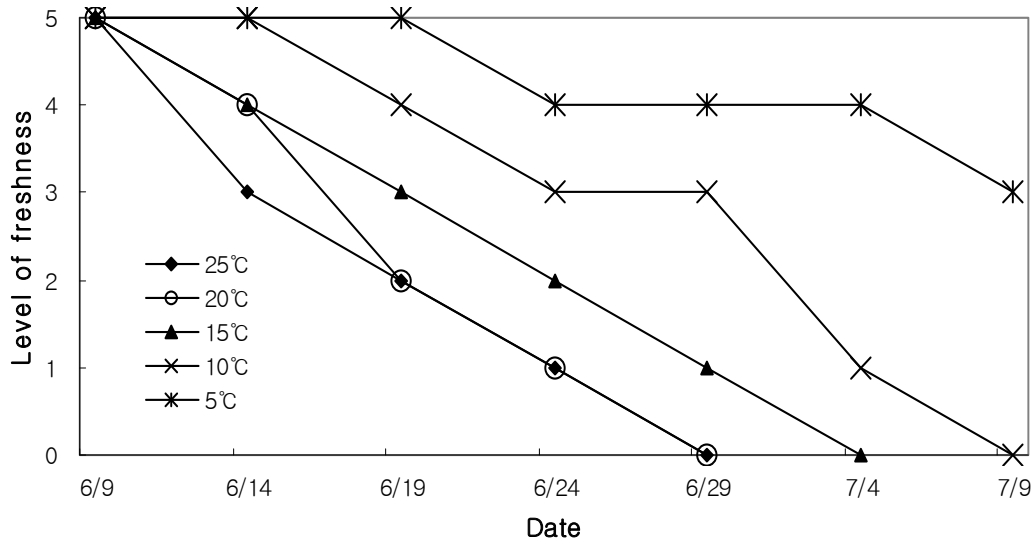


Fig. 25. Change in freshness of shoot as influenced by storage temperatures in three species of cattails examined 1 month after storage. Index(1: brown, 5: white)

라) Salad 이용 부위의 식품 가공

봄에 처음 난 홍백색 여린 부들 짙은 생으로 먹어도 달고 부드러우며, 죽순처럼 식초에 담가 먹어도 좋고 젓을 담기도 하고 김치를 담기도 하는데 이것을 포황묘라고 한다고 전해온다. 부들김치는 오장의 사악한 기운을 물리쳐 치료하고 입냄새를 없애고 이빨을 단단하게 하고 눈을 밝게 하고 귀를 밝게 한다고 고서에 나온다. Salad용으로 사용할 수 있는 부위를 채취하여 피클과 김치로 가공하였다(Fig. 26).

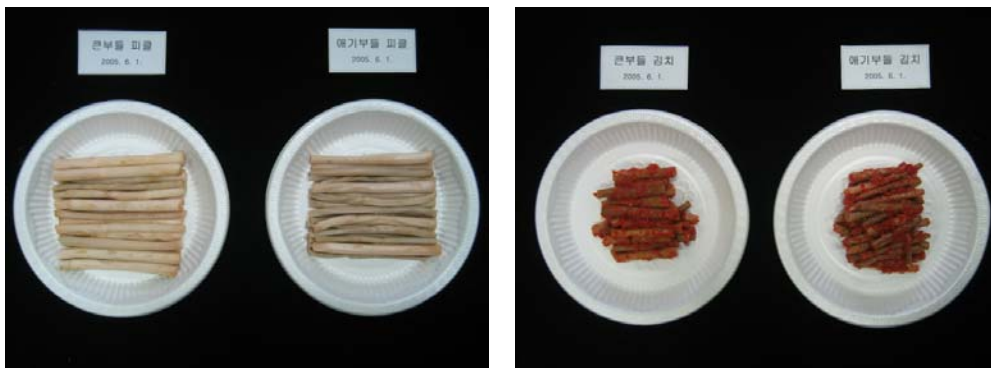


Fig. 26. The cattail shoots processed as Kimchi and pickle.

3) 암술대

가) 암술대의 이용

Fig. 27에서 보는 바와 같이 암술대의 이용은 쯔부들이나 애기부들이나 경우 2004년 8월 10일경까지의 수확에서는 1년 이상 보관되어도 솜털이 분리되는 경우가 없었다. 이는 종자가 완전하게 형성되지 않으면 솜털이 잘 이탈되지 않음을 의미한다. 또한 비가림 하우스 내에서 재배된 애기부들의 경우 꽃가루를 채취한 개체의 암술은 표면이 고르지 못한 외관을 보였는데 이는 수정의 불량에서 오는지 다른 환경요인지 진전된 연구가 요구되었다. 그러나 큰부들의 경우는 암술대의 크기가 너무 커서 관상적 가치가 적어 보였다.



Fig. 27. Various appearances of female flower spikes used as materials of flower arrangement in three species of cattails(From left to right: *T. orientalis*, *T. angustata*, *T. latifolia*).

나) 꽃꽂이 재료로서의 암술대의 저장방안

2005년 8월 5일경 꽃대를 채취하여 잎이 붙어 있는 상태로 절화하여 온도별로 품질을 비교하고 4℃ 플라스틱 백에 밀봉하여 5개월 저장 후 암술 및 꽃대의 색깔변화를 측정하였다. Fig. 28은 온도별로 10일간 저장한 부들의 잎과 암술대의 상태를 살펴본 사진이다. 25℃에서의 경우 줌부들, 애기부들, 큰부들 모두 황화현상을 나타내었다. 5℃에서는 잎의 푸르름이 25일 정도 지속되었으나 25℃의 상온에서는 4-5일 밖에 지속되지 못하였다. 암술 자체는 1개월이 지나도 별다른 변화를 찾아볼 수 없었으나 꽃대의 색깔이 황화되어 미관이 다소 떨어지는 경향을 보였다

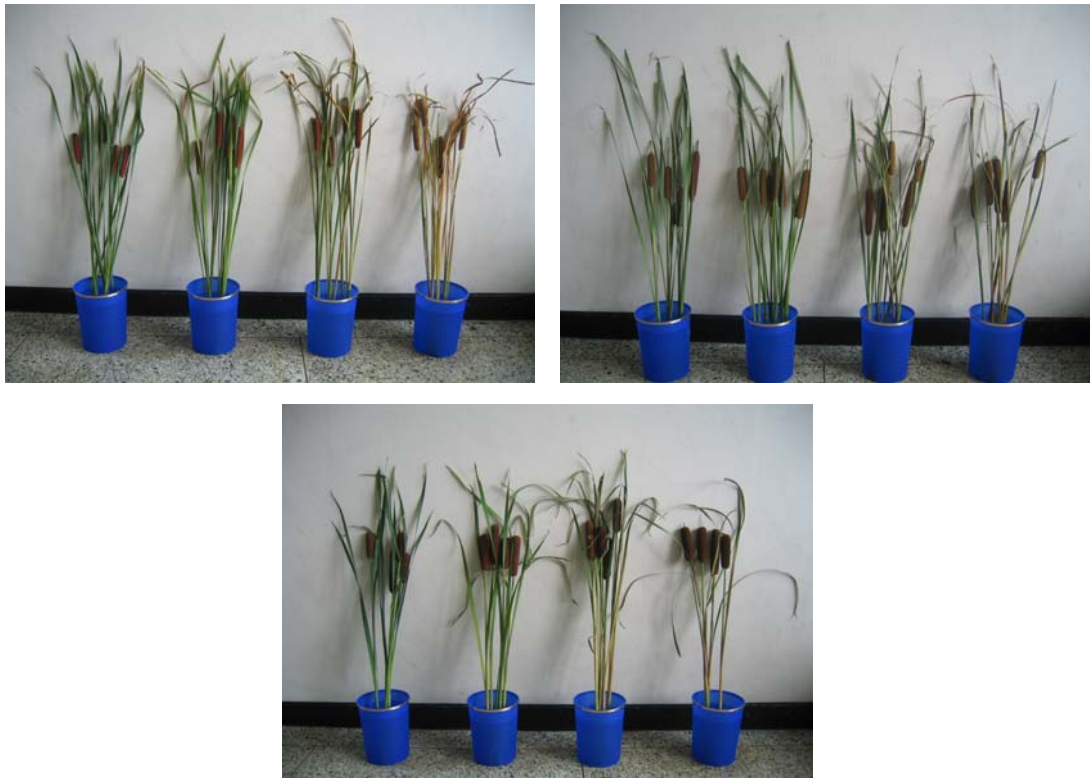


Fig. 28. Appearance of female flower spikes and leaves of cattails stored for 10 days at various temperatures(From left to right: 5, 15, 20 and 25℃). (From upper to below: *T. orientalis*, *T. anguatata*, *T. latifolia*)

Fig. 29에서 보는 것과 같이 암술대는 푸르름의 기간이 대개 1개월 정도가 되었다. 줌부들이나 애기부들의 경우는 7월말 이전의 수확에서는 1년 이상 보관되어도 솜털이 분리되는 경우가 없었다. 이는 종자가 완전하게 형성되지 않으면 솜털이 잘 이탈되지 않는 것을 의미한다. 또한 비가림 하우스 내에서 재배된 애기부들의 경우 꽃가루를 채취한 개체의 암술은 표면이 고르지 못한 외관을 보였는데 이는 수정의 불량에서 오는 것으로 생각되었다.

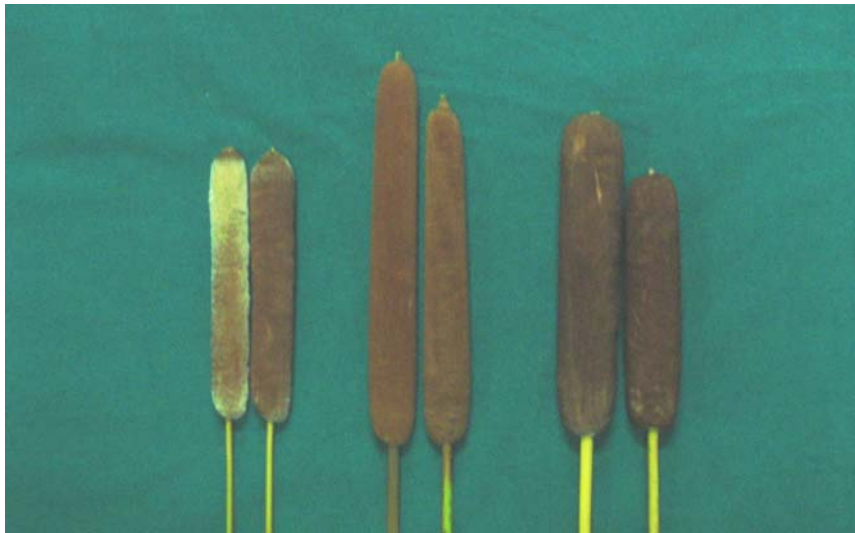


Fig. 29. Appearance of flowering stalk stored for 10 days at 25°C (From left to right; *T. orientalis*, *T. anguatata*, *T. latifolia*).

Table 25는 4°C의 저온에 5개월(2005.5-2006.1.5) 저장한 부들의 암술대를 상태를 살펴본 결과이다. 꽃대의 갈변은 온도가 높아질수록 쉽게 갈변하였고 큰부들에서 갈변이 더 쉽게 일어나는 현상을 보였다. 4°C의 장기저장은 바람직하지 못하였고 꽃대의 상태를 1(갈변)-5(녹색)단계로 나누어 조사한 결과 애기부들과 줌부들은 다소 녹색을 유지한 것이 각각 24%, 11%에 달하였으나 큰부들의 경우는 전혀 없었다. 단계표시는 암술대의 황화정도를 나타낸 것으로 5단계는 꽃대가 끝까지 변하지 않은 푸른 상태를 나타내고, 4단계는 일부가 노랗게 변한 것을, 3단계는 일부(끝부분의 1-2cm)가 검게 변해가는 것을, 2단계는 끝부분의 3-4cm가 검게 변한 것을, 1단계는 끝부분의 4-5cm 이상이 검게 변한 것을 나타내었다.

Table 25. Quality of female flower stalks stored for 5 months at 4°C in three species of cattails.

Level	<i>T. orientalis</i>		<i>T. angustata</i>		<i>T. latifolia</i>	
	No. (ea)	Rate (%)	No. (ea)	Rate (%)	No. (ea)	Rate (%)
1	18	33.3	15	19.7	12	75.0
2	11	20.4	10	13.2	4	25.0
3	11	20.4	8	10.5	0	0.0
4	8	14.8	19	25.0	0	0.0
5	6	11.1	24	31.6	0	0.0

Index(1: brown, 5: green)

Table 26은 온도별로 4주간 저장 한 후 꽃대의 변색 상태를 나타낸 것으로 큰부들에서 온도가 높을수록 쉽게 변색하는 증상을 보였다.

Table 26. Quality of flowering stalk as influenced by storage temperatures in three species of cattails examined 4 weeks after storage.

Species	Level	Rate (%)			
		5°C	15°C	20°C	25°C
<i>T. orientalis</i>	1	0.00	0.00	0.00	4.76
	2	0.00	0.00	0.00	4.76
	3	0.00	0.00	0.00	0.00
	4	0.00	0.00	0.00	0.00
	5	100.00	100.00	100.00	90.48
<i>T. angustata</i>	1	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	0.00	0.00	0.00	13.33
	3	7.69	0.00	0.00	6.67
	4	0.00	0.00	0.00	6.67
	5	92.31	100.00	100.00	73.33
<i>T. latifolia</i>	1	0.00	4.35	16.67	6.25
	2	0.00	0.00	11.10	31.25
	3	5.00	8.70	27.78	43.75
	4	15.00	30.43	5.56	0.00
	5	80.00	56.52	38.89	18.75

Index(1: 4-5 cm turned black, 2: 3-4 cm turned black, 3: 1-2 cm turned black, 4: yellow, 5: green)

Table 27, 28은 2006년 7월부터 10일 간격으로 채취한 애기부들을 5, 10, 15, 20, 25℃의 저온저장한 부들의 암술대의 상태를 색도계로 비교한 결과이다. 저장 온도가 높아질수록 꽃대의 갈변이 빨랐고, 암술대의 황화보다 먼저 일어났다. 5℃의 저장에서 7월 20일경 채취했을 경우가 8월 20일경 채취했을 경우보다 암술대의 상태가 좋은 것으로 보아 8월 이후의 늦은 수확은 저장기간을 단축할 것이라 보인다.

Table 27. Quality of female flower spikes and flowering stalk as influenced by storage temperatures and harvesting time in *T. angustata* examined 20 days after storage.

Harvesting time (month/day)	Storage temp. (℃)	Hunter valuer					
		Pistil			Flowering culm		
		L	a	b	L	a	b
7/21	25	64.92	30.21	33.27	84.82	-1.35	30.02
	20	72.46	32.85	40.64	80.49	-1.84	22.53
	15	75.16	34.28	47.46	74.18	-4.22	14.30
	10	70.39	34.60	41.38	69.11	2.50	7.44
	5	71.50	28.08	42.49	78.96	-10.43	23.40
8/1	25	38.69	42.10	27.94	42.90	13.33	15.75
	20	66.54	35.22	36.93	92.63	-1.88	34.01
	15	69.41	32.59	39.45	89.20	-6.96	31.93
	10	65.30	34.29	36.28	86.31	6.39	31.39
	5	74.79	28.30	44.77	80.22	-9.90	24.52
8/11	25	67.29	32.46	34.62	77.43	-4.84	19.21
	20	67.82	37.06	37.56	79.27	4.70	21.32
	15	67.22	31.58	36.25	76.49	-2.56	18.35
	10	67.85	34.96	36.99	76.79	1.83	16.23
	5	67.31	31.59	37.67	80.20	-7.21	22.30
8/21	25	69.73	34.00	36.22	83.74	-4.03	27.94
	20	-	-	-	-	-	-
	15	69.83	35.75	38.05	77.74	1.28	19.32
	10	68.87	34.91	36.50	77.04	5.44	7.11
	5	68.99	32.87	38.26	75.66	-5.55	16.79

Table 28. Quality of female flower spikes and flowering stalks as influenced by storage temperatures and harvesting time in *T. angustata* examined 30 days after storage.

Harvesting time (month/day)	Storage temp. (°C)	Hunter valuer					
		Female flower spike			Flowering stalk		
		L	a	b	L	a	b
7/21	25	-	-	-	-	-	-
	20	-	-	-	-	-	-
	15	-	-	-	-	-	-
	10	69.12	36.60	39.01	79.18	9.42	12.12
	5	73.64	30.65	46.49	82.64	-7.50	27.09
8/1	25	58.98	26.04	19.73	75.91	5.20	17.87
	20	67.25	36.48	35.39	81.21	8.70	21.50
	15	68.71	35.14	38.51	90.25	1.54	33.27
	10	68.78	34.78	35.06	76.58	10.92	14.77
	5	72.50	30.30	41.33	81.30	-7.90	24.52
8/11	25	61.22	27.12	21.79	71.54	5.74	11.60
	20	-	-	-	-	-	-
	15	65.38	35.38	35.61	71.49	3.80	11.10
	10	81.30	30.90	26.46	84.87	11.36	10.12
	5	66.42	34.77	38.44	80.80	-3.12	23.41

Fig. 30은 애기부들을 5℃에서 저장하여 각각 10, 20, 30, 40일 경과했을 때의 모습이다. 암술대보다 꽃대의 변색이 더 빨리 진행되었고, 8월 이후의 수확으로 인해 40일이 경과했을 때는 비산이 진행됨을 볼 수 있었다.

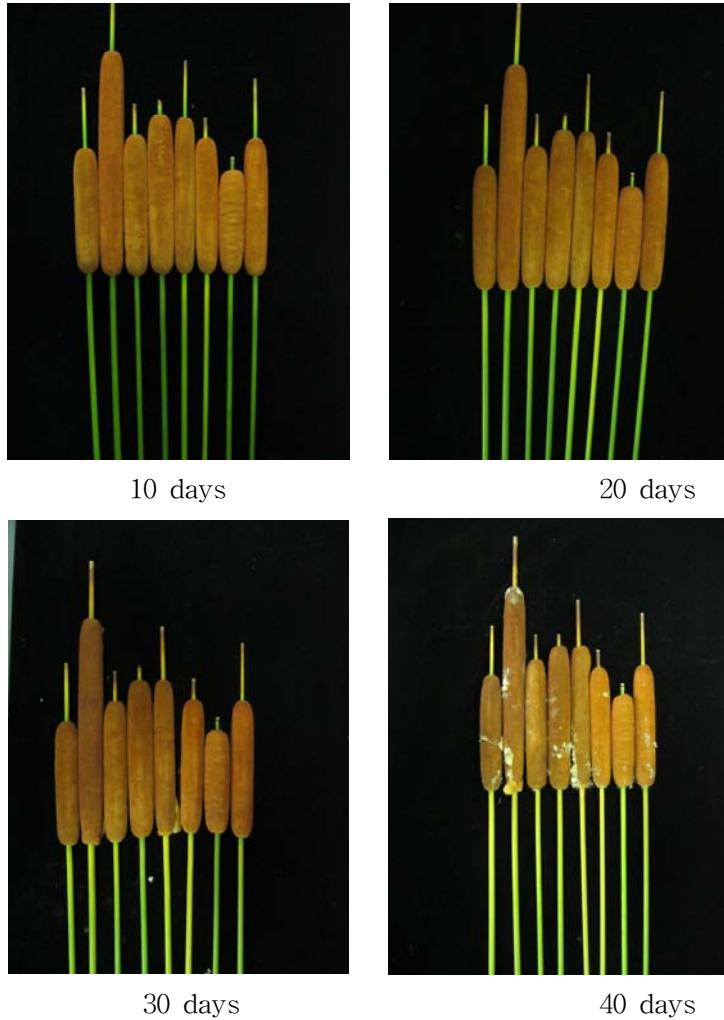


Fig. 30. Quality of female flower spikes and flowering stalk in *T. angustata* examined 10, 20, 30, 40 days after storage at 5℃ (Harvesting time: 2006. 8. 1).

다) 부들 암술대를 이용한 꽃꽂이

Fig. 31은 부들 암술대를 이용하여 다양한 꽃꽂이를 한 모습이다.





Fig. 31. Flower arrangements with cattails.

4) Biomass

가) Biomass 생산량

부들묘를 이식한 후 다음해 가을에 수확된 지상부 biomass의 건물중은 Table 29와 같았다. 줄부들과 애기부들은 2.25m당 6개체를 심은 것과 12개체를 심은 것 사이에는 오히려 6개체를 심은 곳에서 지상부 biomass량이 많은 것으로 나타났다. 종류별 수량은 건물중 생산량은 줄부들과 큰부들이 비슷하고 애기부들에서 적었으며 무시비에서도 3kg/2.25m² 이상의 건물중 생산을 보였고 1.5배시비구에서는 5~6kg이상을 보였다. shoot수에서도 오히려 6개체를 이식한 경우 더 높은 것으로 나타났고 줄부들의 경우 300~400개, 애기부들은 150~200개, 큰부들은 애기부들과 비슷한 경향을 보였다(Fig. 32).

Table 29. Effect of fertilizer levels on dry weight of shoot in three species of cattails at field.

