

經營 合理化를 위한

乳牛의 繁殖生理와 그活用(Ⅲ)

.....목 차.....

7. 인공수정의 원리와 활용
 가. 인공수정의 장단점
 나. 정액의 채취와 검사 및 동결
 다. 동결정액의 융해 및 주입

農學博士 任 京 淳
 〈서울大 農科大學 教授〉

7. 인공수정의 원리와 활용

우리나라에서 소의 인공수정은 1961년 농사원 축산부(農事院 畜産部)에서 처음으로 시도되었지만 본격적으로 실시된 것은 1962년 농협중앙회에 가축인공수정소가 설치되면서 인공수정의 술식(術式)과 운영조직이 개선됨에 따라 이루어졌다.

약 20년동안 이 분야에 대한 활발한 연구와 운영조직의 발달, 우수한 종모우의 도입 및 낙농가의 계몽 등으로 우리나라에 있어서도 선진 외국과 비슷한 양상으로 젖소의 인공수정이 일반화 되어가고 있는 실정이다. 이 시점에서 인공수정의 기본원리를 재확인 함으로써 인공수정에 대한 그릇된 견해를 수정하고 올바른 인식으로 정확하고 광범위한 활용을 통하여 수태율(受胎率)의 증가, 축군(畜群)의 개량 및 전염성 생식기 질병을 방지할 수 있으리라 본다.

가. 인공수정의 장단점과 전망

인공수정은 유전적으로 우수한 종모축의 정액을 채취하여 그것의 성상을 검사하고, 정자의 생존성과 냉동성을 강화하기 위해서 희석액과 동결방지제로 처리한후 초저온(-196℃)상태인 액체 질소에 보관했다가 발정이 왔을때 그것을 다시 융해하여 빈축(牝畜)의 생식기(자궁경관 또는 자궁체)내에 주입해 주는 방법이다.

1) 장 점

전전한 번식 관리 계획과 정액의 취급, 저장 및 주입을 규정대로 시행하고 종모우를 잘 선택하여 활용하면 인공수정의 이점은 대단히 크다.

첫째, 종모우를 선택하고 구입하는데 소요되는 경비뿐만 아니라 종모축의 사양관리에 필요한 사료 및 노력을 경감할 수 있다.

둘째, 후대검정 결과 우수한 유전능력을 보유한 종모우의 동결정액을 이용하면 저렴한 경비로 우수한 자축(子畜)을 생산할 수 있으므로 낙농가가 소유한 축군의 유전능력이 개량되어 결국은 적은 수의 축군으로 다량의 우유 생산이 가

능하다.

세째, 종모우의 이용효율을 증대시킬 수 있다. 즉 낙농가는 가축인공수정소와 국립종축장에서 보유하고 있는 여러 종모우 중에서 적절한 종모우를 선택하여 그 종모우의 냉동정액을 구입할 수 있으며 축군의 세대교체시에는 축군내 근친도(近親度)를 줄이기 위해서 다른 종모우를 선택할 수 있다.

네째, 축군내 전염성 생식기병을 감지하지 못하고 같은 종모우로 계속해서 자연교배를 시킬 때 순식간에 전 축군이 오염되어 막대한 손실을 초래할 수 있다. 그러나 인공수정은 수정기구의 소독만 철저히 해주면 이러한 문제점을 배제할 수 있다.

다섯째, 한 발정기에도 수 차례나 정액을 주입할 수 있으므로 수태율(受胎率)을 향상시킬 수 있다.

여섯째, 자연교배가 불가능한 상황 즉 종모우의 성욕 감퇴, 암컷의 신체상 이상 또는 천재지변 하에서도 인공수정은 가능하다.

2) 단 점

앞에서 언급한 바와 같은 여러가지 장점도 있으나 그 반면 다음과 같은 단점도 있다.

첫째, 냉동정액의 검사와 취급방법 및 직장검사에 대한 기본적인 지식과 많은 경험에 의한 숙련된 기술이 필요하며 또한 액체질소 탱크, 정액 주입기, 소독기, 현미경 등 몇가지 기구를 갖추어야 한다.

둘째, 기구의 위생적 취급과 냉동정액의 취급의 부주의, 정액 주입과 수정기구의 판정 부정확 등으로 번식효율을 저하시킬 수 있다.

세째, 위생관념이 철저하지 못할 때 오히려 생식기병이 만연될 수도 있다.