Fertilizer level (g · m ⁻²)	Dry weight of shoot kg/2.25 m ²					
	A			B		
	<i>T. orientalis</i>	<i>T. angustata</i>	<i>T. latifolia</i>	<i>T. orientalis</i>	<i>T. angustata</i>	<i>T. latifolia</i>
0	4.45	3.37	3.99	2.43	2.61	3.09
13	4.51	4.03	5.43	3.17	3.74	4.34
26	5.47	3.73	5.20	3.73	3.07	4.83
39	6.80	4.23	5.22	3.18	3.52	6.08

* A: 6 plant/2.25 m², B: 12 plant/2.25 m²

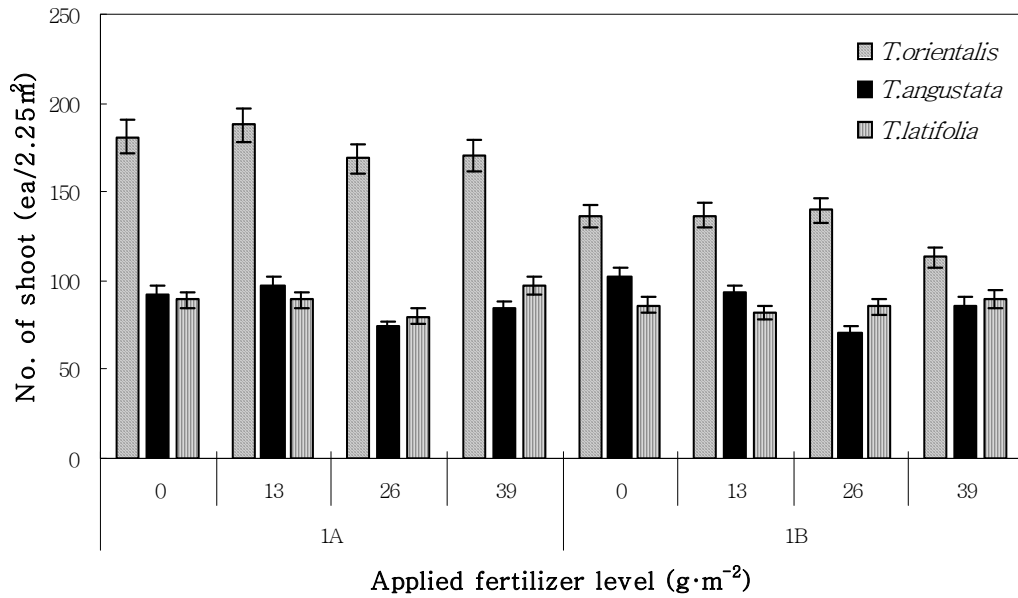


Fig. 32. Total number of shoots as influenced by fertilizer levels and planting density in three species of cattails at field(A: 6 plant/2.25 m², B: 12 plant/2.25 m²).

부들묘를 이식한 후 3년차 가을에 수확된 지상부 biomass의 건물중은 Table 30과 같았다. 쯤부들과 애기부들은 2.25m²당 6개체를 심은 것과 12개체를 심은 것 사이에는 오히려 6개체를 심은 곳에서 지상부 biomass량이 많은 것으로 나타났다. 6개체 심은 곳에서 건물중 생산량은 쯤부들과 큰부들이 비슷하고 애기부들에서 적었으나 12개체 심은 곳에선 애기부들이 가장 많았다. 이식한 후 3년이 지났으므로 시비량별로 큰 차이가 없는 것으로 보인다. shoot수에서도 비슷한 수량을 보이므로 이식밀도에 큰 영향은 없는 것으로 보인다 (Fig. 33).

Table 30. Effect of fertilizer levels on dry weight of shoot in three species of cattails harvested at 3 years after planting at field.

Fertilizer level (g · m ⁻²)	Dry weight of shoot (kg/2.25m ²)					
	A			B		
	<i>T. orientalis</i>	<i>T. angustata</i>	<i>T. latifolia</i>	<i>T. orientalis</i>	<i>T. angustata</i>	<i>T. latifolia</i>
0	3.312	3.023	3.252	2.980	3.215	1.938
13	4.303	4.977	3.335	4.383	5.512	2.575
26	4.195	4.373	1.917	3.518	4.875	1.948
39	4.050	5.097	2.355	3.618	4.812	3.020

* A: 6 plant/2.25 m², B: 12 plant/2.25 m²

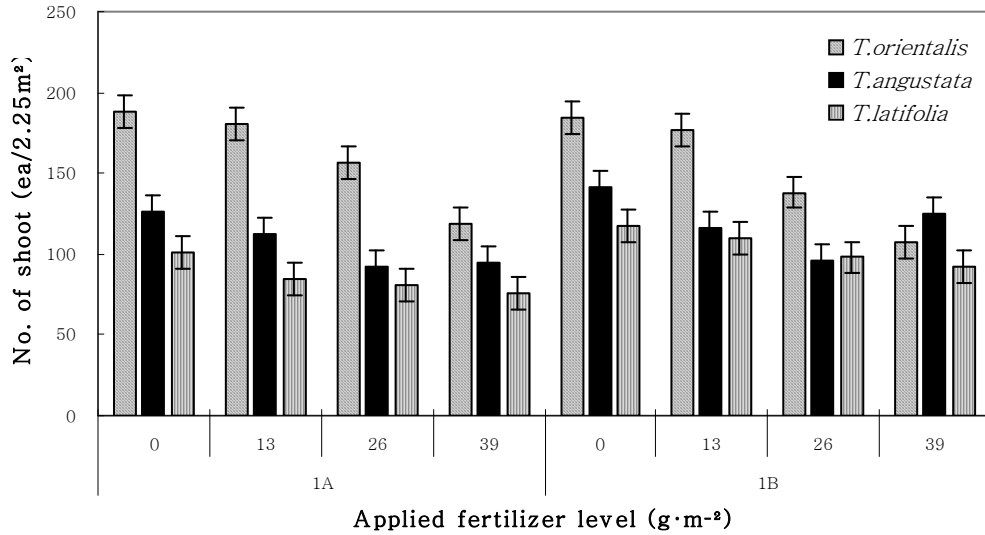


Fig. 33. Total number of shoots as influenced by fertilizer levels and planting density in three species of cattails harvested at 3 years after planting at field (A: 6 plant/2.25 m², B: 12 plant/2.25 m²).

부들묘를 이식한 후 당해 가을에 수확된 지상부 biomass의 건물중은 Table 31과 같았다. 2.25m²당 6개체를 심은 것보다 12개체를 심은 곳에서 지상부 biomass량이 많은 것으로 뚜렷하게 나타났다. 무시비구와 0.5배, 1.0배 시비구에서 건물중은 큰부들, 쯤부들, 애기부들 순으로 높았으나, 1.5배 시비구에서는 애기부들이 가장 많았다. Shoot수에서도 2.25m²당 6개체를 심은 것보다 12개체를 심은 곳이 더 많은 것으로 나타나므로 이식 개체수가 많은 쪽이 당년도에는 영향을 주는 것으로 나타났다. Shoot수는 쯤부들이 가장 많고 애기부들과 큰부들은 비슷하게 나타났다(Fig. 34).

Table 31. Effect of fertilizer levels on dry weight of shoot in three species of cattails harvested at 1 year after planting at field.

Fertilizer level (g · m ⁻²)	Dry weight of shoot (kg/2.25m ²)					
	A			B		
	<i>T. orientalis</i>	<i>T. angustata</i>	<i>T. latifolia</i>	<i>T. orientalis</i>	<i>T. angustata</i>	<i>T. latifolia</i>
0	0.077	0.037	0.088	0.230	0.043	0.253
13	0.227	0.113	0.408	0.502	0.195	0.373
26	0.293	0.262	0.473	0.472	0.475	0.830
39	0.790	0.962	0.960	0.930	0.993	1.375

* A: 6 plant/2.25 m², B: 12 plant/2.25 m²

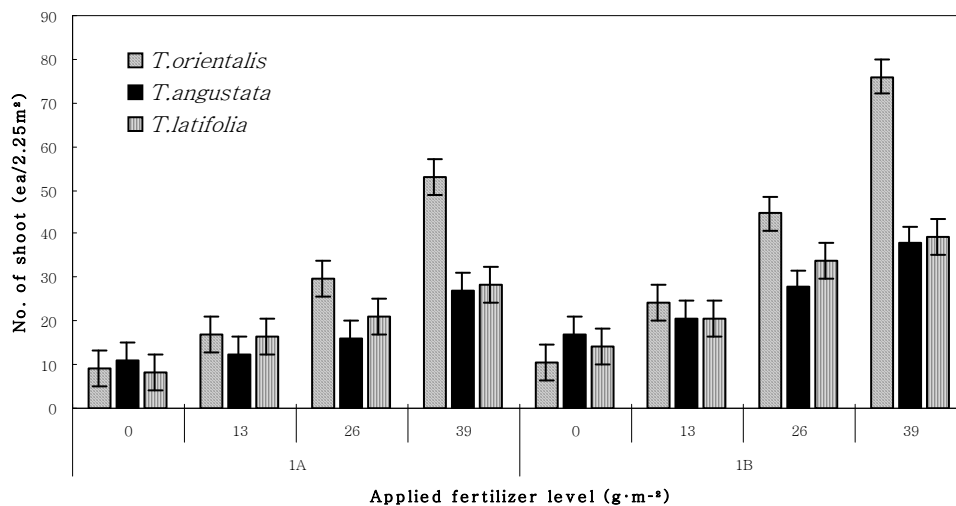


Fig. 34. Total number of shoots as influenced by fertilizer levels and planting density in three species of cattails harvested at 1 year after planting at field (A: 6 plant/2.25 m², B: 12 plant/2.25 m²).

라. Bio-filter로서의 중금속 흡수

1) 부들 식물체 부위별 중금속 함량 조사

Table 32는 일반 논재배에서 식물체 함유된 중금속 함량을 나타낸 것이다. Pb, Cd, Hg는 검출되지 않는 것으로 나타났으나 Cr, Cu, Ni 등은 다소 검출되었다. 토양에서 검출이 되지 않는데도 불구하고 식물체의 축적이 나타난 것은 앞으로 세밀한 분석을 통하여 판단해야할 사항이다. Table 33은 시중상토(부농: EC=2.0dS/m, pH=4.5-5.5, N=1000-1600mg/kg, P=150-400mg/kg, Be=6, Cd=1.5, Pb=100, Cr=4, Cu=50 이하)를 이용하여 포트 재배한 후 식물체내의 중금속 함량과 토양내 함량을 조사한 결과이다. 일반 논토양에 비해 중금속 함량이 다소 높은 것으로 표시되고 있으며 식물 내에서의 함량은 포트재배에서 보다 높은 것으로 나타나고 있다. 애기부들 3년차 재배 역시 토양에서는 Cr이 검출되지 않았으나 식물체에 축적된 결과는 재검토해야할 사항으로 보인다(Table 34).

Table 32. Accumulation of heavy metals in three species of cattails at field.

Species		heavy metal (mg · kg ⁻¹)						
		Cr	Cu	Ni	Zn	Pb	Cd	Hg
<i>T. orientalis</i>	Leaf	0.78	6.94	2.85	30.59	ND	ND	ND
	Shoot	0.64	7.27	2.72	25.76	ND	ND	ND
	Root	2.67	12.95	5.85	32.22	ND	ND	ND
	Soil	ND	2.51	0.67	4.21	ND	ND	ND
<i>T. angustata</i>	Leaf	0.85	10.17	2.79	36.35	ND	ND	ND
	Shoot	1.20	10.87	3.54	34.88	ND	ND	ND
	Root	1.60	6.95	9.42	46.37	ND	ND	ND
	Soil	ND	4.41	0.65	3.77	ND	ND	ND
<i>T. latifolia</i>	Leaf	1.20	5.61	2.94	22.66	ND	ND	ND
	Shoot	0.71	7.16	2.54	24.05	ND	ND	ND
	Root	2.81	10.95	9.98	68.80	ND	ND	ND
	Soil	0.21	3.11	1.00	4.35	ND	ND	ND

* field: 12 plant/2.25 m²

Table 33. Accumulation of heavy metals in three species of cattails cultured at plastic pot.

Species		Heavy metal ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)						
		Cr	Cu	Ni	Zn	Pb	Cd	Hg
<i>T. orientalis</i>	Leaf	1.24	9.34	8.64	44.04	ND	ND	ND
	Shoot	0.82	18.99	5.36	29.04	ND	ND	ND
	Root	2.30	25.59	7.23	55.30	ND	ND	ND
	Soil	2.95	2.98	4.63	5.89	ND	ND	ND
<i>T. angustata</i>	Leaf	1.07	8.30	5.53	40.77	ND	ND	ND
	Shoot	0.75	16.74	3.58	38.68	ND	ND	ND
	Root	2.85	23.16	7.36	24.47	ND	ND	ND
	Soil	2.60	3.36	3.74	5.51	ND	ND	ND
<i>T. latifolia</i>	Leaf	1.80	13.68	5.64	55.35	ND	ND	ND
	Shoot	1.15	13.25	4.89	35.43	ND	ND	ND
	Root	3.57	30.50	8.74	45.87	ND	ND	ND
	Soil	2.64	3.75	3.77	6.85	ND	ND	ND
Control	Soil	3.79	2.47	4.81	7.96	ND	ND	ND
Bed soil	Soil	3.67	2.02	4.81	5.65	ND	ND	ND

* Control: non-planted and watered commercial soil.

Bed soil: Commercial soil (부농상토)

Table 34. Accumulation of heavy metals in *T.angustata* cultured for 3 years at plastic house.

Species		heavy metal (mg · kg ⁻¹)						
		Cr	Cu	Ni	Zn	Pb	Cd	Hg
<i>T. angustata</i>	Leaf	1.31	9.03	3.40	55.47	ND	ND	ND
	Shoot	1.97	33.58	2.36	67.25	ND	ND	ND
	Root	1.62	42.63	3.23	41.22	ND	ND	ND
	Soil	ND	3.16	0.61	3.55	ND	ND	ND

2) Bio-filter로서의 수질오염 정화능 측정

혼합토(피트모스:펄라이트=1:1)를 이용하여 포트 재배한 후 식물체내의 중금속 함량을 조사한 결과이다. Cu는 대부분 잎에서 흡수된 양보다 뿌리에 머문 양이 더 많았고, 흡수된 총량을 볼 때는 애기부들에서 가장 많았다(Table 35).

Table 35. Mean Cu concentration(mg · kg⁻¹) in shoots and rhizomes of the three species of cattails cultured at solution added various heavy metal concentrations.

Species		Mean Cu concentration (mg · kg ⁻¹)					
		M	Nc	A	B	C	D
<i>T. orientalis</i>	Leaf	5.31	4.56	6.17	12.56	12.76	16.71
	Root	13.20	17.18	13.19	21.75	26.32	57.93
<i>T. angustata</i>	Leaf	13.80	11.02	9.27	8.04	12.55	17.46
	Root	13.40	12.30	27.08	26.95	30.78	73.20
<i>T. latifolia</i>	Leaf	19.66	4.74	46.07	27.12	24.68	13.49
	Root	9.01	21.01	14.22	6.45	9.43	50.90

* M = blank, Nc = Nitrogen control, * A~D=See the Table 3

Ni은 대부분 앞에서 흡수된 양보다 뿌리에 머문 양이 더 많았고, 흡수된 총량을 볼 때는 큰부들에서 가장 많았다(Table 36). Zn은 대부분 앞에서 흡수된 양보다 뿌리에 머문 양이 더 많았고, 흡수된 총량을 볼 때는 애기부들에서 가장 많았다(Table 37).

Table 36. Mean Ni concentration($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) in the leaves and rhizomes of the three species of cattails cultured at solution added various heavy metal concentrations.

Species		Mean Ni concentration ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)					
		M	Nc	A	B	C	D
<i>T. orientalis</i>	Leaf	2.40	1.41	8.71	12.15	16.16	24.48
	Root	1.48	5.06	6.55	11.26	14.57	30.82
<i>T. angustata</i>	Leaf	6.79	7.27	9.35	11.12	16.80	27.53
	Root	7.29	6.40	20.15	19.54	20.11	47.32
<i>T. latifolia</i>	Leaf	10.95	5.87	26.83	10.97	8.74	26.20
	Root	11.29	11.02	21.25	4.72	9.62	43.26

* M = blank, Nc = Nitrogen control. * A~D=See the Table 3

Table 37. Mean Zn concentration($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) in the leaves and root of the three species of cattails cultured at solution added various heavy metal concentrations.

Species		Mean Zn concentration ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)					
		M	Nc	A	B	C	D
<i>T. orientalis</i>	Leaf	24.33	20.86	44.50	104.11	124.80	219.41
	Root	21.65	31.39	70.92	221.70	237.59	373.74
<i>T. angustata</i>	Leaf	34.87	41.73	57.41	123.20	66.12	134.03
	Root	26.20	30.97	171.96	200.30	287.52	512.08
<i>T. latifolia</i>	Leaf	162.55	30.39	283.90	69.85	159.78	179.71
	Root	84.23	36.53	106.51	40.72	73.50	373.67

* M = blank, Nc = Nitrogen control. * A~D=See the Table 3

2. 부들의 가공기술 개발

가. 부들의 펄프가공

펄프 가공 시 부들의 전건량은 펄핑 후 감소하였다. 1차보다 2차 펄핑 후 전건량이 높은 것으로 조사되었으며 목재보다 수율이 낮은 편(24.3%)에 속한다(Table 38).

Table 38. Harvested rate of pulp from cattail biomass.

Cattails pulping	Before pulping	After pulping	Result(%)	Average(%)
	dry weight (g)	dry weight (g)		
I	400	81.2	20.03	
II	400	112.12	28.03	24.03

* Active alkali 12% sulfidity 20%

부들의 회분량은 펄핑 전에 높게 나왔으며(Table 39), 침엽수와 활엽수에서 부들과 섬유장을 비교하였을때 낮은 것으로 조사되었다(Table 40). 이것은 부들이 일반 목재보다 섬유장이나 섬유폭이 작아 특수지 제조로써의 활용이 가능하다는 것을 보여준다(Fig. 35). 또한 일반 종이와 부들을 혼합한 종이 질의 비교는 Fig. 36에 나타나있다.

Table 39. Ash measurement.

	Ash content(%)	Average(%)
Before Cattails pulping	6.30	5.35
	4.69	
	1.47	
After Cattails pulping	1.60	1.58
	1.67	

Table 40. Comparison of fiber length among cattail, soft wood and hard wood.

	Fiber length (mm)	Coarsness (mg/m)	shive	Fines contents (% in area)	Fines contents (% in length)
Softwood	1.914	0.1848	113.8	2.3	18.478
Hardwood	0.657	0.1289	100.7	9.862	29.868
Cattail	0.591	0.0492	163.1	9.2	39.59

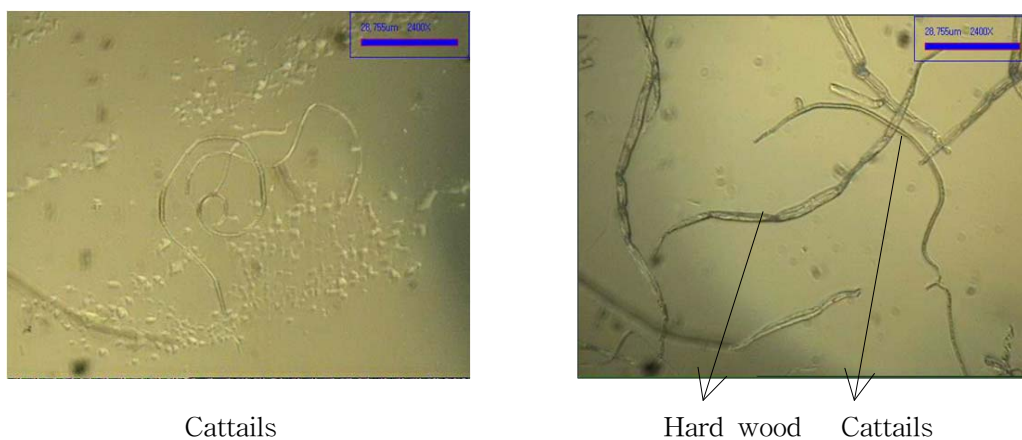


Fig. 35. Comparison of fiber length between cattail and hard wood.



Fig. 36. Comparison of pulp quality between basic pulp and cattail pulp.

나. 부들의 연료이용

1) Biomass에의 연료 이용

Table 41은 갈수기에 수확한 부들을 꽃대, 줄기, 잎으로 구분하여 연료효율을 조사한 결과이다. 부위별로 보면 꽃대는 줌부들이 가장 효율이 높았고 줄기, 잎에서도 줌부들이 가장 연료효율이 높은 것을 알 수 있다. 전체의 평균으로 따질 땐 줌부들, 큰부들, 애기부들 순으로 연료효율이 높았으며 벧짚과 비교하였을 때에는 커다란 차이를 보이지 않았다.

Table 41. Potential as a biomass fuel in three species of cattails and rice straw.

Part	Calories of dry mass (kcal/kg)			
	<i>T. orientalis</i>	<i>T. angustata</i>	<i>T. latifolia</i>	Rice straw
Flower stalk	4,610	4,380	4,474	
Stem	4,232	4,021	4,095	
Leaf	4,202	4,029	4,047	
Average	4,348	4,143	4,205	3,905

제 3 절. 결 론

1. 줄부들

우리나라 전역에 드물게 분포하는 종류로 줄기와 Rhizome의 생산량은 애기부들에 비해 많았으나 잎은 좁고 키가 작으나 부드러우며 사료적 기호성은 적었다. 꽃대의 크기 및 땅속줄기의 직경은 굵기가 가장 작아 salad를 이용한 식용적 이용가치는 작은 것으로 보였다. 특히 이삭의 크기가 세 종류 중 가장 작았으며 야외에서 채취된 개체당 생산량 비교에서도 애기부들의 1/4~1/5밖에 미치지 않아 꽃가루의 생산에서도 불리하였다. Biomass를 연료로 이용할 경우의 이용 효율은 애기부들과 큰부들에 비해 높았다. 따라서 경제작물로서의 재배적 이용가치는 애기부들 및 큰 부들에 비해 낮으나 biomass를 연료 및 기타의 가공품으로 이용할 수 있을 것으로 판단되었다.

2. 애기부들

우리나라에 가장 많이 자생하는 종류로 재배시험에서는 줄부들 및 큰부들에 비해 biomass의 생산량은 작은 것으로 나타났다. 잎은 줄부들이나 큰부들에 비해 두껍고 억센 재질감을 보이며 사료의 이용도 적합하지 않아 공예품의 이용 또는 펄프의 재료로 사용하는 것이 바람직할 것으로 보였다. 그러나 어린시기의 꽃대의 salad 이용 부위는 야외에서 6월 초순에 개체당 길이 15~30cm(15~30g)까지의 식용가용부위를 채취할 수 있었다. 꽃가루 역시 정제된 것을 개체당 0.7~1.5g정도까지 채취할 수 있었다. 실험재배에서 정식 2년째에는 평방미터당 60개정도가 꽃대를 형성하는 것을 관찰할 수 있었다. salad의 맛은 약한 오이냄새 비슷한 향을 갖고 담백한 특징이 있었다. 암술의 꽃꽂이 이용은 타 종류에 비해 애기부들의 모양이 가장 좋았으며 채취시기에 따라 다양한 크기의 재료를 얻을 수 있었다. 또한 야외에서는 8월 초순 이전에 채취할 경우에는 실내에 오래 방치하여도 솜털이 붙어있는 씨앗이 비산하지 않고 다음해에도 그 모양을 유지하였다. 그러나 꽃가루 수확을 위하여 수술을 채취한 경우에는 수정이 균일하게 일어나지 못하여 암술대의 표면이 딱 고르지 못한 양상을 보였다. Rhizome의 이용가치는 큰부들과 비슷하였다.

3. 큰부들

우리나라에서는 자생지를 발견하지 못했으나 줄부들 및 애기부들에 비해 biomass의 생산량이 많았다. 잎은 세 종류 중 가장 넓고 길었으며 애기부들에 비해 부드러운 특징을 갖고 있었다. 파종 당년에 화아분화되어 개화하는 개체도 있었으며 애기부들이나 줄부들에

비해 salad이용 부위가 가장 많이 수확되었고 향이 짙은 특성을 보였다. 꽃대의 모양은 좀부들과 비슷하게 수술과 암술이 떨어져 있지 않고 밀접해 있는 상태였으며 수술의 길이는 애기부들에 비해 아주 짧았으나 직경이 커 꽃가루의 양이 애기부들과 비슷하고 채취하기도 쉬웠다. 지하경의 굵기는 직경 16-19mm 에 달하고 생산량도 가장 많은 것으로 나타나 사료 및 식용으로 이용할 수 있는 가능성이 큰 것을 관찰할 수 있었다. 또한 큰부들은 다른 종류에 비해 포장재배 상태에서 11월 중순경까지 푸르름을 유지하고 있어 수질정화 식물로 이용할 수 있는 가능성이 다른 부들에 비해 더 큰 것으로 나타났다.

가. 부들종자는 20℃에 비해 25℃와 30℃에서 더 좋은 발아율을 보였고, 그리고 약광보다 강광하에서 좋은 발아율을 보였다. NaOCl용액(4% available chlorine)처리는 낮은 온도 및 약광에서의 발아를 크게 촉진시켰다. 좀부들 종자에 비해 애기부들종자가 낮은 온도 및 약광에서의 발아율이 더 좋은 것으로 나타났다.

나. 복합비료(N:P:K=11:17:17)를 수도작 기준(26kg/10a)으로 시비하였을 때 시비량이 1.5배까지 생육이 증가하였으나 2배인 경우 오히려 생육이 감소되었다. 재식밀도가 높고 시비량이 많을 경우 오히려 지상부 biomass의 생산량은 감소되는 경향이였다. 그러나 재식연도가 높아질수록 시비량에 의한 차이는 나타나지 않는 것으로 보아 무비재배도 가능할 것으로 보인다. 겨울철 야간 온도가 10℃로 유지되는 경우 애기부들의 생육은 가능하였고 20℃ 이상일 경우에는 생육이 활발하였다.

다. 부들은 이식한 이듬해에 개화를 하였다. 화분의 생산량은 재배초기엔 비료의 시비량이 많을수록 증가되었으나 재식밀도가 높고 시비량이 많은 경우 다소 감소되는 경향을 보였다. 재식연수가 높아질수록 시비량에 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

라. 부들 종류에 따른 생육비교 실험에서는 큰부들의 biomass의 양이 가장 많았고 고 활발하게 자랐고, 그 다음에 애기부들, 좀부들의 순이었다. 좀부들이 생육이 왜소한 반면에 다른 종류보다는 shoot의 발생수가 상당히 많았다. 지상부의 전체 건물중을 비교했을 때에는 좀부들이 애기부들보다 높은 것으로 나타났다.

마. 부들의 shoot수는 물 수위가 낮을수록 증가하는 경향이였으며 shoot의 길이는 비슷하였다. 큰부들의 경우 잎수가 16cm의 수위에서 증가되는 경향을 보였다. 지상부 생산량은

좁부들은 수위에 관계없이 비슷하고 애기부들은 깊을수록 낮아졌으며 큰부들은 수위가 8cm이하의 낮은 곳에서는 감소하였다.

바. 분얼지의 이식에 비해 묘의 이식이 활착이 좋고 초기 생육이 우수한 것으로 나타났다. 부들묘는 윗부분을 어느 정도 제거하여 수분이 마르지 않게 보존할 경우 이듬해 봄에 묘로 사용할 수 있었다.

사. 좁부들과 애기부들은 9월 20일에 황색으로 변화하기 시작해서 12월에는 전부 황색으로 변해서 고사된 상태를 보였으나 큰부들의 경우 12월 초순까지도 계속 녹색을 유지하여 큰부들의 내한성이 좁부들, 애기부들보다는 강하였다.

아. 수술의 꽃가루 채취시기는 6월에서 7월 사이였고, 좁부들은 11일, 애기부들은 15일, 큰부들은 29일로 큰부들에서 가장 오랜 기간 꽃가루를 채취할 수 있었다. 단위면적당 화분 생산량은 좁부들이 $30.71\text{--}53.57\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$, 큰부들이 $34.46\text{--}107.68\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ 으로 큰부들이 가장 많았고, 애기부들에서 3년차부터는 단위면적당 생산량이 무시비구에서도 시비구와 비슷하게 수확되는 것을 볼 수 있었고, 3년차 화분 생산량보다 4년차에서 3배 정도 증가되었다. 화분의 수집은 화분이 비산하기 전 수술 부위만을 채취하여 50℃이상에서 건조 후에 정선하는 것이 유리하였다.

자. 부들에서 salad의 이용부분은 화아분화가 이루어져 꽃대가 신장한 개체에서 많은 것으로 나타났다. 시비량이 많을수록 이용부위의 길이와 무게가 높아졌다. salad 부위의 생산기간이 7일 정도로 비교적 짧았고, 채취시간 경과시 기부에서부터 경화되어 수량이 감소하므로 5월말에 채취하는 것이 가장 좋았다. 엽초를 제거하지 않고 저장할 경우 4℃에서 2주간 가능하였고, 5℃에서 한 달간 저장할 경우 50%정도 이용 가능하였다.

차. 암술대의 이용은 좁부들이나 애기부들이나 경우 8월초까지의 수확에서는 1년 이상 보관되어도 솜털이 분리되는 경우가 없었다. 큰부들의 경우는 암술대의 크기가 너무 커서 관상적 가치가 적어 보였다. 수확량은 좁부들에서 가장 많은 분얼과 화아분화가 일어났다. 저장시 5℃에서는 잎의 푸르름이 25일 정도 지속되었으나 25℃의 상온에서는 4-5일 밖에 지속되지 못하였다. 암술대의 경우에서 암술 자체는 1개월이 지나도 별다른 변화를 찾아볼 수 없었으나 꽃대의 색깔이 황화되어 미관이 다소 떨어지는 경향을 보였다. 꽃대의 갈변은

온도가 높아질수록 쉽게 갈변하였고 큰부들에서 갈변이 더 쉽게 일어나는 현상을 보였다. 5℃의 저장에서 7월말에 채취했을 경우가 8월말에 채취했을 경우보다 암술대의 상태가 좋은 것으로 보아 8월 이후의 늦은 수확은 저장기간을 단축할 것이라 보인다.

카. 부들 biomass의 펄프이용 가능성은 목재에 비해 수율이 낮은 편이었으나 양질의 펄프로 확인되었고 연소 열량은 벚집에 비해 다소 높은 것으로 나타났다. 따라서 부들의 재배는 수질정화는 물론 식품재료의 이용, biomass의 활용 등에 많은 이점을 가지고 있어 농가에서 휴경답을 이용한 새로운 소득작물로 재배를 권장할 필요가 있다고 판단된다.

제 2 과제

식물체 부위에 따른 부들의 식품화 및 가공기술 개발

제 1 절. 재료 및 방법

1. 재 료

충남대학교 실습답과 충남지역에서 2004.4-2007.5년 재배하여 수확한 부들을 실험재료로 하였다.

2. 실험방법

가. 부위별 기호도 측정

애기부들, 쯤부들, 큰부들을 부위별로 채취하여 식용으로 하기에 적당한 것은 5점, 맛이 좋은 것은 10점, 식용으로 하기에 부적당한 것은 1점으로 관능검사를 실시하여 표기하였다.

나. 화분의 입도 분석

화분을 천일 건조하여 ethanol에 분산시켜 입도 분석기(Seishin LMS-30)로 입도 분포를 측정하여 입자 직경에 따른 비율로 표시하였다.

다. 화분의 전자 현미경 사진

천일 건조한 화분을 금 coating하여 SEM(Hitachi S-2350), Resolution 4.0nm, accelerating voltage 25kV, 배율 1000배로 촬영하였다.

라. 가공품의 texture 분석

제조된 다식, 쿠키의 texture 특성은 texture analyzer(TA XT-2, Stable Micro System Ltd., England)를 사용하여 TPA(texture profile analysis) test를 하였다. 측정 조건은 Table 42와 같다.

Table 42. Operation condition of texture measurement in pressed candy added with Cattail pollen.

Item	Condition
Setting mode	Measure Force in compression
Option	Distance format strain
Strain	40%
Pretest speed	3 mm/sec
Test speed	1 mm/sec
Post test speed	5 mm/sec
Probe type	25mm diameter cylinder(P/45)

마. 가공품의 색도 분석

화분을 Ring grinder로 분쇄하여 밀가루에 부들 3%, 6%, 9%, 12% 수준으로 첨가하여 빵, 송화가루에 부들화분 4%, 8%, 16%, 24%, 32% 수준으로 첨가하여 다식, 밀가루에 부들화분 4%, 8%, 16%, 24%, 32% 수준으로 첨가하여 쿠키를 제조한 후 Hunter value L, a, b(Minolta) 값을 측정하였다.

바. 일반 성분분석

애기부들, 쯤부들, 큰부들을 60℃에서 건조하여 조단백질은 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 법, 섬유소는 헨네베르크 스토오만 개량법, 화분은 550℃ 회화법, 가용성 무질소물(탄수화물)은 총량에서 일반 성분을 감하여 건물 중 %로 표시하였다.

사. 유리아미노산 분석

시료를 물로 마쇄하여 85℃에서 2시간 환류 추출하여 여과한 후 PICO-tag 방법으로 PITC labeling 하여 254nm에서 HPLC로 분석하였다. 분석 조건을 표시하면 다음과 같다.

System : Waters 1500 HPLC Pump

Waters 717 Automatic sampler

Waters 2487 Dual λ Absorbance detector

Column : Waters Pico-tag column (3.9 × 300 mm, 4 μ m)

Detector : Waters 996 photodiode array detector(PDA), 254 nm

Data analysis : Millenium 32 chromatography manager

Time	Flow	%A	%B
Initial	1.0	100	0
9.0	1.0	86	14
9.2	1.0	80	20
17.5	1.0	54	46
17.7	1.0	0	100
18.2	1.0	0	100
20.0	1.0	0	100
20.7	1.0	0	100
21.0	1.0	100	0
24.0	1.0	100	0
25.0	1.0	100	0

Solvent: *%A : 140 mM sodium acetate (6% acetonitrile)
 %B : 60% acetonitrile

아. 당류의 분석

시료를 증류수로 마쇄하여 85°C에서 2시간 환류 추출하여 0.45μm syringe로 여과 한 후 HPLC 로 분석하였으며 분석 조건은 다음과 같다.

System : Bio-LC DX-600(Dionex, USA)

Detection : ED50 with integrated amperometry

Column : Carbopac PA1(4.5x250mm, Dionex,Sunnyvale, CA, USA)
 with Carbopac PA1cartridge(4.5x50mm)

Time(min)	0.5M NaOH	Water	0.2M Na.OAc
0	20	80	0
3	20	80	0
13	20	0	80
19	20	80	0
30	20	80	0

Solvent: Flow rate: 1ml/min

자. 무기물, 중금속 분석

시료를 550-600℃에서 완전 회화하여 HNO₃ 로 용해하여 ICP/MS(Agilent 7500A)로 분석하였으며 분석 조건은 다음과 같다.

RF Frequency: 27MHZ

Plasma gas flow: 15 L/min

Nebulizer type: Babington Nebulizer(BN)

Cone condition:

-Sampling cone(Ni) : 1 mm

-Skimmer cone(Ni) : 0.4 mm

Spray chamber : water cooled

Peak pattern : Semi Quant

Integration time : 0.1 sec

차. Flavonoid 정량

부들 화분 2.5g에 methanol: water(50:50, V/V) 25ml 첨가하여 1시간 sonicate하고 30분 방치 후 3500rpm, 15분간 원심분리 한다. 원심분리 후 상정액을 취하여 0.45μm PVDF filter로 필터링 하여 HPLC에 10μl 주입 하였으며 분석조건은 다음과 같다 (Table. 43).

표준물질은 Rutin, Quercetin, Quercitrin, Kaempferol, isorhamnetin에 각각 methanol : water(50 : 50, V/V) 용액을 첨가하여 0.05%로 맞춰 사용하였다.

Table 43. Operating conditions for analysis of bitter principles by HPLC.

Apparatus	Youngrin M930
Column	Reversed phase : C18, 250×4.60mm, 45℃
Mobile phase	mobile phase A : acetonitrile, mobile phase B : 0.3% formic acid changed after 15minutes form 15:85 to 25:75
Flow rate	0.4ml/min
Detector	UV detector, 350nm

카. 생리활성 측정

애기부들 화분을 증류수와 ethanol 로서 70℃에서 환류 추출하여 농축한 후 동결건조하여 항산화능력과 SOD, 혈전용해능을 측정하였다.

1) 항산화활성

대두유 10g, 증류수 9g, Tween 80을 1g 가하여 10,000rpm에서 5분간 균질화 한 후 화분 추출물을 200, 500ppm의 농도가 되도록 첨가하여 60℃에서 저장하면서 경시적으로 과산화물가, 산가, TBA값을 측정하였다.

2) 과산화물가

과산화물가의 측정은 기준유지분석시험법과 I.U.P.A.C의 방법에 따라 측정하였다 즉 유지 1g을 chloroform 7ml와 acetic acid 10ml를 가하여 1분간 진탕, 용해한다. 포화 KI용액 1ml를 첨가하고 5분간 암실 조건하에서 반응 시킨 후 50ml의 증류수를 가하여 전분을 지시약으로 0.01N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 로 적정하여 POV를 계산한다.

$$\text{POV}(\text{meq/kg}) = \frac{10 \times (V_1 - V_0)}{S}$$

V_0 : blank test의 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 소비량

V_1 : 본 실험의 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 소비량

S : 시료량 (g)

3) Acid value

시료 1g을 benzene-ethanol 혼합용액 30ml에 용해하고 phenolphthalein을 지시약으로 하여 0.1N- KOH ethanol 용액으로 적정하여 유지 1g을 중화하는데 필요한 KOH mg수로 표시하였다.

4) TBA value

시료 0.1g을 n-butanol 25ml에 용해하고 이 용액 5ml와 TBA 시약 5ml를 혼합하여 95℃에서 2시간 가열한 후 530nm에서 흡광도를 측정하였다.

5) SOD의 활성도 측정

증류수 30ml에 시료 2g을 넣어 24시간 동안 실온에서 방치하여 추출액을 얻는다. 이 추출액에 3ml에 Tris-HCl buffer 3ml를 넣어 총 6ml를 만든 후 pyrogallol 용액 1.67ml를 넣고 하나는 바로 25℃에서 1시간 보관하고 다른 하나는 1M HCl 1ml를 첨가하여 각각의 흡광도를 잰다. Blank로 시료 대신 증류수에 Tris-HCl buffer 3ml를 넣고 pyrogallol 용액 1.67ml 넣어 25℃에서 1시간 보관하여 흡광도를 측정하였다. 실험에 의해 얻은 세 개의 흡광도 값을 이용하여 SOD의 활성도를 %로 표시하였다.

6) 혈전용해능 측정

가) 혈전용해성분 추출

(1) Ethanol과 Methanol에 의한 추출

가루 형태로 분쇄된 각각의 시료 10g을 flask에 담아 ethanol과 methanol 100ml을 가한 후 25℃의 일정한 온도로 유지되는 shaking water bath를 이용하여 24시간동안 추출하였다. 추출물은 glass filter(G3)로 여과하여 추출물과 잔사로 분리하고 분리된 잔사는 ethanol과 methanol를 이용하여 같은 과정을 반복함으로써 추출, 여과하였다. 최종적으로 얻어진 추출물은 cooling aspirator가 장착된 vacuum evaporator로 37℃에서 감압 농축하여 용매를 완전히 제거한 후 100mg/ml과 150mg/ml의 농도로 희석하여 분석에 사용하였다.

(2) 증류수에 의한 추출

가루 형태로 분쇄된 각각의 시료 10g을 flask에 담아 100ml의 증류수를 가한 후 Soxhlet법을 이용하여 30분간 실온과 45℃에서 얻고자 하는 성분을 추출 후 냉각하여 추출물을 원심분리기를 이용하여 상정등액을 얻었다. 다시 상정등액을 24시간동안 냉동시킨 후 동결 건조하여 얻은 시료에 0.01%의 증류수와 유기용매를 넣어 100mg/ml과 150mg/ml의 농도로 희석하여 분석에 사용하였다.

나) Fibrin plate 제조

10mM phosphate buffer (pH 7.8 0.15M NaCl)에 0.15%(W/W) Fibrinogen(sigma U.S.A)을 녹인 용액 5ml에 40 μ l thrombin(sigma U.S.A 20nih/ml, 100unit/ml) 용액을 잘 혼합한 후 1% Agarose 용액을 5ml 첨가하여 Petri dish에 분주한 후 30분간 방치하여 Fibrin plate를 제조하였다. Plate에 100 μ g/ml과 150 μ g/ml 농도의 점질물 용액을 각각 10 μ l를 적가하여 37℃에서 24시간동안 방치시킨 후 형성된 Fibrin lysed zone의 직경을 비교하여 fibrinolytic activity를 측정하였다.

3. 가공이용 제품 개발

부들의 각 부위 rhizome, stamen, 화분을 분쇄하여 분말화하고 이를 이용하여 가공제품을 제조하였다.

가. 부들화분 첨가 식빵제조

강력밀가루에 애기부들 화분, 쇼트닝, 분유를 배합하여 반죽을 한 다음 이에 효모를 넣고 일반상법에 따라 식빵을 제조하였으며 부들 화분을 첨가한 빵의 배합비는 다음과 같다 (Table 44).

Table 44. Mixture ratio for bread making adding cattail pollen.

Sample	Mixture rate				
	Control (g)	3% (g)	6% (g)	9% (g)	12% (g)
Strong flour	1000	970	940	910	880
Cattail pollen	0	30	60	90	120
Water	620	620	620	620	620
Yeast	50	50	50	50	50
Salt	15	15	15	15	15
Sugar	70	70	70	70	70
Shortening	60	60	60	60	60
Powdered milk	30	30	30	30	30

나. 부들 화분 첨가 다식 제조

애기부들 화분과 송화, 꿀을 원료로 하여 반죽하여 형틀에 넣어 다진 후 다식을 제조하고 배합비는 다음과 같다(Table 45).

Table 45. Mixture ratio for the manufacture of Cattail pollen pressed candy.

Sample (%)	Cattail pollen (g)	Pine pollen (g)	Honey (g)
Control	0	100	190
Cattail pollen 4	4	96	190
Cattail pollen 8	8	92	190
Cattail pollen 16	16	84	190
Cattail pollen 24	24	76	190
Cattail pollen 32	32	68	190

다. 부들화분 첨가 쿠키

밀가루에 버터, 설탕, 계란, 부들화분을 배합비를 달리하여 배합하고 반죽한 후 성형하고 180-200℃에서 구어서 부들화분 쿠키로 하였으며 배합비는 다음과 같다(Table 46).

Table 46. Mixture ratio for the manufacture of cookies adding cattail pollen.

Sample (%)	Cattail pollen (g)	Wheat flour (g)	Butter (g)	Sugar(g)	Egg(g)	Salt(g)
Control	0	100	65	70	54	1
Cattail pollen 4	4	96	65	70	54	1
Cattail pollen 8	8	92	65	70	54	1
Cattail pollen 16	16	84	65	70	54	1
Cattail pollen 24	24	76	65	70	54	1
Cattail pollen 32	32	68	65	70	54	1

라. 부들화분을 이용한 약용주 제조

추청 쌀 200g을 10시간 침지한 후 이에 부들 화분을 2%, 5%, 10%가 되도록 배합하고 평압에서 1시간 증자하고 냉각한 후 물 300ml, 조효소제 4g, 효모 1.4g을 유리병에 넣고 25℃에서 발효시키면서 경시적으로 알코올도수, 산도, pH, 색도를 측정하였다.

알코올도수는 발효 덩을 100ml을 취하고 증류 장치를 이용해서 100ml가 되도록 증류하여 알코올 비중계로 알코올 도수를 측정하였고 산도는 술덧을 여지로 여과하고 여액을 10ml 취하여 페놀푸탈렌을 지시약으로 하여 0.1N NaOH 용액으로 적정하였고 pH는 pH meter, 색도는 색차계로 Hunter L, a, b를 측정하여 표시하였다.

마. 부들 뿌리를 이용한 알코올 제조

부들뿌리를 건조하여 분쇄한 후 일반성분을 분석하였으며 부들뿌리 분말을 알코올 제조에 이용하기 위하여 쌀가루와 부들뿌리분말을 3 ; 1, 4 : 1의 비율로 혼합하여 증자한 후 냉각하고 물, 조효소제, 효모를 적당량 가하고 25℃에서 발효시키면서 경시적으로 알코올도수, 산도를 측정하였다.