네째, 한번의 수정을 위하여 소비되는 시간이 자연교배보다 많이 걸린다.

이러한 문제점들은 경영 방식을 합리화하고 실시상 주의를 할 경우 극복될 수 있으므로 인공수정의 본질적인 결함이라고 할 수는 없다.

3) 전 망

가축의 증식과 개량을 위해서 인공수정 사업은 선진국과 비슷한 양상으로 우리나라에서도 매우 중요한 역할을 해 왔다고 생각된다. 과거 20년 동안 인공수정에 의해 달성된 성과 못지않게 향후 몇년간 인공수정 사업은 더욱 박차를 가하여 국내 소비뿐만 아니라 '86 아시안 게임과 '88 올림픽을 위한 선진국형 가축 싹 축산물 생산에 일익을 담당해야 하리라 본다.

훌륭한 육질과 유질(乳質)은 사양조건에 따라서 좌우될 수 있지만 근본적으로는 유전적인 면을 고려하지 않을 수 없다. 따라서 인공수정소는 유전적으로 육질과 유질이 우수한 종모우 또는 냉동정액 즉 가칭 "올림픽 정액"을 도입 또는 생산하여 인공수정에 의한 육질과 유질의 빠른 개량을 도모해 볼 필요가 있으리라 본다.

인공수정사는 우수한 냉동정액을 정확하게 전달하여야 하며 그 과정에서 위생 처리의 부주의로 인한 생식기 질병의 발생과 이로 인한 항생제 투여나 폐우 발생과 같은 불상사가 일어나지 않도록 만전을 기할 때 인공수정은 더욱 빠른 기간내 큰 효과를 기대할 수 있으리라 본다.

낙농가는 우수한 종모우의 정액에 의한 인공수정이 장래에 자신들이 소유한 축군의 놀랄만한 유전적 개량을 가져올 수 있으며 이로 인해 생산이 증가된다는 사실을 인정해야 한다. 만일 인공수정에 의한 수태율이 저하되었다고 그것을 무조건 인공수정이 나쁘다는 결론을 내린다면 그것은 위험한 속도일 수도 있다. 인공수정은 선진국뿐만 아니라 우리나라에서도 그 우수성이 인정되어 왔으므로 그러한 입장에 놓인 낙농가는 젖소의 번식 생리에 대해서 좀더 연구하여 일반적으로 몇가지 사항을 먼저 생각해 볼 필요가 있다.

첫째, 수정적기가 맞았는지,

둘째, 냉동정액 융해후 정자의 생존율은 어떠했는지,

세째, 암소의 생식기내 잠정적인 이상으로 인한 수정이나 난자의 착상(着床) 또는 착상된 난

자가 발육중 초기 사망등에 대해서 수의사나 인공수정사 또는 가까운 연구기관에 문의나 토의를 해 볼 필요가 있다.

이와같이 인공수정소와 인공수정사 및 낙농가가 삼위일체가 되어 올림픽을 향한 과학적인 체계로 인공수정을 실시한다면 가축과 축산물의 개량은 기대 이상으로 빠른 시일내 큰 성과를 거둘수 있으리라 본다.

나. 정액의 채취와 검사 및 동결

질이 좋은 정액을 얻기 위한 종모우의 생산과 관리 그리고 종모우로 부터 정액의 채취와 검사 및 동결의 전 과정은 가축인공수정소에서 일괄 작업되고 있으므로 이 부분에 대해서는 기본적인 원리만 간단히 기술하고 그 다음 동결정액의 용해 및 주입에 관하여 구체적으로 기술하고자 한다.

1) 정액의 채취

소의 정액을 채취하는 방법은 인공질(人工腔)을 사용하는 방법과 전기자극법 및 마사지법이 있으나 일반적으로 인공질법이 많이 이용되고 있으며 나머지 두 방법은 종모우가 교미욕이 없거나 다리를 다쳐 승가가 곤란할 때 응용될 수 있다.

인공질을 사용하여 정액을 채취하는 방법은 다음과 같다.

가) 채취전의 준비

정액을 채취할 때에는 전 과정이 원활하게 진행될 수 있도록 사전에 모든 준비가 완료되어야 한다. 정액 채취자는 숙련된 사람이어야 하며 수소는 충분히 훈련되어 있어야 한다. 정액의 채취와 검사에 사용되는 기구(인공질, 채취관 등)는 소독과 위생 관리가 철저히 되어야 하며 채취한 정액은 즉시 검사하고 처리될 수 있도록 준비가 되어 있어야 한다.