바. 부들 shoot을 이용한 셀러드의 제조

셀러드 소재로 자주 쓰이는 양상추, 셀러리, 피망 등과 부들 shoot를 채취하기 위하여 셀러드를 제조하였으며 셀러드 소재의 일반성분을 분석하였다. 이 때 부들 shoot를 이용한

샐러드의 혼합비율을 보면 부들 shoot 100g, 양상추 100g, 샐러리 100g, 피망 50g을 기재로 하여 면실유, 식초, 식염을 적당히 혼합하여 dressing을 만들어 이용하였다.

4. 부들화분의 분쇄 및 발아시험

부들화분의 세포벽을 분쇄하기 위하여 건식나노 분쇄기(나노테크월드 사제.)를 이용하여 60-300nm로 분쇄한 것과 발아에 의한 세포벽을 용해시키기 위하여 화분을 발아 시험하였으며 발아배지는 sucrose 10%, boric acid 0.01%, magnesium sulphate 0.02%, potassium nitrate 0.01%, agar 1.0%를 용해하여 pH 6.0으로 조정하여 살균하고 petri dish 에 분주하여 배양액을 응고시킨 후 화분을 배지상에 고르게 살포하여 발아시켰다.

이 때 화분은 -18℃에서 보관하였다가 배지에 살포하기 1~2시간 전에 30℃에서 방치한 후 치상하여 25℃에 배양하면서 경시적으로 발아율과 발아형태를 현미경으로 관찰하였으며 무발아 화분을 대조구로 하여 발아 화분의 생리활성을 측정하였다.

5. 유통기간 확보방안

애기부들에서 꽃대가 신장된 어린시기에 채취된 재료를 15cm의 크기로 절단하여 15개씩 폴리에틸렌 백에 넣고 4℃의 냉암소에 보관하면서 우선 그 색도, 신선도, 무게 등의 변화상태를 조사하였다.

제 2절. 연구결과 및 고찰

1. 부들의 식품적 기호도 및 성분분석

가. 부들의 부위별 식미검사

애기부들(*T. angustata*), 쯤부들(*T. orientalis*), 큰부들(*T. latifolia*)의 부위별 식미 검사를 10명의 관능검사 요원에게 실시하여 얻어진 결과는 Table 47과 같았다. 큰부들의 줄기는 어린 꽃대를 사용하지 않고 줄기의 아래부위를 재료로 사용하였다.

Table 47. Sensory evaluation of three species of cattails.

Cattail species	Pollen	Stem (fresh)	Rhizome (powder)
<i>T. orientalis</i>	8.4	7.8	6.5
<i>T. angustata</i>	8.4	8.3	6.7
<i>T. latifolia</i>	8.2	9.1	6.6

있는 어린 경우에도 식용가치가 적고 사료로써 이용이 가능하였다. 줄기는 화분화가 일어나지 않은 개체에서의 salad용 재료는 극히 적었고 꽃대가 나온 개체에서 이용할 수 있는 부위가 많았다. 그러나 종류에 따라 생산량이 크게 차이가 있어 큰부들과 애기부들에서 유리하였고 쯤부들의 경우는 식물체의 크기가 작아 생산량이 적었다. 특히 큰부들의 경우는 다른 종류에 비해 오이냄새 비슷한 향을 가지고 있어 기호도가 더 좋은 것으로 나타났다. 뿌리는 조직이 너무 질겨 그대로는 식용하기가 어려웠으나 말린 다음 가루로 만들었을 경우 유리당의 함량이 많아 단맛을 나타내고 있어 섬유소가 많은 것을 감안할 경우 다이어트 식품 등으로의 이용이 가능할 것으로 보인다. 화분은 모두 식용이 가능하였으나 당년에는 애기부들만이 충분한 양이 채취되어 사용할 수 있었고 화분은 적당량을 설탕이나 전분등과 같은 부재료와 혼합하여 가공 제품을 만들면 상품화가 가능한 것으로 판단되었다.

나. 일반성분 함량

부들품종에 따른 부위별 일반 성분을 분석한 결과는 Table 48, 49, 50과 같았다. 단백질의 함량은 잎과 지하경과 있어서 애기부들이 제일 높았고 지방의 함량은 큰 부들이 제일 높았으며 섬유소의 함량은 줄기와 잎에서 높았고 지하경에서 낮게 나타났다. 종류간에 일반 성분의 함량이 차이가 약간 있었으나 이는 수확 시기가 많은 영향을 미치는 것으

로 생각된다. 또한 본 분석재료는 가을에 채취한 것을 사용한 것이기 때문에 salad로 이용할 수 있는 시기의 채취재료와는 많은 차이가 많을 것으로 예상된다.

Table 48. General composition of *T. orientalis* (% d.b).

Composition	Leaf	Stem	Rhizome
Crude protein	2.8	13.5	6.2
Crude fat	1.5	4.0	3.5
Crude fiber	30.3	27.6	13.9
Ash	11.4	3.6	23.3
Carbohydrate	53.8	51.2	53.0

Table 49. General composition of *T. angustata* (% d.b).

Composition	Leaf	Stem	Pollen	Rhizome
Crude protein	8.9	3.3	19.5	9.1
Crude fat	2.0	0.9	2.2	0.9
Crude fiber	38.5	41.9	0.8	15.8
Ash	8.2	10.7	3.5	5.9
Carbohydrate	42.2	43.0	73.9	68.2

Table 50. General composition of *T. latifolia* (% d.b).

Composition	Leaf	Stem	Rhizome
Crude protein	3.7	8.1	5.3
Crude fat	9.0	5.0	8.0
Crude fiber	27.8	33.6	12.2
Ash	5.9	5.5	7.1
Carbohydrate	53.4	47.6	57.3

다. 유리아미노산 함량

애기부들, 쯤부들, 큰부들의 부위별 유리 아미노산 함량을 측정한 결과는 Table 51, 52, 53과 같다.

유리아미노산의 함량은 부위별로 심한 차이를 나타내었고 뿌리가 가장 높았으며 화분, 잎, 줄기 순이었다. 애기부들의 뿌리에서는 asparagine, cystine, aspartic acid 순이었고 화분에서는 glutamic acid, glutamine의 순이었고 잎과 줄기에 있어서는 화분과 지하경에 비하여 함량이 매우 낮았다. 큰부들과 쯤부들의 유리아미노산 함량은 뿌리에서 rhizome이나 줄기에 비하여 함량이 높아 뿌리에서 asparagine 이 가장 높았고 threonine의 순이었으며 아미노산 종류에 따라 함량의 차이가 심하였다.

Table 51. Contents of free amino acid of *T. orientalis*.

Amino acid	Stem	Root	Rhizome
Cys	8.2	651.0	0.2
Asp	4.4	1202.9	25.4
Glu	27.7	229.1	16.3
Asn	12.1	358.1	100.1
Ser	-	82.5	52.6
Gln	17.0	203.9	29.4
Gly	11.7	79.5	17.1
His	1.1	101.1	7.6
Arg	1.3	591.1	15.2
Thr	5.2	1300.2	40.8
Ala	7.2	198.3	49.4
Pro	19.3	403.6	89.0
Tyr	2.7	64.8	4.5
Val	5.1	63.9	12.5
Met	0.6	37.6	1.0
Cys2	0.03	10.8	0.2
Ile	3.5	24.7	6.6
Leu	4.1	37.6	4.1
Phe	2.3	20.8	3.2
Trp	1.0	87.1	50.8
Lys	0.4	30.1	6.0

* ($\mu\text{mol}/100\text{g d.b.}$).

Table 52. Contents of free amino acid of *T. angustatae*.

Amino acid	Pollen	Leaf	Stem	Rhizome
Cys	274.8	94.1	79.7	741.8
Asp	334.4	119.5	72.8	468.2
Glu	576.3	162.0	105.4	265.7
Asn	219.6	30.2	59.2	1369.5
Ser	183.8	31.8	27.6	795.1
Gln	377.7	40.0	8.8	1578.4
Gly	75.2	7.9	1.0	84.2
His	91.4	0.5	0.2	35.8
Arg	23.0	167.0	26.4	101.4
Thr	46.6	142.4	24.8	19.4
Ala	226.0	86.3	25.4	243.1
Pro	89.6	16.8	9.6	82.3
Tyr	211.2	26.9	15.3	35.0
Val	315.4	31.2	15.5	120.2
Met	90.0	21.6	9.6	17.4
Cys2	5.2	0.4	3.9	1.0
Ile	94.3	29.5	9.5	47.9
Leu	49.2	22.5	6.2	49.2
Phe	49.0	21.2	5.4	41.7
Trp	100.2	34.0	24.1	33.2
Lys	71.0	16.8	5.4	18.2

* ($\mu\text{mol}/100\text{g d.b.}$).

Table 53. Contents of free amino acid of *T. latifolia*.

Amino acid	Stem	Root	Rhizome
Cys	12.6	56.4	9.9
Asp	1.6	226.0	24.8
Glu	5.4	69.4	21.6
Asn	2.6	1437.2	109.7
Ser	2.5	109.9	31.5
Gln	10.1	568.9	115.7
Gly	1.7	79.6	9.2
His	3.6	74.1	22.6
Arg	2.0	391.3	16.6
Thr	0.9	1158.2	8.2
Ala	3.5	237.1	62.4
Pro	4.2	751.5	141.6
Tyr	5.0	87.7	9.1
Val	4.1	110.1	21.1
Met	3.8	24.4	3.2
Cys2	0.1	1.3	0.1
Ile	1.9	75.0	12.1
Leu	2.8	82.2	6.9
Phe	1.4	34.0	6.4
Trp	0.9	79.6	8.4
Lys	0.4	70.9	2.6

* ($\mu\text{mol}/ 100\text{g d.b}$).

라. 무기물 함량

부들 품종에 따른 부위별 무기물 함량을 측정한 결과는 Table 54, 55, 56과 같다.

Table 54. Mineral contents of *T. angustata*.

Mineral	Pollen	Leaf	Stem	Rhizome
Na	14.7	152.4	332.4	142.4
Mg	73.3	53.3	53.3	76.7
Al	1.1	6.3	5.0	5.3
Si	0	6.6	6.2	10.9
K	399.7	669.7	800.0	666.4
Ca	46.3	236.3	833.0	236.3
Mn	3.3	1.7	5.7	1.7
Fe	2.9	16.8	6.4	6.8
Cu	0.6	0.5	0.1	0.5
Zn	1.8	0.1	0.5	1.0
Sr	0.6	3.2	10.3	3.2

* (mg/ 100g d.b)

Table 55 Mineral contents of *T. latifolia*.

Mineral	Stem	Root	Rhizome
Na	139.6	259.6	41.6
Mg	94.0	65.0	55.0
Al	83.0	82.9	8.3
Si	159.1	219.1	16.1
K	838.7	1198.7	538.7
Ca	118.7	178.7	62.7
Mn	15.0	10.0	9.1
Fe	70.4	58.4	11.4
Cu	2.2	3.8	0.5
Zn	2.8	2.4	1.1
Sr	3.2	4.2	1.1

* (mg/ 100g d.b).

Table 56. Mineral contents of *T. orientalis*

Mineral	Stem	Root	Rhizome
Na	139.6	59.6	59.6
Mg	44.0	40.0	40.0
Al	5.5	2.0	5.5
Si	24.1	14.1	13.1
K	928.7	368.7	658.7
Ca	538.7	398.7	41.7
Mn	23.0	17.0	7.1
Fe	5.7	2.9	5.2
Cu	0.3	0.2	0.5
Zn	1.2	0.9	0.8
Sr	6.1	4.9	50.8

* (mg/ 100g d.b).

애기부들의 부위별 무기물 함량은 칼륨이 화분에서 0.4% 정도로서 가장 높았고 기타의 무기질의 함량은 매우 낮았으며 줄기에서는 칼륨과 칼슘이 0.8%정도 이었고 다음이 나트륨이었다. 잎과 지하경에서의 무기물은 칼륨, 칼슘, 나트륨의 순이었다.

함량이 매우 달라 쯤부들의 지하경에는 칼륨이 높았고 뿌리는 칼슘의 함량이 더 높았다. 큰부들의 부위별 무기물 함량은 칼륨이 대부분을 차지하였고 칼슘이 상대적으로 적다.

마. 중금속 함량

부들 품종에 따른 부위별 중금속 함량을 측정한 결과는 Table 57, 58, 59과 같다.

Table 57. Heavy metal contents of *T. orientalis*

Heavy metal	Stem	Root	Rhizome
Cr	0.83	0.64	0.28
Ni	0.64	0.44	0.12
Cd	0.023	0.19	0.21
Hg	0.0009	0.0006	0.0009
Pb	0.26	0.28	0.052

* (mg/ 100g d.b).

Table 58. Heavy metal contents of *T. anguatata*.

Heavy metal	Pollen	Leaf	Stem	Rhizome
Cr	0.01	0.059	0.046	0.041
Ni	0.15	0.045	0.052	0.039
Cd	0.01	0.0035	0.0041	0.002
Hg	0.0006	0.00083	0.00083	0.0014
Pb	0.14	0.19	0.11	0.26

* (mg/ 100g d.b)

Table 59. Heavy metal contents of *T. latifolia*.

Heavy metal	Stem	Root	Rhizome
Cr	0.25	0.22	0.85
Ni	0.20	0.16	0.096
Cd	0.0065	0.0024	0.0047
Hg	0.001	0.0009	0.001
Pb	0.064	0.025	0.064

* (mg/ 100g d.b).

부들 품종에 따른 부위별 중금속의 함량 Cr, Ni은 줄부들이나 큰부들이 애기부들에 비하여 매우 높았으며 Cd은 다른 중금속에 비하여 매우 낮았으며 줄부들이 큰부들이나 애기부들에 비하여 매우 높았다. Hg은 검출한계 수준이었으며 품종과 부위에 따라 심한 차이를 나타내지 않았다. Pb는 줄부들이 가장 높았으며 부들의 종류간에 큰 차이가 인정되지 않았다. 줄부들과 큰부들에서 Cr과 Ni의 함량이 다소 많았던 원인은 뚜렷하게 추정되는 바는 없어 더 진전된 연구를 필요로 하였다.

바. 애기부들의 유리당 함량

애기부들의 부위별 유리당 함량을 측정한 결과는 Table 60과 같다.

Table 60. Contents of free sugar of *T. angustata*

Free sugar	Glucose	Fructose	Sucrose
Pollen	2.40	22.30	13.77
Stem	1.40	0.98	0.69
Rhizome	2.90	2.70	1.90

* (g/ 100g d.b)

애기부들 화분의 유리당 함량은 38%로서 감미가 매우 높았고 특히 과당의 함량이 높았다. 뿌리에는 7.5% 정도의 유리당이 존재하였으며 줄기에서는 매우 낮았고 포도당은 1.4% 수준이었다.

사. 부들shoot의 성분

부들 shoot를 관능검사 결과 맛과 조직감이 우수하여 셀러드 소재로 이용하는 것이 적당할 것으로 판단되어 셀러드의 소재로 많이 쓰이는 양상추, 셀러리, 피망 등의 성분과 대비하여 부들 shoot의 일반성분을 표시하면 Table 61, 62와 같다.

Table 61. General composition of cattail shoots.

Composition	Species		
	<i>T. orientalis</i>	<i>T. augustata</i>	<i>T. latifolia</i>
Moisture	94.2	90.7	94.6
Crude protein	2.8	8.4	14.4
Crude fat	2.5	1.0	2.1
Free sugar	14.4	15.4	13.8
Crude fiber	12.3	18.4	11.2
Ash	14.8	4.3	17.9
Nitrogen free extract	53.2	52.5	40.6

* (% dry basic except moisture)

Table 62. General composition of source of salads.

Composition	Fresh vegetables				
	head lettuce	celery	carrot	onion	sweet pepper
Moisture	95.8	4.8	89.5	90.1	94.0
Crude protein	0.9	0.7	1.1	1.0	0.7
Crude fat	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Carbohydrate	2.3	2.7	7.8	8.0	3.7
Cellulose	0.5	0.9	0.8	0.4	1.0
Ash	0.4	0.8	0.7	0.4	0.4

* (g of fresh vegetables 100 g)

부들 shoot의 K 함량은 181-310 mg%이었고 Ca 함량은 58.8-75.6 mg%, Na이 13.7-36.4 mg%이었다. 부들 shoot의 일반성분 중 단백질은 큰부들이 가장 높았으며 줄부들이 낮아서 품종간에 큰 차이를 나타내었다(Table 63). 유리당은 13.8-15.4 mg%로서 품종간에 큰 차이가 없었고 조섬유는 11.2-18.4 mg% 로서 품종간에 큰 차이가 있었으며 큰부들이 가장 높았고 애기부들이 가장 낮았다. 애기부들의 단백질, 섬유소 함량이 높아 셀러드 소재로서 가장 우수하였다(Table 64).

Table 63. Mineral contents in cattail shoot.

Element	Shoot		
	<i>T. orientalis</i>	<i>T. augustata</i>	<i>T. latifolia</i>
Ca	75.6	58.8	61.0
K	238.0	181.0	310.0
Mg	19.9	10.8	20.6
Mn	4.3	0.9	7.5
Na	13.7	36.4	18.9
Zn	0.3	0.4	0.3

* (mg/100g of fresh sample)

Table 64. Free sugar contents of cattail shoot.

Species	Glucose	Fructose	Sucrose	Maltose	Total sugar
<i>T. orientalis</i>	0.1	0.3	t	t	0.4
<i>T. augustata</i>	0.3	0.3	0.2	t	0.8
<i>T. latifolia</i>	t	0.2	t	t	0.2

* (% of fresh sample)

부들 shoot의 총 유리아미노산은 쯤부들이 277mg%, 애기부들이 121mg%이었으며 면역 활성을 높여주고 혈압강하 활성이 높다고 알려진 GABA함량이 50% 이상을 점하고 있어 매우 유용한 기능성 식품 소재로 판단된다(Table 65).

Table 65. Free amino acid contents of cattail shoot.

Amino acid	Species		
	<i>T. orientalis</i>	<i>T. augustata</i>	<i>T. latifolia</i>
Alanine	29.1	7.6	8.7
Glycine	7.7	4.3	-
Valine	11.3	6.9	5.1
Leucine	7.6	3.7	8.6
Isoleucine	6.4	3.4	6.9
Threonine	13.1	8.7	-
GABA	148.1	47.8	82.4
Proline	10.4	3.7	7.7
Aspartic acid	19.5	18.0	-
Methionine	-	5.1	-
Glutamic acid	6.3	-	6.8
Phenylalanine	6.5	1.8	2.9
Histidine	-	-	-
Tyrosine	11.0	9.3	-
Total amino acid	277.1	121.0	129.0

* (mg/100g of fresh sample)

샐러드는 소재에 따라 채소로, 제공 방법에 따라 주로 서양식에서 차림메뉴 구성이 되는 simple salad와 뷔페식 salad인 복합샐러드로 분류할 수 있다. 샐러드는 과일, 채소 등과 같은 base와 dressing으로 구성된다. 부들의 뿌리, 줄기, 잎은 섬유소의 함량이 높아 조직이 거칠므로 샐러드나 김치, 피클 등에 이용하기가 어려운 것으로 판정되었다. 그러나 부들 shoot는 성분, 조직감, 식미 등이 양상추 등과 비슷하여 복합샐러드로 이용하면 좋을 것으로 생각한다.

그밖에 김치, 피클의 제조에 있어서 부들 shoot를 발효시키면 조직이 너무 연하여 조직 연화현상이 빠르고 붕괴되므로 물김치에 이용하면 적당하다고 생각한다.

아. 부들화분의 성분

품종별 부들 화분의 일반성분, 회분, 지방산 조성, 유리당, 유리아미노산을 측정 한 결과는 Table 66, 67, 68, 69, 70과 같다.

Table 66. General composition of cattail pollens

Composition	Species		
	<i>T. orientalis</i>	<i>T. augustata</i>	<i>T. latifolia</i>
Moisture	12.7	13.2	12.8
Crude protein	15.7	17.8	15.7
Crude fat	1.3	1.3	1.3
Free sugar	7.6	7.7	7.5
Crude fiber	18.6	18.6	14.7
Ash	3.4	4.9	4.9
Nitrogen free extract	53.4	49.7	55.9

* (% d.. b.)

Table 67. Mineral contents in cattail pollens.

Element	Pollen		
	<i>T. orientalis</i>	<i>T. augustata</i>	<i>T. latifolia</i>
Ca	48.6	47.4	45.0
K	354.0	478.0	492.0
Mg	51.6	54.6	54.4
Mn	14.4	0.2	9.9
Na	10.1	20.4	11.4
Zn	0.1	0.4	0.3

* (mg/100g of fresh sample)

Table 68. Fatty acid compositions in cattail pollens.

Fatty acid	Pollen		
	<i>T. orientalis</i>	<i>T. augustata</i>	<i>T. latifolia</i>
Palmitic acid (C16:0)	22.41	30.97	28.22
Stearic acid (C18:0)	1.58	1.86	1.57
Oleic acid (C18:1)	6.42	5.47	2.42
Linoleic acid (C18:2 n6)	36.92	47.83	48.47
Linolenic acid (C18:3 n3)	3.75	3.09	4.26
Arachidic acid (C20:0)	0.94	0.58	0.58
Eicosenoic acid (C20:1)	1.94	0.44	0.32
Eicosadienoic acid (C20:2)	14.76	4.82	9.14
Docosadienoic acid (C22:2)	3.09	0.92	1.97
DPA (C22:5 n3)	2.32	1.21	1.36

* (% of crude lipid)

Table 69. Free sugar contents of cattail pollens.

Species	Glucose	Fructose	Sucrose	Maltose	Total sugar
<i>T. orientalis</i>	1.3	1.8	t	t	3.5
<i>T. augustata</i>	0.1	3.4	t	0.6	4.1
<i>T. latifolia</i>	0.2	1.0	6.5	t	7.7

* (% of fresh sample)

Table 70. Free amino acid contents of cattail pollens.

Amino acid	Species		
	<i>T. orientalis</i>	<i>T. augustata</i>	<i>T. latifolia</i>
Alanine	181.3	363.9	61.7
Glycine	22.9	60.8	18.7
Valine	-	44.2	4.5
Leucine	-	19.9	-
Isoleucine	-	6.5	-
Threonine	-	102.7	-
GABA	323.8	542.8	106.6
Proline	71.2	204.5	39.8
Aspartic acid	75.1	46.4	23.4
Methionine	-	15.2	-
Glutamic acid	135.1	316.1	66.0
Phenylalanine	5.2	45.4	-
Histidine	47.3	85.7	-
Tyrosine	44.6	68.7	12.0
Total amino acid	906.6	1923.0	332.6

* (mg/100g of fresh sample)

부들화분의 일반성분 중 단백질은 15.7-17.8%, 지방은 1.3%, 유리당은 7.5-7.7%, 회분은 3.4-4.9%로서 품종 간에 차이가 크지 않았다.

무기질은 K, Mg, Ca, Na 순이었으며 품종간에 큰 차이가 없었고 Mn은 0.2-14.4 mg/100g 로서 쯤부들이 가장 높았고 애기부들이 가장 낮았다.

지방산 조성은 linoleic, palmitic, oleic, linolenic acid 순으로서 품종간에 큰 차이는 인정되지 않았으며 docosadienoic, eicosaenoic, eicosadienoic acid는 품종간에 차이가 크게 나타났고 불포화지방산은 67.2-76.0%로서 매우 높았다. 총 유리당은 큰부들이 7.7%, 애기부들이 4.1%, 쯤부들이 3.5%순이었으며 유리당의 조성은 품종 간에 큰 차이가 있어 큰부들은 sucrose의 함량이 매우 높았고 쯤부들과 애기부들에서는 흔적으로 나타났다. 애기부들화분의 유리당은 fructose, maltose, glucose순이었고 쯤부들은 fructose, glucose순이었으며 큰부들은 sucrose, fructose, glucose 순이었다. 이와같은 결과는 화분 중에 존재하는 가수분해 효소의 활성에 기인되는 것으로 생각된다.

총 유리아미노산 함량은 애기부들 화분이 1,923mg%, 줌부들이 907mg%, 큰부들이 333mg%로서 품종간에 큰 차이를 나타내었고 유리아미노산의 조성은 모든 품종이 GABA, alanine, glutamic acid, proline의 순이었다.

자. 부들화분의 크기 및 형태

애기, 줌, 큰부들 공시 품종의 화분 입자크기와 입도분포를 측정한 결과는 Table 71과 같다. 애기부들의 화분 입자의 평균크기는 21.7 μ m, 줌부들은 27.4 μ m, 큰부들이 32.2 μ m 순이었으며 애기부들 화분의 입도분포는 16.0-23.3 μ m의 것이 60% 이상이었으며 줌부들은 19.7-23.3 μ m의 것이 가장 많았고 큰부들은 27.6-32.8 μ m의 것이 가장 많았으며 화분의 모양은 Fig. 37, 38, 39에서와 같이 품종간에 차이는 인정되지 않았으며 광학현미경 상으로 타원형이었으나 전자현미경상으로는 검경시료 제조 과정 중 건조에 의한 수분증발로 주름이 생기거나 움푹 파여 있었다.

Table 71. Fraction of particle diameter in Cattail pollens.

Size(μ m)	Species		
	<i>T. orientalis</i> (%)	<i>T. augustata</i> (%)	<i>T. latifolia</i> (%)
11.8	3.2	4.9	0.0
14.0	8.0	13.0	0.0
16.0	12.5	19.9	1.5
19.7	15.2	22.3	9.9
23.3	15.5	19.4	18.6
27.6	13.8	13.1	23.5
32.8	11.3	6.3	22.2
38.9	8.7	1.3	15.6
46.1	6.3	0.0	7.5
54.6	3.8	0.0	1.2
64.8	1.5	0.0	0.0
Average size	27.4 μ m	21.7 μ m	32.2 μ m

* (%)



Fig. 37 Electron microscope photograph of *T. orientalis*.



Fig. 38. Electron microscope photograph of *T. augustata*.

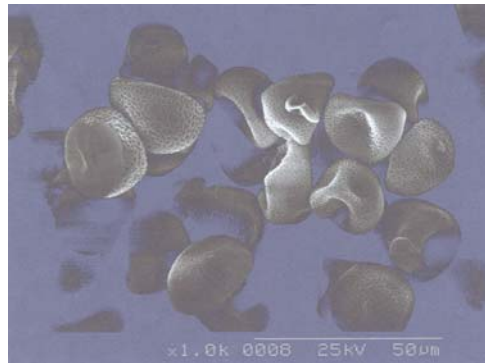


Fig. 39. Electron microscope photograph of *T. latifolia*.

타. 부들화분의 flavonoid 정량

부들 중에 함유된 생리활성 물질은 주로 화분에 존재하는 것으로 알려져 있으며 화분의 생리활성은 지혈작용, 암 전이억제작용, 항산화작용, 혈관확장 효과, 진정효과, 심장혈관확장제의 작용이 있는 것으로 알려져 있으며 quercitrin, isorhamnetin, rutin과 같은 flavonoid가 이와 같은 작용을 하는 것으로 밝혀져 있어 부들화분과 초미쇄 분쇄화분의 flavonoid을 HPLC로 분석한 결과는 Fig. 40, 41과 Table 72와 같다.

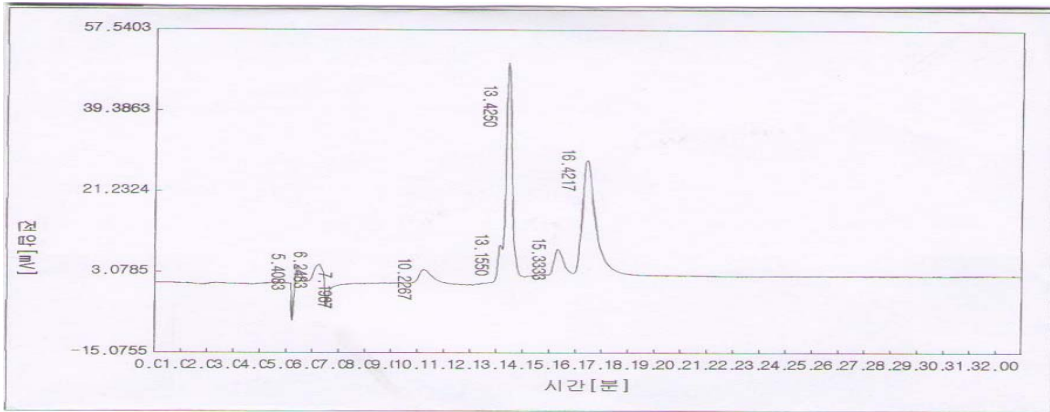


Fig. 40. High performance liquid chromatogram of flavonoid in extract of cattail pollen powder grinded by nano pulverizer.

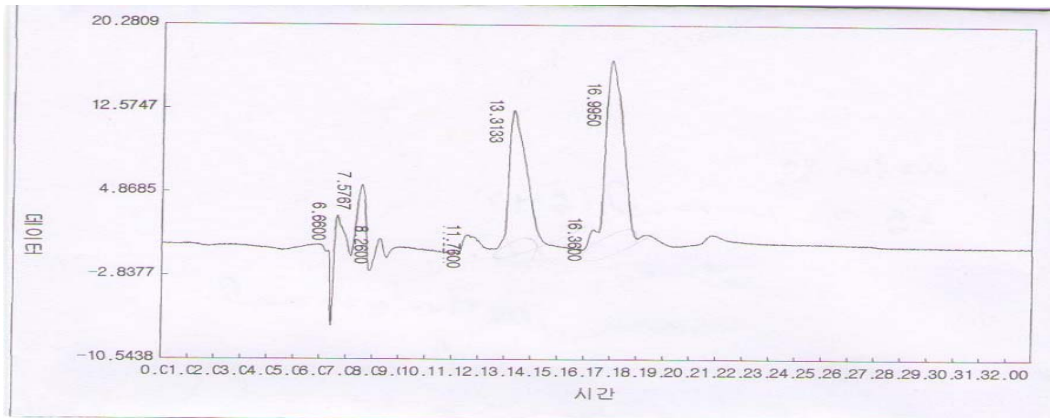


Fig. 41. High performance liquid chromatogram of flavonoid in extract of cattail pollen powder.

Table 72. Flavonoid content of cattail pollen extract.

Cattail pollen	Rutin	Quercetin
Pulverized cattail pollen extract	14.7	185.7
Cattail pollen extract	9.4	169.3

* (mg/ 100g cattail pollen)

부들화분 중의 flavonoid 는 quercetin이 169-186 mg%로서 대부분을 차지하였고 rutin이 9.4-14.7mg%이었다. 화분을 단단한 세포벽으로 둘러 싸여 있어서 화분 내용물의 추출이 어려워 초미쇄 분쇄하여 flavonoid 함량을 측정된 결과 미처리한 화분에 비하여 rutin은 60% 정도, quercetin은 10% 정도 증가하였다. 이는 화분을 초미쇄함으로서 세포벽에 붙어있던 flavonoid가 쉽게 추출되어졌기 때문이라고 생각된다.

2. 부들화분(포황)의 생리활성

가. 항산화활성

부들화분 ethanol 추출물을 농축하여 대두유에 400ppm의 농도가 되도록 첨가하고 60℃, 140℃에서 저장하면서 경시적으로 과산화물가, 산가, TBA값을 측정된 결과는 Fig. 42, 43, 44, 45, 46과 같다.

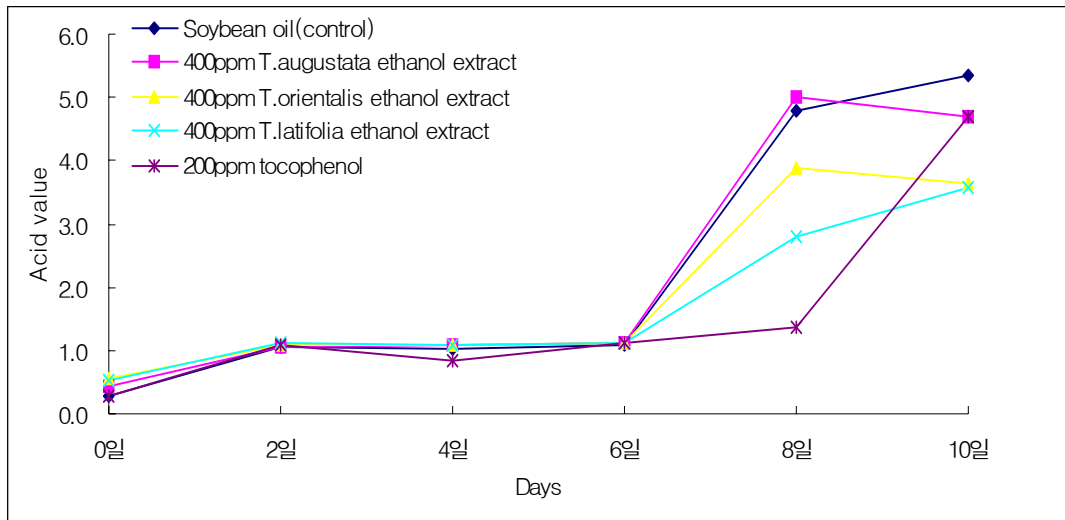


Fig. 42. Changes of acid value during the storage of soybean oil containing cattail pollen extracts at 60°C.

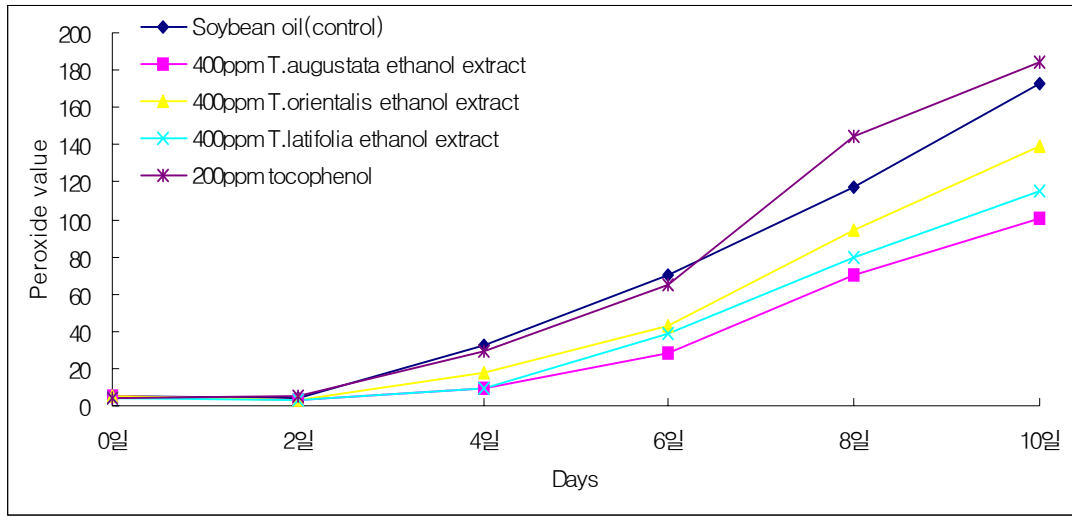


Fig. 43. Changes of peroxide value during the storage of soybean oil containing cattail pollen extracts at 60°C.

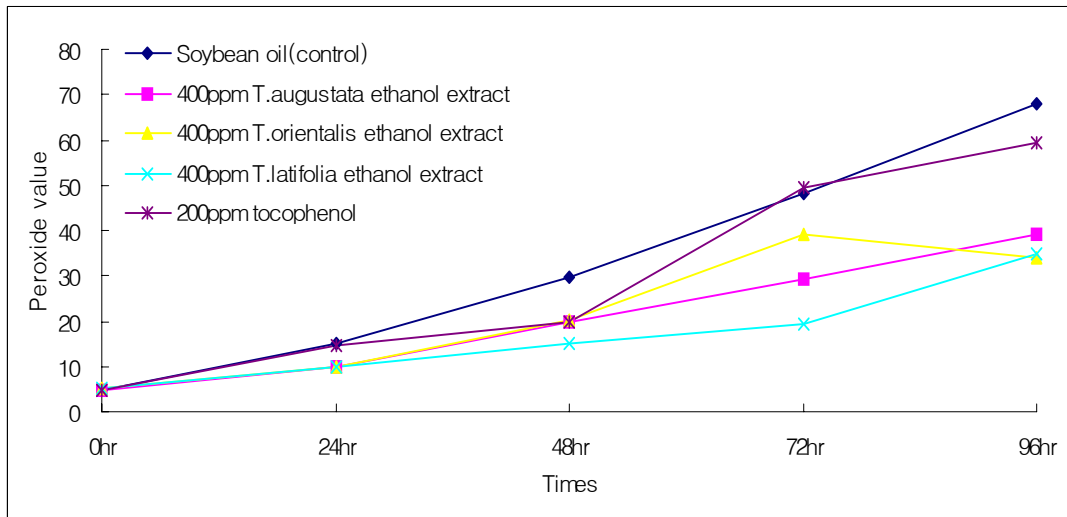


Fig. 44. Changes of peroxide value during the storage of soybean oil containing cattail pollen extracts at 140°C.

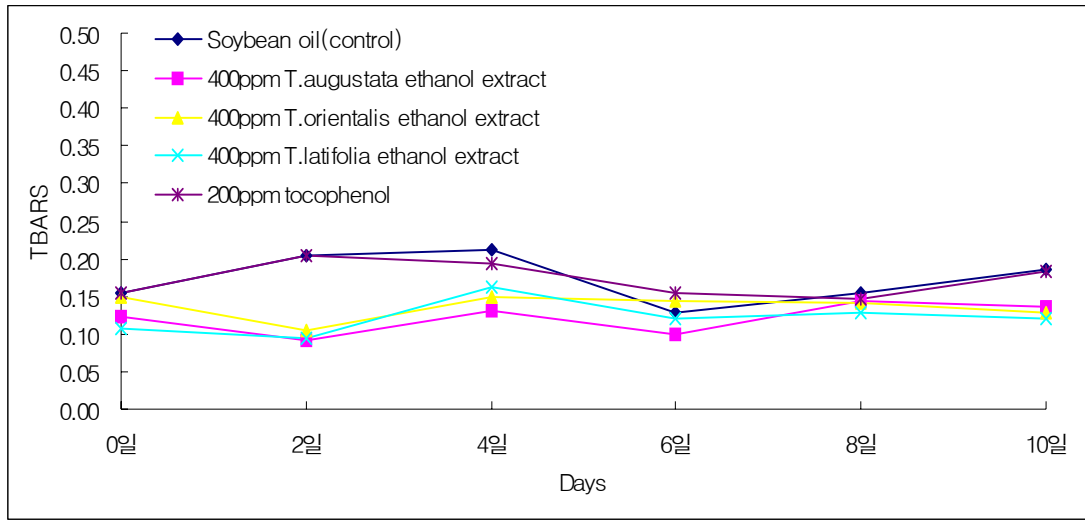


Fig. 45. Changes of TBA value during the storage of soybean oil containing cattail pollen extracts at 60°C.

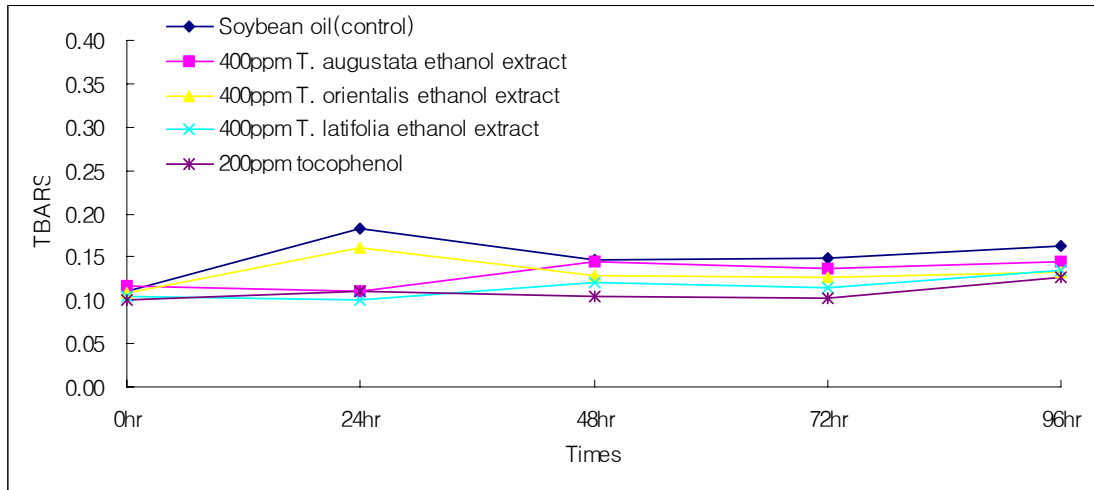


Fig. 46. Changes of TBA value during the storage of soybean oil containing cattail pollen extracts at 140°C.

대두유에 부들화분 추출물을 가하여 60°C에서 저장하면서 산가를 측정하였을 때 무첨가구는 6일째부터 급격히 증가하였으며 화분 추출물 첨가구에서는 8일째부터 증가하여 10일에 무첨가구의 산가는 5.3, 애기부들 4.7, 줌부들 3.7, 큰부들 3.6순으로 나타났다. 140°C에

서 산가의 변화는 가수분해 형태의 산화이기 때문에 고온에서 효소가 파괴되어 큰 차이가 없을 것으로 판단하여 측정하지 않았다.

60℃에서 무침가구의 과산화물가는 2일째부터 변화하기 시작하였으며 화분 추출물 첨가구에서는 4일부터 변화하기 시작하여 10일 경과후에는 무침가구 173, 쯔부들 139, 큰부들 115, 애기부들 100으로 나타났다. 140℃에서 저장한 대두유는 24시간부터 변화가 일어났으며 96시간 경과후의 과산화물가는 무침가구가 68, 화분 추출물 첨가구는 34-39로서 화분 추출물의 항산화활성이 높았고 품종간에 차이가 인정되지 않았다.

TBA값은 유지의 자동산화에 의한 산패정도를 나타내는 값으로서 산화유지로부터 생성된 malon aldehyde는 TBA시약과 반응하여 적색의 복합체를 형성하게 된다. TBA값은 열처리과정 중에 과산화물이 감소하면서 TBA값이 증가하는 것이 일반적이거나 본 실험에서는 이러한 변화 양상을 나타내지 않았다. 화분 추출물의 TBA 값은 무침가구에 비하여 약간 낮았으나 품종 간에 차이는 인정되지 않았다. 부들화분 추출물이 유지에 대한 항산화력이 높은 것은 flavonoid의 일종인 quercetin의 함량이 높는데 기인되는 것으로 판단된다.

나. Superoxide dismutase 활성

애기부들의 부위별 물, ethanol 추출물의 SOD 활성을 측정한 결과는 Table 73과 같았다.

Table 73. Superoxide dismutase activity of water and ethanol extracts of cattail (*T. augustata*).

Cattail extracts		SOD activity
Pollen	water extracts	86
	ethanol extracts	28
Leaf	water extracts	34
	ethanol extracts	19
Stem	water extracts	25
	ethanol extracts	5
Rhizome	water extracts	62
	ethanol extracts	22

* (%)

부들 부위별 추출물의 SOD 활성은 화분 추출물이 가장 높았으며 지하경, 잎, 줄기 순이었고 일반적으로 ethanol 추출물이 낮은 것으로 나타났으며 이는 추출용매인 알코올에 의하여 효소가 변성을 일으켜 SOD활성이 급격히 저하하는 것으로 판단된다.

다. 혈전 용해능 (Fibrinolytic activity)

애기부들 화분, 청국장, 은행잎에 증류수와 ethanol을 가하여 추출한 다음 추출물의 혈전 용해능을 측정한 결과는 Fig. 47과 Table 74와 같다.