정액을 채취하기에 앞서 종모우의 성적흥분을 앙당시키기 위해 1회 가승가(假乘駕)시킨 다음 2분 정도 억제했다가 다시 연속하여 2회 가승

가시키면 정액량과 정자농도가 최대로 증가할 뿐 아니라 가승가를 반복하는 사이에 분비액이 다량으로 분비되어 요도를 세척함으로써 그만큼 깨끗한 정액을 얻을 수 있다.

나) 채취방법

채취자는 인공질(그림 1)을 한손에 들고 의빈대(擬牝臺)나 대용축(代用畜)의 측방(側方)에 위치하여 수소가 증가할 때 포피개구부(包皮開口部)의 바로 뒷부분을 다른 손으로 잡고 음경을 인공질내에 삽입하게 한다. 이때 인공질내의 온도는 42~45℃가 알맞다. 사정(射精)할 때 수소는 전방으로 돌진하므로 인공질도 이에 따라 맞추어 주어야 한다. 사정 후에는 인공질의 앞부분을 서서히 밑으로 기울이고 인공질의 온수(溫水)를 빼어 정액이 채취관으로 흐르게 한다. 이러한 채취법을 횡취법(橫取法)이라 한다.

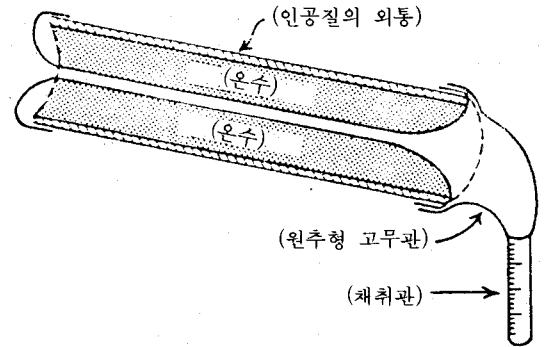


그림 1. 수소용 인공질

2) 정액의 검사

정액과 정자의 검사는 수정능력의 판정과 번식장해의 원인을 구명하기 위하여 필요로 하나 인공수정에서는 정액의 사용 여부를 판정하고 희석배율(稀釋倍率)을 결정하기 위하여 필요하다. 일반적으로 정액은 육안적 검사와 현미경적 검사를 실시할 수 있다.

가) 육안적 검사

특수한 기구를 사용하지 않고 육안으로 검사할 수 있는 정액의 성상은 색, 점조도(粘稠度) 정자농도, 정액량, 운무상(雲霧狀)의 출현상태

및 수소이온농도 (pH) 등이다.

사출된 정액은 일반적으로 백색이지만 개체에 따라서 정액내에 황색 색소인 리보플라빈을 함유하여 황색을 띤 정액도 있다. 이러한 정액은 하등의 이상이 없으나 다만 오즙이 혼입되어 황색을 띄며 오줌냄새가 날 때는 정자 생존율에 나쁜 영향을 미치므로 사용하지 않아야 한다.

채취 직후의 정액이 균일하면서 불투명한 것은 정자농도가 높은 정액인 반면 약간 투명하게 보이는 정액은 그만큼 정자 농도가 낮은 것이다. 정액량은 눈금이 있는 시험관이나 피펫으로 측정할 수 있으며 1회 사정량은 2~8 ml, 평균 6 ml 정도이다. 정액의 수소이온농도는 pH 미터를 사용하지 않고 표준색조표(標準色調表)의 색변화를 관찰하는 지시지법으로 옥외에서도 간단하게 사용할 수 있다.

나) 현미경적 검사

현미경으로 정자의 활력과 생존율, 정액 중의 정자의 농도 및 생사염색(生死染色)에 의한 정자의 생존성과 기형율을 조사할 수 있다.

① 정자의 활력과 생존율 : 정자의 활력과 생존율은 수정능력을 예견하는 좋은 지수가 되며 또한 정액을 인공수정용으로 사용할 것인지를 결정하는 척도가 되기도 한다. 따라서 인공수정사는 동결정액을 융해하여 주입한 후 잔여 정액으로 정자의 활력과 생존율을 조사해 두면 불임의 원인을 분석하는데 좋은 자료가 될 수 있을뿐 아니라 인공수정에 대한 신뢰감을 높일 수 있다.