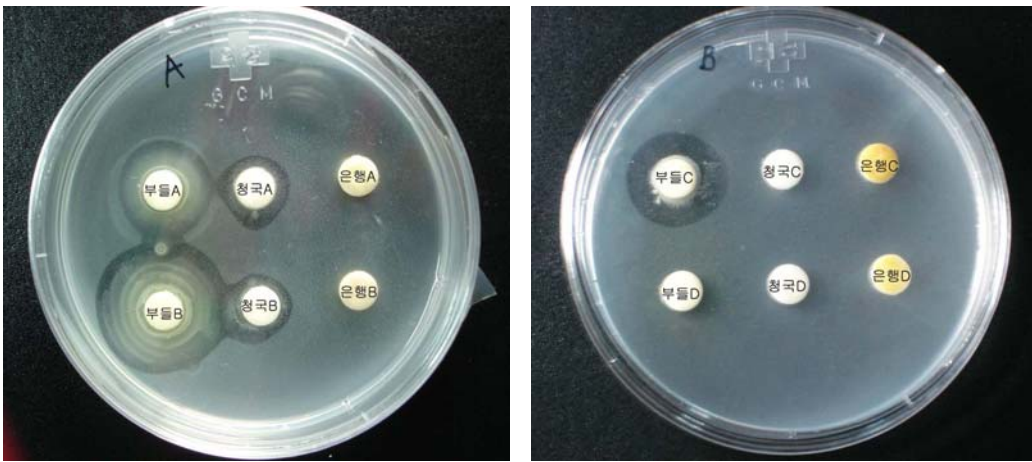


Fig 47. Fibrinolytic activity of Cattail Pollen, Chungkookjang and Gingko Extract which at various Solvent (Concentration at 100mg/ml)

*Petri dish A: D.W(Room temp Cattail Pollen A₁, Chungkookjang B₁, Gingko Extract C₁), D.W45°C (Cattail Pollen A₂, ChungkookjangB₂, Gingko Extract C₂)

*Petri dish B: Ethyl alcohol(Room temp Cattail Pollen A₃, Chungkookjang B₃, Gingko Extract C₃), Methyl alcohol(Room temp Cattail Pollen A₄, Chungkookjang B₄, Gingko Extract C₄)

Table 74. Fibrinolytic activity of Cattail Pollen, Chungkookjang and Gingko extracts.

* (diameter of fibrin lysed zone : mm)

Concentration	Solvent	Cattail Pollen extract	Chungkookjang extract	Gingko leaf extract
(100mg/ml)	D.W(Room temp)	17	14	7
	D.W(45°C)	25	15	7
	Ethyl alcohol	13	7	7
	Methyl alcohol	7	7	7

부들화분과 청국장추출물의 혈전 용해능은 증류수로 추출한 것이 유기용매로 추출한 것보다 두드러지게 높게 나타났고 일반적으로 효소가 파괴되지 않는 범위의 45°C에서 추출한 추출물이 활성이 가장 높게 나타났다.

부들화분을 받아시킨 것과 초미쇄 분쇄한 것에 대한 물과 ethanol 추출물의 혈전 용해능을 측정한 결과는 Table 75, Fig 48과 같다.

Table 75. Fibrin lysed zone of various cattail pollen treated with germination and grinding.

Extract	D.W(45°C)			Ethyl alcohol		
	Diameter (mm)	Area (mm ²)	Area rate	Diameter (mm)	Area (mm ²)	Area rate
Cattail Pollen	21	336.3	100	8	50.24	100
Germination	19	283.4	84.3	8	50.24	100
Nano grinder	8	50.24	14.9	8	50.24	100

* (100mg/ml)

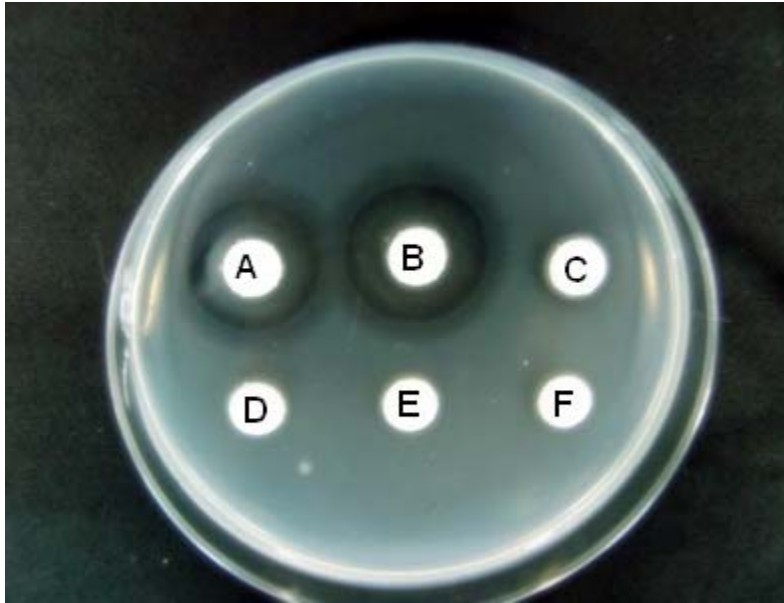


Fig. 48. Fibrinolytic activity of cattail pollen, germination and nano grinder at various solvent (concentration 100mg/ml).

A: Germination(D.W45°C), B: Cattail Pollen(D.W45°C), C: Nano grinder(D.W45°C)

D: Germination(Ethyl alcohol), E: Cattail Pollen(Ethyl alcohol), F: Nano grinder(Ethyl alcohol)

45°C에서 물 추출물의 혈전용해능은 높았으나 ethanol추출물은 매우 낮아서 혈전용해성분은 물에 수용성이고 유기용매에 잘 녹지 않는 것을 확인하였으며 초미쇄 분쇄한것은 혈전용해능이 낮아졌으나 그 원인에 대하여는 더욱 검토가 필요하다고 판단되어 물 추출물을 80°C, 100°C에서 열처리하여 혈전용해능을 측정하였으나 비열처리구와 같은 활성을 나타내어 혈전용해성분은 열안정성이 매우 높음을 확인하였다.

3. 가공품의 개발

가. 부들 화분 식빵의 제조

밀가루에 애기부들화분을 일정량 첨가하여 식빵을 제조하고 조직과 색도를 측정 한 결과는 Fig. 49와 같다.

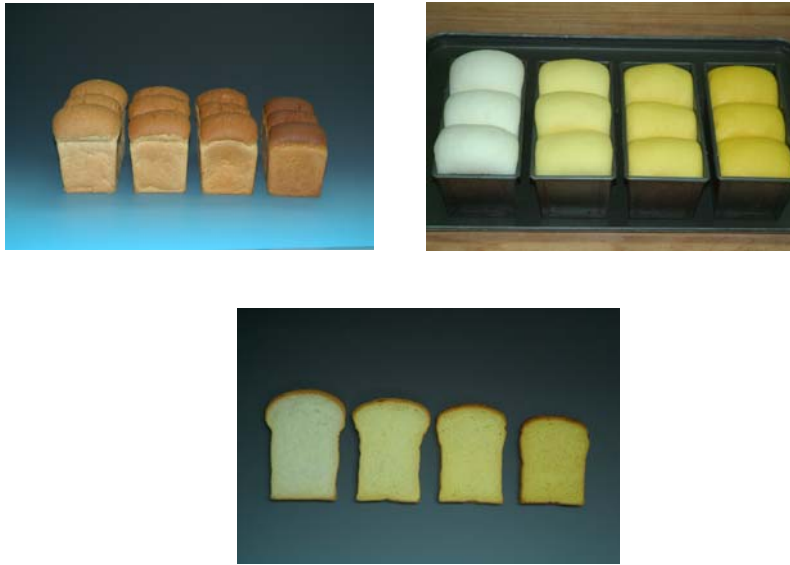


Fig. 49. Texture and color of bread added cattail pollen.

부들화분을 첨가한 빵의 색은 미황색으로 선호도가 높았으며 조직은 화분의 첨가 농도가 낮을 때에는 대조구와 비슷하였으나 농도가 높아지면 다소 거칠어지는 경향이였다. Hunter L(light)는 화분첨가농도가 높아질수록 낮아지는 경향을 나타내었고 a(redness)는 감소하였으며 b(yellowness)는 증가하는 경향이였다(Table 76).

Table 76. Hunter value of cattail pollen bread.

Sample (%)	Hunter value		
	L	a	b
Cattail pollen 0	76.41	-2.06	+10.37
Cattail pollen 3	75.97	-4.34	+11.54
Cattail pollen 6	73.31	-6.56	+20.25
Cattail pollen 9	75.61	-7.30	+26.80
Cattail pollen 12	71.23	-7.31	+32.97

나. 부들화분 다식 제조

부들 화분과 송화 가루를 이용하여 다식을 제조하고 Hunter value L, a, b값을 측정하고, 조직을 측정한 결과는 Fig. 50과 Table 77과 같다.

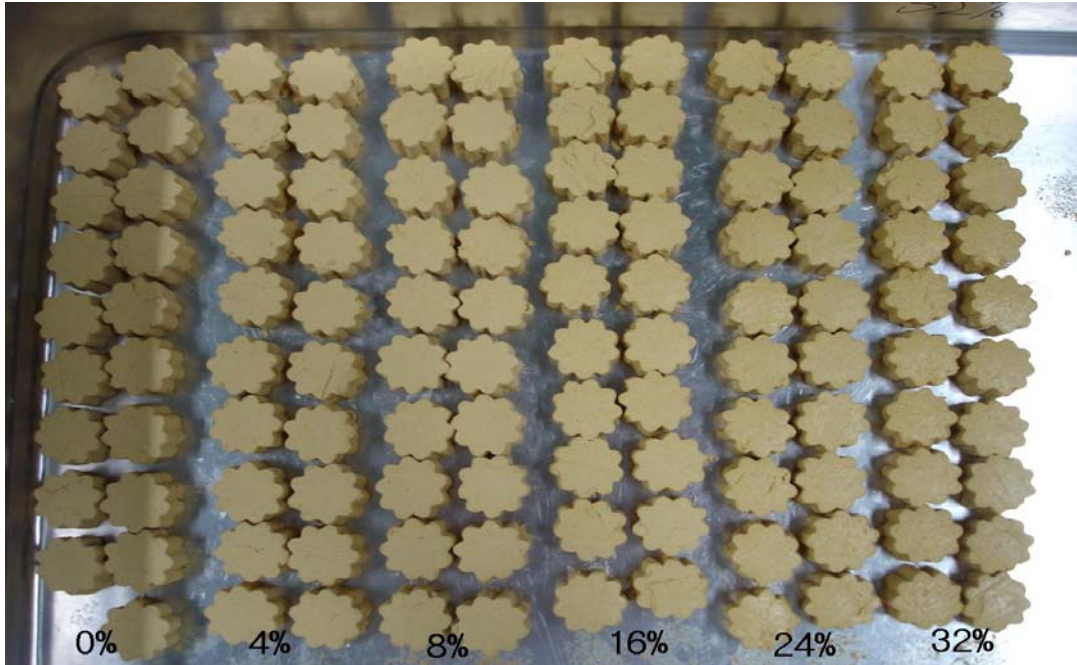


Fig. 50. Texture and color of cattail pressed candy.

Table 77. Hunter value of cattail pressed candy.

Sample (%)	Hunter value		
	L	a	b
Cattail pollen 0	76.98	-1.17	+34.13
Cattail pollen 4	77.88	-1.20	+35.69
Cattail pollen 8	78.74	-1.24	+35.69
Cattail pollen 16	78.02	-1.12	+36.89
Cattail pollen 24	77.38	-1.23	+38.02
Cattail pollen 32	76.43	-1.17	+39.48

송화가루를 대조구로 하여 부들화분 가루의 농도를 높이더라도 L값과 a값은 차이가 없었으며 b값은 농도를 높임에 따라 증가하였다. 이는 부들화분이 송화가루에 비하여 황색이 진한 것을 나타내고 있다. 부들 화분을 이용한 다식은 외관에 있어 송화다식과 상당히 유사하였다 .

송화가루에 부들화분 첨가 비율을 높이면 hardness, fracturability, gumminess, chewiness는 감소하였고 adhesiveness는 증가하였고 cohesiveness, springness는 큰 차이가 인정되지 않았다. 제조한 다식을 상온에서 6일 동안 저장하면서 조직의 변화를 측정 한 결과 무첨가구에서는 저장함에 따라 gumminess, chewiness는 감소하였고 hardness, springness는 큰 변화가 없었다. 부들화분 첨가구에서 fracturability는 저장일수가 높아짐에 따라 증가하였고 다른 항목의 조직 특성은 대조구와 비슷한 경향을 나타내었다(Table 78).

Table 78. Texture of cattail pollen pressed candy during the storage at 20°C.

Day	Sample	Hardness	Fracturability	Adhesiveness	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness	Resilience
0	0%	694.73	7.13	-168.90	0.86	0.13	91.77	78.99	0.019
	4%	566.75	4.45	-164.24	0.82	0.16	96.69	73.44	0.026
	8%	531.15	3.38	-157.54	0.80	0.17	97.41	72.92	0.026
	16%	474.76	3.83	-133.14	0.74	0.17	80.77	59.48	0.025
	24%	463.01	4.32	-129.30	0.72	0.14	67.04	47.88	0.026
	32%	427.34	3.97	-124.93	0.75	0.15	66.25	50.04	0.024
2	0%	809.12	6.83	-82.52	0.94	0.06	52.12	48.81	0.011
	4%	680.63	9.54	-109.18	0.98	0.08	73.49	71.59	0.011
	8%	662.22	10.56	-131.69	0.94	0.10	64.48	66.63	0.013
	16%	691.05	4.47	-224.15	0.94	0.16	110.04	103.63	0.016
	24%	635.40	4.90	-203.68	0.86	0.17	107.11	91.70	0.015
	32%	629.98	4.65	-219.13	0.85	0.18	111.86	94.81	0.016
4	0%	737.68	5.18	-126.33	0.75	0.07	51.20	51.27	0.015
	4%	589.93	6.32	-86.82	0.83	0.09	54.53	45.02	0.021
	8%	544.31	6.65	-82.07	0.82	0.10	55.96	45.42	0.021
	16%	518.97	4.62	-88.28	0.70	0.14	70.43	49.42	0.026
	24%	474.49	4.05	-95.59	0.70	0.13	60.79	42.28	0.026
	32%	444.41	3.72	-93.60	0.69	0.12	54.74	37.64	0.025
6	0%	740.95	5.16	-98.81	0.74	0.07	60.57	55.21	0.016
	4%	591.24	6.54	-89.62	0.76	0.08	55.16	49.59	0.017
	8%	559.82	6.49	-91.74	0.76	0.11	61.56	46.27	0.019
	16%	516.86	5.16	-87.23	0.71	0.13	65.38	46.53	0.023
	24%	484.17	4.74	-92.51	0.68	0.13	58.61	43.78	0.024
	32%	452.39	4.27	-90.10	0.66	0.12	54.53	40.18	0.026

다. 부들화분 쿠키

밀가루에 부들화분을 여러 비율로 첨가하여 상법으로 쿠키를 제조하고 그 색도를 측정한 결과는 Table 79와 같다.

Table 79. Hunter value of cattail pollen cookie.

Sample (%)	Hunter value		
	L	a	b
Cattail pollen 0	72.69	+2.83	+40.69
Cattail pollen 4	66.02	+8.28	+43.51
Cattail pollen 8	68.79	+5.72	+47.48
Cattail pollen 16	64.53	+8.61	+48.38
Cattail pollen 24	59.24	+11.77	+45.97
Cattail pollen 32	54.16	+14.07	+42.75

L값은 부들화분 첨가비율이 높아짐에 따라 감소하였고 a값은 첨가비율이 높아짐에 따라 비례적으로 증가하였으며 b값은 일정한 경향을 나타내지 않았다.

또한, 제조한 부들화분 쿠키를 상온에서 저장하면서 조직특성을 측정한 결과는 다음과 같다.

부들화분 첨가 비율이 높아짐에 따라 hardness, cohesiveness, gumminess, chewiness 등 대부분의 조직특성이 증가하였다. 저장일수에 따라서는 hardness는 증가하였고 다른 조직 성분은 큰 변화가 없었으나 이는 수분 함량이 10% 이내 이라서 조직 변화가 적게 일어난 것으로 생각된다(Table 80, Fig. 51).

Table 80. Texture of cattail pollen cookie during the storage at 20°C.

Day	Sample	Hardness	Fracturability	Adhesiveness	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness	Esilience
1	0%	13116.67	9783.73	-6.13	0.47	0.064	844.32	396.30	0.044
	4%	15835.72	13013.78	-9.58	0.64	0.078	1260.53	790.77	0.069
	8%	17427.99	16188.28	-10.99	0.64	0.083	1464.45	894.48	0.071
	16%	20237.51	15169.367	-7.63	0.21	0.136	2749.15	560.46	0.094
	24%	24074.58	18059.65	-7.85	0.21	0.187	4575.82	949.52	0.132
	32%	19570.14	11743.00	-6.10	0.91	0.154	3015.42	2211.87	0.120
2	0%	12816.85	10797.07	-9.69	0.85	0.05	668.29	544.12	0.044
	4%	14792.07	10608.86	-7.72	0.55	0.07	1110.85	623.71	0.058
	8%	16958.69	12981.13	-8.68	0.32	0.09	1456.15	460.23	0.076
	16%	21437.08	16753.18	-9.09	0.93	0.14	2902.76	2730.78	0.099
	24%	20258.04	16812.84	-6.75	0.84	0.15	3080.78	3238.85	0.102
	32%	18124.43	11748.38	-4.19	0.83	0.16	2876.19	3373.34	0.109
3	0%	15231.46	13473.48	-9.50	0.62	0.06	961.12	567.05	0.057
	4%	15817.20	14424.12	-6.81	0.47	0.09	1437.48	710.89	0.064
	8%	17640.92	12715.56	-6.76	0.60	0.10	1832.80	1103.11	0.076
	16%	19652.27	15746.73	-8.277	0.61	0.11	2288.07	1327.04	0.095
	24%	20160.72	13053.04	-6.78	0.94	0.16	3307.69	3325.62	0.118
	32%	18480.32	14739.24	-4.99	1.16	0.16	2968.90	3469.02	0.111
4	0%	13162.05	10251.79	-6.89	0.47	0.062	825.75	384.22	0.047
	4%	17213.07	16758.46	-9.21	0.28	0.076	1304.36	376.99	0.064
	8%	20470.27	15402.43	-10.59	0.47	0.096	1989.99	919.47	0.089
	16%	20714.77	14299.87	-8.83	0.92	0.129	2683.26	2581.47	0.096
	24%	21416.93	13426.73	-10.06	0.44	0.118	2557.30	1115.35	0.106
	32%	15043.88	12437.11	-5.36	1.11	0.124	2060.99	2310.09	0.086

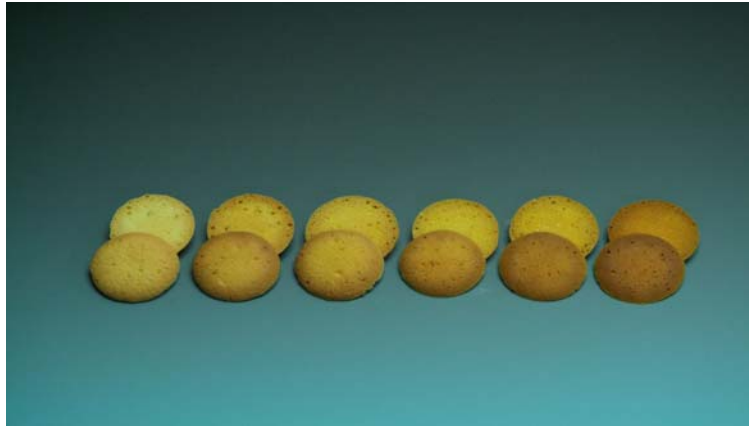


Fig. 51. Texture and color of Cattail pollen cookies.

라. 부들화분 약용주의 제조

부들화분의 생리활성을 약용주에 이용하기 위하여 주원료인 쌀에 부들화분을 2-10% 첨가 하여 30C에서 발효시키면서 발효과정 중 무침가구를 대조구로 하여 pH, 산도, 알코올 함량, 색도를 측정하고(Fig. 52, 53), 발효 96시간 경과 후에 술덧을 여과하고 동결 건조하여 증류수에 용해하여 혈전 용해능을 측정한 결과는 Fig. 54와 같다.