정자의 활력은 운동의 종류 즉 전진, 선회, 시계추 또는 후퇴운동의 비율로써 판정한다. 채취 직후의 정자는 대부분이 활발한 전진운동을 하지만 보존시간이 경과함에 따라서 선회운동 및 시계추운동으로 변하게 되고 급기야는 운동을 중지하게 된다. 활발한 전진운동을 하는 정자가 많을수록 수정율이 높은 반면 시계추 또는 선회운동을 하는 정자가 많을수록 수정이 불가능하거나 수정율이 낮다.

정자의 생존율은 생존하는 정자의 비율을 %

로 표시하는 방법을 말하며 일반적으로 현미경 하에서 육안으로 검사하지만 더욱 정확하게 하기 위해서는 생사염색법을 이용할 수도 있다.

② 정자의 농도 : 정액중의 정자농도 즉 정자수는 정액의 희석배율을 결정하고 수소의 수정능력을 예측하는데 도움이 된다.

혈액 희석용 피펫(melangeur)을 이용하여 정액을 3% 식염수로 100배 또는 200배로 희석한 후 희석정액을 혈구계산판(血球計算板)에 적하(滴下)하여 정자수를 계산한다.

수소의 정액 1 ml당 정자수는 수십만~30억 정도이지만 평균 약 10억이다.

③ 기형정자의 검사 : 기형정자의 수와 불임과의 관계에 대하여 정확히 언급하기는 어려우나 정액 중의 기형정자가 많을수록 수태율이 저조한 것만은 사실이다. 정액의 기형율은 질이 좋은 정액에서 5~15%를 초과하지 않으나 보통 정액은 10~20%이며, 30% 이상이면 인공수정용으로 바람직하지 못하다. 기형정자는 수소의 생식기내에서 정자가 만들어질때 유전적 소인에 의하여 발생할 수 있지만 체외에서 정자를 저장, 동결 및 융해하는 과정에서도 생길 수 있다. 따라서 인공수정사나 낙농가는 동결정액을 융해할 때 발생할 수 있는 기형정자의 수를 최소한 줄여 기형정자로 인한 수정율의 저하를 방지하여야 한다. 기형정자의 종류와 기형율을 정확하게 판단하기 위해서는 슬라이드 글라스에 도말(塗抹)한 정액을 염색하여 현미경 하에서 검사할 수 있다.

3) 정액의 동결

정액을 채취하여 검사를 실시한 후 양질로 판명된 정액만을 동결정액 제조에 이용한다.

동결방법은 실온에서 원정액(原精液)에 동결방지제인 글리세롤을 함유하지 않은 희석액을 서서히 첨가하여 1차 희석 정액을 만든다. 1차 희석 정액을 60~120분에 걸쳐 서서히 5℃까지 냉각한다. 5℃로 냉각된 1차 희석 정액에 글리세롤을 함유한 5℃의 2차 희석액을 수차례

나누어 서서히 첨가하여 2차 희석 정액을 만든다. 2차 희석 정액을 0.5ml의 스트로에 분주(分注)한 다음 한쪽 끝을 봉인한다. 스트로에 분주 및 봉인된 정액을 4~5℃에서 16~18시간 정지(靜置)하여 글리세롤 평형(平衡)을 실시한다. 글리세롤 평형이 끝난 2차 희석 정액은 드라이 아이스(-79℃)에 의한 완만동결법(緩慢凍結法), 액체질소(-196℃)에 의한 급속동결법 및 정제화(錠劑化) 동결법에 의하여 동결할 수 있다. 일반적으로 액체질소에 의한 급속동결법을 많이 이용하고 있다.

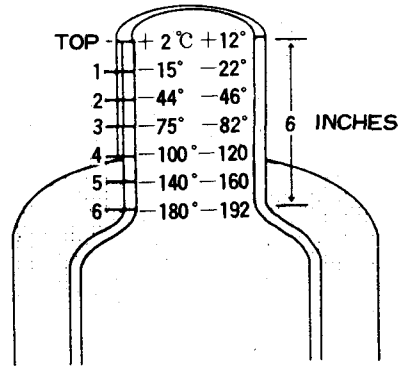


그림 2. 액체질소 탱크 목 부위의 온도

다. 동결정액의 융해 및 주입

인공수정사나 낙농가는 인공수정소에서 제조하여 보급되는 -196℃의 액체질소 탱크에 보존된 동결정액을 직접 이용해야 되므로 동결정액의 융해, 융해후 주입까지 보존 및 주입방법에 대한 기초적인 지식을 알고 있어야 한다. 동결정액의 융해 및 융해후 수송 과정에서 정자의 형태 변화와 생존율이 떨어져 수정율의 저하를 초래할 수 있으므로 다음과 같은 취급 주의가 필요하다.