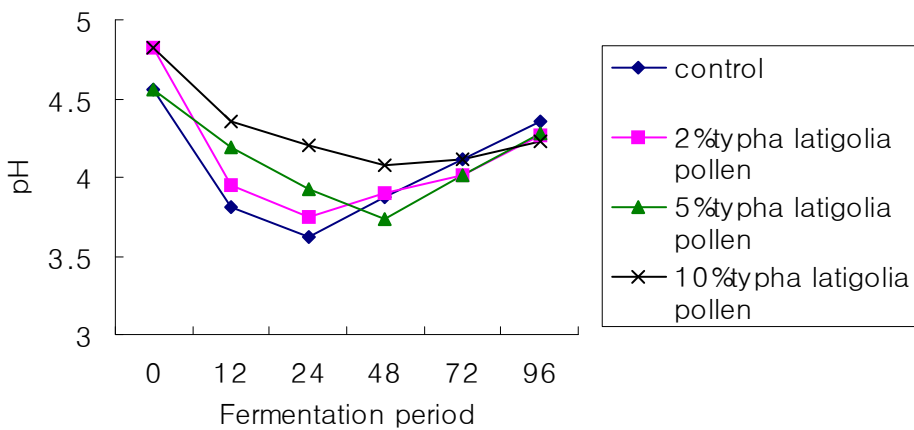


Fig. 52. Changes of pH in rice wine fermentation added *T. latifolia* pollen

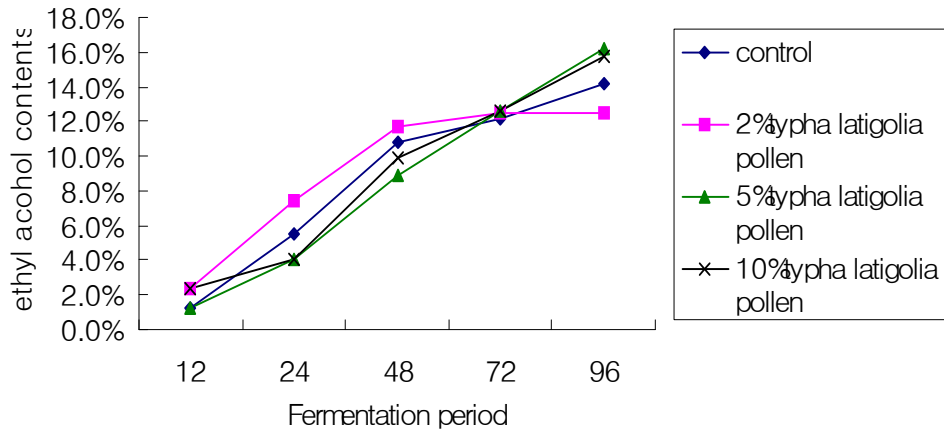


Fig 53. Changes of ethyl alcohol contents in rice wine fermentation added *T. latifolia* pollen

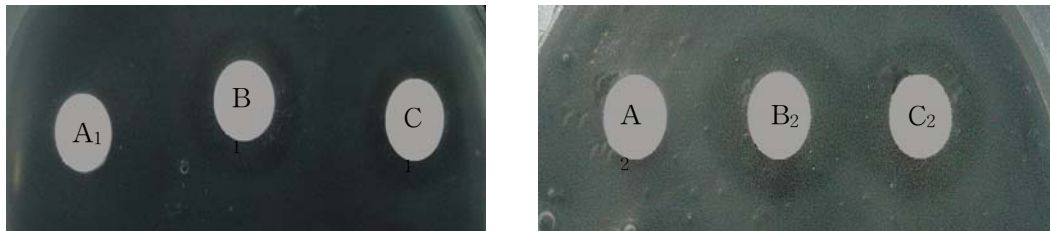


Fig 54. Fibrinolytic activity of 100mg/ml concentration control, 5% *T. latifolia* pollen and 10% *T. latifolia* pollen.

(A₁: 48 h fermentation control B₁:48 h fermentation 5% C₁:48 h fermentation 10% A₂: 96 h fermentation control B₂:96 h fermentation 5% C₂:96 h fermentation 10%)

부들 화분을 첨가하여 약용주를 제조해서 12시간마다 acidity, pH, 알코올함량, L, a, b 값을 측정한 결과 전반적으로 control과 부들화분을 첨가한 것의 차이는 크게 나타나지 않았다. 다만 Hunter b value의 수치가 부들 화분의 첨가 농도를 진하게 함에 따라 높게 나타났다. acidity는 발효 처음과 비슷한 acidity가 나타났고, 24h에서 72h 사이에서의 약간의 수치의 변동이 있었지만 96h에서는 비슷한 acidity가 나타났다. 그리고 pH는 96h가 지난 후에 대조구와 비슷하게 나타났다. 알코올함량은 96h의 발효 후에 2%의 알코올함량이 가장 낮은 수치가 나왔고, 그 다음으로 대조구, 10%, 5%순으로 수치가

나타났다. 5%와 10%의 수치는 0.2%차이로 큰 차이는 나지않았다. Hunter b value의 경우에는 대조구보다 부들 화분이 첨가한 경우에 Hunter b value가 높게 나타났고, 부들 화분의 농도가 커질 수록 Hunter b value가 높게 나타났다(Table 81, 82, 83).

Table 81. Changes of hunter L value in rice wine fermentation added *T. latifolia* pollen.

	0	12	24	48	72	96
control	64.87	61.41	67.16	70.01	64.46	71.77
2% <i>T. latifolia</i> pollen	63.06	68.12	70.82	66.96	67.39	69.37
5% <i>T. latifolia</i> pollen	72.87	71.93	71.40	70.84	67.39	67.00
10% <i>T. latifolia</i> pollen	72.06	71.49	70.42	69.82	64.46	62.86

Table 82. Changes of hunter a value in rice wine fermentation added *T. latifolia* pollen.

	0	12	24	48	72	96
control	-1.10	2.09	-1.59	-1.96	-1.61	-2.19
2% <i>T. latifolia</i> pollen	-4.39	0.90	-3.36	-3.15	-3.30	-3.80
5% <i>T. latifolia</i> pollen	-3.39	-3.14	-3.35	-2.77	-2.50	-2.08
10% <i>T. latifolia</i> pollen	-2.09	-1.98	-2.32	-2.90	-2.23	-1.83

Table 83. Changes of hunter b value in rice wine fermentation added *T. latifolia* pollen.

	0	12	24	48	72	96
control	4.85	2.03	4.78	5.34	4.3	5.95
2% <i>T. latifolia</i> pollen	15.2	8.22	13.64	9.4	10.63	13.16
5% <i>T. latifolia</i> pollen	24.55	24.22	21.08	23.67	23.35	23.15
10% <i>T. latifolia</i> pollen	32.33	31.3	30.36	28.71	25.63	23.92

혈전 용해능의 경우에는 48시간과 96시간 발효 시킨 5%, 10%의 약용주를 동결 건조시켜서 시료를 100mg/ml의 농도로 fibrin plate에 fibrinolytic activity를 측정 한 결과 혈전 용해 생성능은 48h발효시킨 탁주보다는 96h 발효시킨 약용주의 fibrin lysed zone이 두드러

지게 나왔고, 부들 화분을 5%를 첨가하여 제조한 약용주보다는 10% 첨가한 약용주의 fibrin lysed zone이 두드러지게 나타났다. Table 84에서 보는 바와 같이 96h 발효시킨 10% 첨가한 약용주의 혈전용해능이 가장 크게 나타났다.

Table 84. Average of the area of fibrin lysed zone(100mg/ml).

	48 h fermentation		96 h fermentation	
	Diameter(mm)	Area(mm ²)	Diameter(mm)	Area(mm ²)
control	7	38.5	7	38.5
5% <i>T. latifolia</i> pollen	15	176.7	19	283.5
10% <i>T. latifolia</i> pollen	17	227.0	21	346.4

술은 기호식품으로서 여러 가지 좋은 기능을 가지고 있지만 여성의 월경통과 월경이 없어서 아랫배가 팽창하고 아파서 괴로워하는 증상에 통경과 혈액 순환 개선과 어혈을 제거시키는 효과가 탁월하여, 해산 후 복통이 심한 증상을 치료하고, 소변을 잘 보지 못하고, 용변시 통증을 호소하는 증상에 이뇨, 소염, 해열 작용을 나타내어 치유하는데 이용되었던, 혈전용해능이 있는 부들 화분을 이용해서 기능성 약주를 개발하면 부들 화분의 이용가치를 높일 수 있다고 생각된다.

마. 부들뿌리를 이용한 알코올 발효

품종별 부들 뿌리에는 건물 중으로 계산하여 전분이 30-39%, 섬유소 12-15%, 회분 6-22%로서 전분함량이 적고 Cd함량이 높아 전분제조나 음료, 알콜 음료 소재로 이용하기에는 문제점이 있다고 사료된다. 그러나 뿌리에서 유용성 성분이 밝혀지면 식품소재로서의 가능성을 재검토하여야 할 것이다. 또한 재배연수에 따라 뿌리내의 일반성분의 변화가 크므로 더욱 검토가 요구된다.

알콜 음료 제조에 부들 뿌리 가루를 이용하려면 쌀 등의 곡류에 적당량의 부재료로 첨가하여 발효시키면 가능성이 있을 것으로 판단하여 침지 쌀과 부들 가루를 3:1, 4:1의 비율로 혼합하여 증자한 후 3배량의 물을 가하여 조효소제 2%, 효모를 적당량 가하고 30℃에서 발효시키면서 쌀을 대조구로 하여 경시적으로 알코올 도수, 산도, 관능검사를 실시한 결과는 Table 85, 86과 같다.

Table 85. Ethanol contents of cattail rhizome during the fermentation of rice and cattail wine at 30°C. (%)

Rice: Cattail ratio	0	12 h	24 h	48 h	72 h	120 h	176 h
Control(rice)	0	1.2	3.7	8.4	12.0	14.5	15.2
3: 1	0	0.7	2.8	6.5	9.1	12.0	12.7
4: 1	0	0.4	2.6	6.0	8.4	11.2	12.3

Table 86. Acidity of cattail rhizome during the fermentation of rice and cattail wine at 30°C.

Rice: Cattail ratio	0	12 h	24 h	48 h	72 h	120 h	176 h
Control(rice)	0.3	0.3	1.0	1.8	2.6	3.8	4.5
3: 1	0.2	0.2	0.7	2.0	2.9	4.3	6.0
4: 1	0.2	0.2	0.6	2.1	3.2	5.8	6.2

부들 뿌리 발효액을 관능검사한 결과 부들 뿌리로 담근 구에서는 맛이 떨어졌고 향기가 대조구에 비하여 좋지 못하였으므로 알콜 음료 소재로서 적당하지 못하였다.

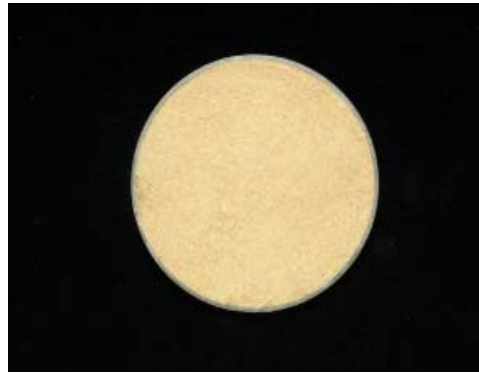
부들 부위별 소재를 이용하여 알콜을 제조하는 것은 성분을 분석한 결과 수율면이나 경제성면에서 어려운 것으로 판단되며 섬유소를 이용한 다이어트 소재와 완충제로서 면대용품으로 이용할 수 있을 것이다. 한편 bulk의 양이 많기 때문에 맵감소재로서 유용할 것이다.

바. 기타 가공품

부들가루, 뿌리를 이용한 떡, 뿌리분말, pan cake, 화분 분말을 제조하면 다음과 같다 (Fig. 55).



Rhizome



Powder of rhizome



Stamen and pollen



Patterned cakes mixed with pollen



Rice cakes mixed with pollen



Rice cakes mixed with pollen

Fig. 55. Rhizome, pollen and several kind of cakes mixed with pollen of cattails.

사. 부들shoot의 유통기간

1 년차 실험으로 재료의 확보가 쉽지 않아 예비실험의 결과로 가름한다. 수술이 개약하기 직전 채취된 애기부들의 어린 꽃대는 백색으로 부드럽고 담백한 맛을 내는 특징이 있다. 식품저장온도인 4℃에서의 저장은 일반의 salad용 반가공 식품에서 나타내는 갈색의 발현이 자른 부분과 상처부분에 나타나는 특징이 있었다. 냉장고에 1주일 이상 저장되어도 습도만 유지되면 일반채소에 비해 조직이 치밀한 특성을 지니고 있어 같이 맛에 큰 변화를 초래하지 않았으며 상품성이 유지되는 것으로 나타났다.

4. 부들화분의 분쇄 및 발아

화분은 일반적으로 견고한 막으로 둘러싸여 있는 것으로서 막을 구성하고 있는 물질을 pollenin이라고 부른다. 화분을 알카리나 산으로 처리하고 남은 물질을 sporopollenin이라 부르는 고분자 물질로서 cellulose와 hemicellulose와 강하게 결합하여 화분 세포벽을 이루고 있는 것으로 알려져 있다.

부들화분 속에 생리활성이 높은 물질이 함유되어 있더라도 소화가 불가능하여 이용이 어려우므로 화분 세포벽을 효율적으로 분쇄하여 이용성을 높일 필요가 있다. 따라서 본 실험에서는 부들화분을 일반 hammer mill로 분쇄하고 미세분쇄하거나 발아시켜 가면서 그 상태를 관찰한 결과는 Fig. 56과 같다.

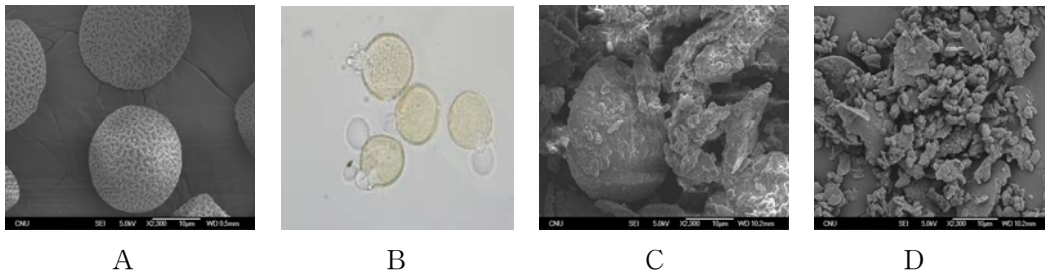


Fig. 56. Microscopic shape of *Typha latifolia* pollen

A: *Typha latifolia* pollen, B: *Typha latifolia* pollen after germination, C: *Typha latifolia* pollen pulverized by roller mill, D: *Typha latifolia* pollen pulverized by nano mill.

화분을 BK배지에서 25C에서 24시간 배양시키면 화분 세포벽이 균열이 생겨 화분 내용물이 쉽게 추출되므로 이용성을 높일 수 있다. 또한 화분을 일반분쇄 mill에 의하여 분쇄하게 되면 열이 많이 발생하여 영양분의 손실이 발생할 수 있어 초미세분쇄기를 이용하여 분쇄하면 영양성분의 파괴되지 않아 좋은 화분을 이용할 수 있다.

따라서 초미세한 화분을 캡슐에 넣어 이용하면 편리하고 영양분이 잘 흡수되는 부들화분을 제조할 수 있다(Fig. 57).



Fig. 57. Capsules of cattail pollen processed commodities.

제 3 절. 결 론

1. 단백질의 함량은 잎과 지하경에 있어서 애기부들이 높았고 지방의 함량은 큰 부들이 높았으며 섬유소의 함량은 줄기와 잎에서 높았고 지하경에서 낮게 나타났다. 유리아미노산의 함량은 부위별로 심한 차이를 나타내었고 뿌리가 가장 높았으며 화분, 잎, 줄기 순이었다. 애기부들의 뿌리에서는 asparagine, cystine, aspartic acid 순이었고 화분에서는 glutamic acid, glutamine의 순이었다,

2. 무기물 함량은 부위별로 매우 달라 줄부들의 지하경에는 칼륨이 높았고 뿌리는 칼슘의 함량이 더 높았다. 큰부들의 부위별 무기물 함량은 칼륨이 대부분을 차지하였고 칼슘이 상대적으로 적었으며 줄부들에는 칼륨과 칼슘의 순이었다.

3. 부들 품종에 따른 부위별 중금속의 함량 Cr, Ni은 줄부들이나 큰부들이 애기부들에 비하여 매우 높았으며 Cd은 다른 중금속에 비하여 매우 낮았으며 줄부들이 큰부들이나 애기부들에 비하여 매우 높았다.

4. 애기부들 화분의 유리당 함량은 38%로서 감미가 매우 높았고 특히 과당의 함량이 높았다. 부들 화분의 지방산 조성은 linoleic, palmitic, oleic, linolenic acid 순으로서 품종간에 큰 차이는 인정되지 않았으며 docosadienoic, eicosaenoic, eicosadienoic acid는 품종간에 차이가 크게 나타났고 불포화지방산은 67.2-76.0%로서 매우 높았다.

5. 부들화분의 총 유리아미노산 함량은 애기부들이 1,923mg%, 줄부들이 907mg%, 큰부들이 333mg%로서 품종간에 큰 차이를 나타내었고 유리아미노산의 조성은 모든 품종이 GABA, alanine, glutamic acid, proline의 순이었다. 부들 shoot의 총 유리아미노산은 줄부들이 277mg%, 애기부들이 121mg%이었으며 면역활성을 높여주고 혈압강하 활성이 높다고 알려진 GABA함량이 50% 이상을 점하고 있어 매우 유용한 기능성 식품 소재로 판단된다.

6. 부들 shoot는 성분, 조직감, 식미 등이 양상추 등과 비슷하여 복합샐러드로 이용하면 좋을 것이다. 부들의 수술이 밖으로 출현하기 직전 채취된 애기부들의 어린 꽃대는 백색으로 부드럽고 담백한 맛을 내는 특징이 있었으며 4℃에서의 저장은 일반의 salad용 반가공 식품에서 나타내는 갈색의 발현이 자른 부분과 상처부분에 나타나는 특징이 있었다.

7. 애기부들 화분의 입도분포는 16.0-23.3 μ m의 것이 60% 이상이었으며 줄부들은

19.7-23.3 μm 의 것이 가장 많았고 큰부들은 27.6-32.8 μm 의 것이 가장 많았다. 부들화분 중의 flavonoid 는 quercetin이 169-186mg%로서 대부분을 차지하였고 rutin이 9.4-14.7mg%이었다.

8. 대두유에 대한 화분 추출물을 첨가하여 60 $^{\circ}\text{C}$ 에 저장하였을 때 무침가구의 과산화물가는 2일째부터 변화하기 시작하였으며 화분 추출물 첨가구에서는 4일부터 변화하기 시작하여 10일 경과후에는 무침가구 173, 줌부들 139, 큰부들 115, 애기부들 100으로 나타났다.

9. 부들화분의 혈전 용해능은 청국장추출물에 비해 크게 높았다. 증류수로 추출한 것이 유기용매로 추출한 것보다 두드러지게 높게 나타났고 일반적으로 효소가 파괴되지 않는 범위의 45 $^{\circ}\text{C}$ 에서 추출한 추출물이 활성이 가장 높게 나타났다.

10. 부들 화분을 빵, 다식, 쿠키제조 시에 소재로 이용하였을 때 색도나 관능면에서 매우 우수하였다. 부들 뿌리의 전분 함량은 품종에 따라 차이는 있지만 약 30%로서 그 함량이 적어 전분 제조 소재로 이용하기에는 어려움이 있었으며 전분 입자가 적고 제조 과정 중 착색이 심하여 전분을 제조하는데 문제가 있었으므로 다른 각도에서 이용성을 검토해야할 필요가 있다.

11. 부들화분을 약용주 제조에 첨가하여 발효하였을 때 발효속도는 약간 늦었으나 색도나 혈전 용해능은 우수하여 기능성 약용주로서 가치가 있었다. 화분의 이용성을 높이기 위하여 25 $^{\circ}\text{C}$ 에서 BK배지에서 발아시켰을 때 호반 외벽이 붕괴되어 이용성이 높아졌으며 나노분쇄에 의하여 화분을 초미세화 함으로써 capsule제품을 만들어 이용하면 혈전 용해능을 갖는 기능성 식품이 될 수 있을 것이다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 부들종자 발아촉진 방안을 구명하였다.

부들종자는 20℃에 비해 25℃와 30℃에서 더 좋은 발아율을 보였고, 그리고 약광보다 강광하에서 좋은 발아율을 보였다. NaOCl용액(4% available chlorine)처리는 낮은 온도 및 약광에서의 발아를 크게 촉진시켰다. 쯤부들 종자에 비해 애기부들종자가 낮은 온도 및 약광에서의 발아율이 더 좋은 것으로 나타났다.

2. 재배에 적합한 최적 시비량을 조사하였다.

복합비료(N:P:K=11:17:17)를 수도작 기준(26kg/10a)으로 시비하였을 때 시비량이 1.5배까지 생육이 증가하였으나 2배인 경우 오히려 생육이 감소되었다. 재식밀도가 높고 시비량이 많을 경우 오히려 지상부 biomass의 생산량은 감소되는 경향이였다. 그러나 재식연도가 높아질수록 시비량에 의한 차이는 나타나지 않는 것으로 보아 무비재배도 가능할 것으로 보인다.

3. 부들의 내한성을 조사하였다.

겨울철 야간 온도가 10℃로 유지되는 경우 애기부들의 생육은 가능하였고 20℃이상일 경우에는 생육이 활발하였다. 쯤부들과 애기부들은 9월 20일에 황색으로 변화하기 시작해서 12월에는 전부 황색으로 변해서 고사된 상태를 보였으나 큰부들의 경우 12월 초순까지도 계속 녹색을 유지하여 큰부들의 내한성이 쯤부들, 애기부들보다는 강하였다.

4. 부들의 화분(포황)의 채취시기와 방법 구명 및 정제기를 개발하였다.

수술의 꽃가루 채취시기는 6월에서 7월 사이였고, 쯤부들은 11일, 애기부들은 15일, 큰부들은 29일로 큰부들에서 가장 오랜 기간 꽃가루를 채취할 수 있었다. 단위면적당 화분생산량은 쯤부들이 $30.71 \sim 53.57 \text{g} \cdot \text{m}^{-2}$, 큰부들이 $34.46 \sim 107.68 \text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ 으로 큰부들이 가장 많았고, 애기부들에서 3년차부터는 단위면적당 생산량이 무시비구에서도 시비구와 비슷하게 수확되는 것을 볼 수 있었고, 3년차 화분 생산량보다 4년차에서 3배 정도 증가되었다. 화분의 수집은 화분이 비산하기 전 수술 부위만을 채취하여 50℃이상에서 건조 후에 정선하는 것이 유리하였다.

5. Salad 이용 부위와 암술대의 저장 방안을 조사하였다.

salad 부위의 생산기간이 7일 정도로 비교적 짧았고, 채취시간 경과시 기부에서부터 경화되어 수량이 감소하므로 5월말에 채취하는 것이 가장 좋았다. 엽초를 제거하지 않고 저장할 경우 4℃에서 2주간 가능하였고, 5℃에서 한 달간 저장할 경우 50%정도 이용 가능하였다. 암술대의 이용은 줌부들이나 애기부들이나 경우 8월초까지의 수확에서는 1년 이상 보관되어도 솜털이 분리되는 경우가 없었다. 수확량은 줌부들에서 가장 많은 분얼과 화아 분화가 일어났다. 저장시 5℃에서는 잎의 푸르름이 25일 정도 지속되었으나 25℃의 상온에서는 4-5일 밖에 지속되지 못하였다. 암술대의 경우에서 암술 자체는 1개월이 지나도 별다른 변화를 찾아볼 수 없었으나 꽃대의 색깔이 황화되어 미관이 다소 떨어지는 경향을 보였다. 꽃대의 갈변은 온도가 높아질수록 쉽게 갈변하였고 큰부들에서 갈변이 더 쉽게 일어나는 현상을 보였다.

6. 부들의 펄프재로써의 가치를 조사하였다.

펄프 가공시 목재보다 수율이 낮아 생산량은 떨어지나, 섬유장이나 섬유폭이 작아 특수지 제조로의 활용이 가능 할 것으로 보인다.

7. 부들의 연료활용 방안을 조사하였다.

건물중 생산량은 줌부들과 큰부들이 비슷하고 애기부들에서 적었으며 무시비에서도 3kg/2.25m 이상의 건물중 생산을 보였고 1.5배시비구에서는 5~6kg이상을 보였다. 갈수기에 수확한 부들의 연료효율은, 꽃대, 줄기, 잎 모두에서 줌부들, 큰부들, 애기부들 순으로 높았다.

8. 부들을 식품소재로 이용하기 위해 품종별, 부위별로 일반성분, 영양성분을 분석하고 생리 활성을 측정하였다.

단백질의 함량은 잎과 지하경과 있어서 애기부들이 제일 높았고 지방의 함량은 큰 부들이 제일 높았으며 섬유소의 함량은 줄기와 잎에서 높았고 지하경에서 낮게 나타났다. 유리아미노산의 함량은 부위별로 심한 차이를 나타내었고 뿌리가 가장 높았으며 화분, 잎, 줄기 순이었다. 애기부들의 뿌리에서는 asparagine, cystine, aspartic acid 순이었고 화분에서는 glutamic acid, glutamine의 순이었다, 함량이 매우 달라 줌부들의 지하경에는 칼륨이 높았고 뿌리는 칼슘의 함량이 더 높았다 큰부들의 부위별 무기물 함량은 칼륨이 대부분을 차지하였고 칼슘이 상대적으로 적었으며 줌부들에는 칼륨과 칼슘의 순이었다. 부들 품종에 따른 부위별 중금속의 함량 Cr, Ni은 줌부들이나 큰부들이 애기부들에 비하여 매우 높았으며 Cd은 다른 중금속에 비하여 매우 낮았으며 줌부들이 큰부들이나 애기부들에 비하여 매우 높았다. 애기부들 화분의 유리당 함량은 38%로서 감미가 매우 높았고 특히 과

당의 함량이 높았다. 부들 화분의 지방산 조성은 linoleic, palmitic, oleic, linolenic acid 순 으로서 품종간에 큰 차이는 인정되지 않았으며 docosadienoic, eicosaenoic, eicosadienoic acid는 품종간에 차이가 크게 나타났고 불포화지방산은 67.2-76.0%로서 매우 높았다. 부들화분의 총 유리아미노산 함량은 애기부들이 1,923mg%, 쯤부들이 907mg%, 큰부들이 333mg%로서 품종간에 큰 차이를 나타내었고 유리아미노산의 조성은 모든 품종이 GABA, alanine, glutamic acid, proline의 순이었다. 부들 shoot의 총 유리아미노산은 쯤부들이 277mg%, 애기부들이 121mg%이었으며 면역활성을 높여주고 혈압강하 활성이 높다고 알려진 GABA함량이 50% 이상을 점하고 있어 매우 유용한 기능성 식품 소재로 판단된다.

9. 부들의 부위별 재료를 이용한 식품을 제조하여 저장하면서 품질 특성을 조사하였다.

부들 shoot는 성분, 조직감, 식미 등이 양상추 등과 비슷하여 복합샐러드로 이용하면 좋을 것이다. 부들수술이 개약하기 직전 채취된 애기부들의 어린 꽃대는 백색으로 부드럽고 담백한 맛을 내는 특징이 있었으며 4C에서의 저장은 일반의 salad용 반가공 식품에서 나타내는 갈색의 발현이 자른 부분과 상처부분에 나타나는 특징이 있었다.

애기부들 화분의 입도분포는 16.0-23.3 μ m의 것이 60% 이상이었으며 쯤부들은 19.7-23.3 μ m의 것이 가장 많았고 큰부들은 27.6-32.8 μ m의 것이 가장 많았다.

부들화분 중의 flavonoid 는 quercetin이 169-186 mg%로서 대부분을 차지하였고 rutin이 9.4-14.7mg%이었다. 대두유에 대한 화분 추출물을 첨가하여 60 $^{\circ}$ C에 저장하였을 때 무첨가구의 과산화물가는 2일째부터 변화하기 시작하였으며 화분 추출물 첨가구에서는 4일부터 변화하기 시작하여 10일 경과후에는 무첨가구 173, 쯤부들 139, 큰부들 115, 애기부들 100으로 나타났다. 부들화분과 청국장추출물의 혈전 용해능은 증류수로 추출한 것이 유기용매로 추출한 것보다 두드러지게 높게 나타났고 일반적으로 효소가 파괴되지 않는 범위의 45 $^{\circ}$ C에서 추출한 추출물이 활성이 가장높게 나타났다. 부들 화분을 빵, 다식, 쿠키제조 시에 소재로 이용하였을 때 색도나 관능면에서 매우 우수하였다. 부들 뿌리의 전분 함량은 품종에 따라 차이는 있지만 약 30%로서 그 함량이 적어 전분 제조 소재로 이용하기에는 어려움이 있었으며 전분 입자가 적고 제조 과정 중 착색이 심하여 전분을 제조하는데 문제가 있었으므로 다른 각도에서 이용성을 검토하여야할 필요가 있다.

부들화분을 약용주 제조에 첨가하여 발효하였을 때 발효속도는 약간 늦었으나 색도나 혈전용해능은 우수하여 기능성 약용주로서 가치가 있었다.

10. 부들 꽃가루(포황)의 이용성과 효율성을 높이기 위해 가공적성을 검토하였다.

화분의 이용성을 높이기 위하여 25 $^{\circ}$ C에서 BK배지에서 발아시켰을 때 호반 외벽이 붕괴되어 이용성이 높아졌으며 nano 분쇄에 의하여 화분을 초미세화 함으로서 capsule제품을 만들어 이용하면 혈전용해능을 갖는 기능성 식품이 될 수 있을 것이다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

1. 기대효과

- 야생의 부들을 식용가능한 특용작물로 이용할 수 있다.
- 우리나라의 산간지방에 휴경되고 있는 습답의 활용이 가능하다.
- 조방적 재배를 통한 수익창출이 가능하다.
- 새로운 기능성 식품을 시장에 출하할 수 있다.
- 폐수하천 습지에 식재군락을 형성시켜 수질정화 효과를 얻을 수 있다.
- 인공습지를 이용하여 축산폐수를 정화할 수 있다.
- 야생에서 채취하던 꽃꽂이 재료를 재배하여 연중 상품화할 수 있다.

가. 기술적 측면

- 자생 자원식물의 새로운 원예작물화 가능
- 종자휴면타파 및 대량번식기술 개발
- 야생식물의 식용방법 및 가공기술 개발
- 부들의 화분채취방법 및 화훼장식소재 개발
- 인공습지 조성 및 이용기술 개발
- 농·축산폐수 유출 하천의 습지 식재공법의 개발

나. 경제·산업적 측면

- 휴경되고 있는 습답의 활용방안 구축
- 새로운 기능성 식품의 생산가공을 통한 제품 개발
 - 1) 줄기의 기부를 샐러드용, 김치, 피클용으로 상품화. 어린화기의 식품화
 - 2) 뿌리의 식품첨가용 가루 제품화. 과자재료
 - 3) 화분의 한약재료, 기능성식품재료 이용
- 인공습지의 활용 및 적합한 수질정화식물의 보급
- 화훼장식재료의 생산 및 연중공급가능(200원/개, 한국 도매가격)
- 수정방지기술 및 저온저장, 건조를 이용한 상품성향상 및 출하기간 연장
- 화분(포항)수입 대체 효과(40\$/100g, 정제분, 미국산, 전량 수입됨)

2. 활용방안

- 부들의 기능성 식품화 및 상품화
- 꽃꽂이 재료의 대량생산
- 화분(포항)의 채취기술 개발을 통한 기능성식품의 대량생산
- 재배기술 이전→재배생산→수집→가공→제품화→시장출하(한약시장, 슈퍼마켓, 화훼시장, 건강식품 취급점 등)
- 부들의 대량번식으로 폐수유출하천에 식재군락 조성이 용이
- 인공습지를 이용한 폐수정화방법의 보급

3. 특허

- 부들 꽃가루 이용식품의 개발(실용신안 출원예정)
- 부들화분(포항) 채취기의 고안(발명특허 출원예정)

4. 농가에 재배기술 이전

- 포항의 채취시기 및 수집방법 개발 이전
- 샬러드 식품재료의 채취시기 및 저장 방법
- Rhizome의 식품 이용방법기술 개발 및 이전
- 암술대의 절화재료 상품화를 위한 수확시기 지도

5. 수질오염제거를 위한 휴경농지 활용방안

- 내한성 종류의 선발을 통한 이용기간 확대
- 축산폐수정화를 위한 bio-filter의 이용 확대
- Biomass의 연료 이용방안 확립

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술 정보

외국의 경우 부들의 식품이용 연구는 민간 차원에서 주로 진행되고 있어 줄기 및 뿌리 부위의 식용에 관한 연구는 우리나라 동의보감에 소개된 수준으로 활발하지는 않았다. 그러나 포황으로 명명되는 화분은 그 약효와 함께 생리적 활성물질에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 꽃가루는 화분벽이 투터워 인간이 소화 흡수하기 어려운 점이 있었으나 최근에는 나노기술의 발달로 화분벽 파괴가 쉬워져 기능성 식품으로의 이용이 한결 쉬워진 점도 있었다. 지금까지는 포황의 경우 인산부를 제외하고는 인체에 해로운 영향을 미치는 결과가 보고되고 있지 않지만 화분벽이 제거되어 흡수가 쉬워질 경우에는 화분성분은 알려지지 않을 수 있는 물질이 될 수도 있기 때문에 일반 식품으로의 이용은 더 진전된 연구가 이루어져야 할 것이다. 우리나라는 포황의 전량을 중국으로부터 수입하고 있으나 본 연구팀에서 수입된 포황을 구입하여 살펴본 결과 완전 정제품이 아닐 뿐만 아니라 황사성분이 많이 포함되어 식용으로는 불가능한 것으로 판단되었다.

가장 관심이 많은 연구 분야는 부들의 수질정화에 관한 효과를 밝히고 이용하려는 시도라 할 수 있다. 최근에는 floating mat를 이용하여 호소 및 저류지에 부들과 함께 갈대를 식재함으로써 N, P등은 물론 중금속류를 흡수시켜 부영양화를 막기 위한 노력을 하고 있는 것이 특기할 만하였다. Floating mat는 식물체를 지지할 수 있는 간단한 재료로 만들어지고 식물체가 자란 후 수확하기 쉽게 만들어진 것으로 이는 식물체의 오염물질 sink sources로의 위험성을 배제하고 채취한 biomass를 펄프 및 연료로 이용하려는 아이디어로 우리나라에서도 채택을 권장할 만한 것으로 생각되었다.

Biomass의 펄프 및 연료이용, biogas 채취등은 최근에 시도되는 연구들로 환경보전적인 자원 재활용의 차원에서 우리도 이 분야에 대한 연구지원이 새롭게 이루어져야 할 것으로 판단된다.

제 7 장 참고문헌

1. 배상면. 1995. 탁약주 제조기술. 국순당부설 효소연구소
2. 배상면, 홍성천. 2004. 과실 및 약용식물을 이용한 가양주 만들기. 배상면 연구소.
3. 안덕균. 2004. 약초. (주)교학사. 137
4. 안민실, 조종현, 최소라, 임희춘, 최동철, 박윤점. 2003. 배지종류와 저장온도에 따른 원추리속(*Hemerocallis spp.*)의 화분발아. 원예과학기술지. 21(4):359-361
5. 유천권, 서원상, 이철수. 1998. 청국장에서 분리한 bacillus subtilis k-53 가분비하는 혈전용해 효소의 정제 및 특성. Microbiol biotechnol. 26:507-514
6. 이상현, 오수옥, 김월수. 2001. PH와 온도가 배(*Pyrus pyrifolia*)의 화분발아와 화분관신장에 미치는 영향. Agricultural Science & technology. 36:153-158
7. 이상현, 김광수, 김월수. 2001. 화분발아 배지 내 무기성분이 배(*Pyrus pyrifolia*)의 화분발아와 화분관 신장에 미치는 영향. Agricultural Science & technology. 36:127-131
8. 장진희, 심윤영, 김승호, 지규만. 2005. 청국장에서 분리한 Bacillus spp. 균자의 혈전용해능 및 면역증강활성. 한국식품과학회지. 37:255-260
9. 조현호. 2006. Bacillus subtilis SLL-2를 이용하여 제조한 청국장의 발효조건에 따른 생리활성변화. 충남대학교 졸업논문
10. 천병덕, 최인수, 강점순. 2006. Sucrose, 칼슘, 붕소 첨가가 복숭아 화분 발아에 미치는 영향. Journal of Life Science. 16(4):561-565
11. 홍문화. 1999. 허준 동의보감. (주)아침나라. 313
12. Accumulation of heavy metals in *Typha angustifolia* (L.) and *Potamogeton pectinatus* (L.) living in Sultan Marsh (Kayseri, Turkey)
13. Andrews, N. J. and D. C. Pratt. 1978. Energy potential of cattails(*Typha spp.*) and productivity In managed stands. J. Minnesota Acad. Sci. 44:5-8
14. Bedish, J. W. 1967. Cattail moisture requirement and their significance to marsh management. The Amer. Midland Natural. 78:288-300
15. Chao Wang, Zhankui Du, Jingxue Pan, Jinhua Li and Zhengyu Yang. 2006. Direct conversion of biomass to bio-petroleum at low temperature. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. 78:438-444
16. Ciria, M. P., M. L. Solano. 2005. Role of macrophyte *Typha latifolia* in a constructed wetland for wastewater treatment and assessment of its potential as a biomass fuel. Biosystems Engineering. 92:535-544
17. Demirezen, D. and Aksoy, A. 2004. Accumulation of heavy metals in *Typha*

angustifolia(L.) and *Potamogeton pectinatus*(L.) living in Sultan Marsh. Chemosphere. 56:685-696

18. Drew, R. L. K and P. A. Brocklehurst. 1984. The effect of sodium hypochlorite on germination of lettuce seed at high temperature. J. Exp. Botany. 35:975-985
19. Dubbe, D. R., G. E. Garver and D. C. Pratt. 1988. Production of cattail(*Typha spp.*) biomass in Minnesota. 17:79-104
20. Gao Guang Tao, Liao Maochuan and Feng YiXiu. 1998. Determination of flavonoids and quality evaluation of the Chinese traditional drug "Puhuang". Acta Pharmaceutica Sinica. 33(4):300-303
21. Goulet, R. R. and F. R. Pick. 2001. The effect of cattails(*Typha latifolia*) on concentrations and partitioning of metals in surficial sediments of surfaceflow constructed wetland. Water, Air, Soil Poll. 132:275-291
22. Hara, A. I. Huruva, T. Funaguma. 1995. Effects of paraquat on tube elongation of *pinus* and *Typha* pollens. Biotechnology and Biochemistry. 59(6):1128-1129
23. Haynes, J. R., W. G. Pill and T. A. Evans. 1997. Seed treatments improve the germination and seedling emergence of switchgrass(*Panicum virgatum* L.). HortScience. 32:1222-1226
24. Hsiao, A. I. and W. A. Quick. 1984. Action of sodium hypochlorite and hydrogen peroxide on seed dormancy and germination of wild oat, *Avena fatua* L. Weed Research. 24:411-419
25. Kevin f. D. 2001. The incredible cattail-'The super Wal-Mart of the swamp". <http://www.backwoodshome.com/articles/duffy43.html>
26. Kim, C. and H. K. Choi. 2001. Distribution of *Typha laxmanni* Lepechin (Typhaceae) in Korea. J. Pl. Biol. 44:127-130
27. Kim, H. H., S. R. Lee and S. C. Lim. 1998. Factors Influencing pollen Germination *in vitro* of *Codonopsis lanceolata*. J. Plant.Res. 11(1):106-110
28. Kim, M. Y., S. W. Choi and S. K. Chung. 2000. Antioxidative flavonoids from the Garlic(*Allium sativum* L.) Shoot. Food Sci. biotechnol. 9(4):199-203
29. Kroyer, G., N. Hegedus. 2001. Evaluation of bioactive properties of pollen extracts as functional dietary food supplement. Innovative Food Science & Emerging echnologies. 2:171-174
30. Ku, J. H., D. C. Won and T. I. Kim. 1989. The effect of seed coat scarification with sodium hypochlorite on germination of zoysiagrass seed. Kor. J. Turf. Sci. 3:89-94
31. Lee, J. H., S. D. Kim, J. Y. Lee, K. N. Kim and H. S. Kim. 2005. Analysis of

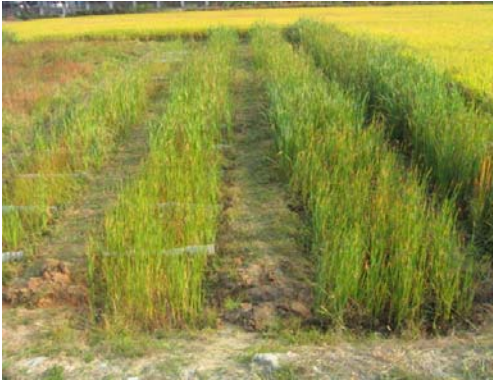
Flavonoid in Concentrated Pomegranate Extracts by HPLC with Diode Array Detection. Food Sci. biotechnol. 14(1)171-174.

32. Lee, J. Y., S. O. Moon, Y. J. Kwon, S. J. Rhee, H. R. Park and S. W. Choi. 2004. Identification and Quantification of Anthocyanins and Flavonoids in Mulberry(*Morus sp.*) Cultivars. Food Sci. Biotechnol. 13(2)176-184
33. Lew, Y. S. 1988. A review on the efficacy of natural pollen described in an orient medical handbook "Dong-Eui-Pogam". Korean J. Apiculture. 3(1):26-47
34. Lipp, J. 1991. Detection of ABA and proline in pollen. Biochemical and Physiologie der pflanzen. 187(3):211-216
35. Liptay, A. 1989. Typha: review of historical use and growth and nutrition. Acta Horticulturae. 242:231-238
36. Manios, T. S. E. I. and Millner, P. A. 2003. The effect of heavy metals accumulation on the chlorophyll concentration of *Typha latifolia* plants, growing in a substrate containing sewage sludge compost and watered with metaliferous water. Ecological Engineering. 20:65-74
37. Mary-Jean dubber, Isadore Kanfer. 2004. High-performance liquid chromatographic determination of selected flavonols in ginkgo biloba solid oral dosage forms. Pharmaceut Sci. 7(3):303-309
38. Mun, H. T., J. Namgung and J. H. Kim. 2000. Mass loss and changes of nutrients during the decomposition of *Typha angustata*. Korean J. Environ. Biol. 18:105-111
39. Schmidt, J. O. Buchmann, S. L. Glaiim, M. 1989. The nutritional value of *Typha latifolia* pollen for bees. Journal of Apicultural Research. 28(3)155-165
40. Shim, W. S. and I. S. Han. 1998. Effect of reed-bed using-habitated *P. australis*, *T. orientalis*, and *P. aundinacea* L. on removing pollutants from sewage. J. of the Korean Environmental Science Society. 7:117-121
41. Sladkovsky, R. Solich, P, Opletal, L. 2001. Simultaneous determination of quercetin, kaempferol and (E)-cinnamin acid in vegetative organs of Schisandra chinensis Baill. Pharm Biomedic. Anal. 24:1049-1054
42. Smith, S. G. 1967. Experimental and natural hybrids in North America Typha (Typhaceae). Amer. Midl. Nat. 78:257-287
43. Speranza, A., G. L. Calzoni, E. Pacini. 1997. Occurrence of mono disaccharides and polysaccharide reserves in mature pollen grains. Sexual Plant reproduction. 10 (2):110-115
44. Stewart, H. S. L. Miao, M. Corbert, and C. E. Carraher Jr. 1997. Seed

germination of two cattail(*Typha*) species as a function of everglades nutrient levels. wetland. 17:116-122

45. Tsai, W. T., Lee, M. K., Chang, Y. M. 2006. Fast pyrolysis of rice straw, sugarcane bagasse and coconut shell in an induction-heating reactor. Journal of Analytical and applied pyrolysis. 76:230-237
46. Wei QingCai, S. J. Walde. 1997. The functional response of *Typhlodromus pyri* to its prey, *Panonychus ulmi* the effect of pollen. Experimental & Applied Acarology. 21(10/11):677-684
47. Yang, X. Feng, Y. He, Z. and Stoffella, P. 2005. Molecular mechanisms of heavy metal hyperaccumulation and phytoremediation. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 18:339-35
48. Yoon, T. H. 1992. Fatty Acid composition of total lipids from needles and pollen of Korean *pinus densiflora* and *pinus koraiensis*. The Korea Oil Chemists' Society. 9(1):25-30
49. Zhao Hong, Xie Hang and Zhao YuTang. 1999. The nutrient value and exploitation potentials of *Typha* pollen in northeastern china. Acta Hydrabiologica Sinica, 23(3):279-282
50. Zhen-Hu Hu and Han-Qing Yu. 2006. Anaerobic digestion of cattail by rumen cultures. Waste Management. 26:1222-1228

Appendix



부들 논재배 실험



에기부들의 종자비산 모습





부들 식물체 부위별 중금속 함량 조사 실험



Bio-filter로서의 수질오염 정화능 실험