1) 액체질소 탱크에서 융해까지

액체질소 탱크에서 동결정액이 함유된 스트로를 꺼내기 전에 35℃의 온도를 유지하는 항온수조를 준비해야 한다. 그 다음 액체질소 탱크의 두껍을 열고 케니스터(스트로가 담긴 깡통)의 끝을 탱크의 목 중간 부위까지 올려 한 손으로 하나의 랙(스트로통을 끼운 강철)을 보정하고 핀셋으로 스트로 통을 집어 낸다. 그리고 저장되어야 하는 동결정액은 그림 2에서 보는 바와 같이 -130℃ 부위 이상 노출되지 않도록 해야 한다. 왜냐하면 -130℃ 이상 올라가면 정액내 얼음의 결정이 불안한 상태로 되어서 정자의 생존성에 나쁜 영향을 미치기 때문이다. 한편 -15~-25℃의 온도는 정자의 생존에 나쁜 영향을 미치므로 이 사이를 빨리 통과 해야 한다.

액체질소 탱크에서 꺼집어낸 스트로(0.5ml)를 즉각(3~5초 이내) 35℃의 물에 옮겨 정확히 12초동안 융해한다. 반면에 외국에서 수입된 0.25ml 스트로는 6초동안 융해하면 된다. 융해중에는 스트로를 흔들지 말아야 한다. 이 시간 이상 스트로를 더운 물에 보존하면 열 충격을 받을 수 있다. 따라서 정해진 시간동안 융해후 스트로를 깨끗한 휴지로 건조시킨 후 끝부분을 빠르게 잘라서 주입기에 장치한다.

2) 융해에서 주입까지

목장에서 직접 동결정액을 융해하여 주입할 때와 융해후 수송 시간이 1시간 이내라면 35℃에서 융해하여 상온(20~25℃)에서 보존한 후 주입하는 편이 좋지만 융해 후 수송 시간이 1시간 이상 소요 될 때는 4~5℃에 융해하여 같은 온도로 수송하여야 한다. 융해후 4~5℃(냉장고 저장실 온도)에서는 1~2일간은 보존이 가능하지만 다소 수정율이 떨어지게 된다. 그러므로 가능한한 융해후 즉시 주입하는 것이 가장 높은 수정율을 올릴 수 있다.

3) 정액의 주입

정액의 주입은 인공수정의 최종 단계로서 정액 채취에서 동결 융해까지 모든 조작이 순조롭게 진행되어 정자의 생존성이 양호하더라도 수정의 적기관단을 잘못하였다든가 주입 기술상에

젖소의 내용년수

우유생산비 중에 있어서 젖소상각비가 점하는 비율은 사료비, 사육노동비 다음으로 젖소의 내용년수이며 약 10%를 점한다고 한다. 그러므로 이 젖소의 내용년수를 연장한다는 것이 이 비목을 절감하는 최상에 지름길이며 원래는 6~7산이 내용년수라고 하는데 평균적으로 3.5산으로 제일 비유량이 많은 4~5산에서 벌써 폐우로 되는 일이 많다고 한다.

젖소가 폐우로 되는 이유중에서 주된 것을 들어보면 소화기의 장애와 번식장애로서 이 두가지가 폐우의 전체의 3분의 2를 점하고, 노령으로 폐용되는 경우는 10% 이하에 지나지 않는다고 한다. 보통 젖소는 그 산유량으로 보아 6산까지는 경제적으로 사육할수 있는 것으로서 사양관리의 향상에 의해 내용년수를 연장할수 있으며 10산에서도 경제적 사양을 하고 있는 분들도 많다.

실수가 있었다고 한다면 수태율의 저하를 초래하여 경제적인 손실을 가져올 정도로 중요한 과정이다. 따라서 인공수정사나 낙농가는 정액의 주입과 관계되는 기본적인 지식을 갖추는 한편 주입 기술의 숙련과 기구를 갖추고 있어야 한다.

주입 기구는 질을 개구하여 발정 상태를 확인하고 난 뒤에 오염되지 않게 주입하고 생식기 질병을 치료하는데 필요한 질경(陰鏡)과 정액을 주입하는 정액주입기등이 필요하며 기타 소독용 70% 알코올 또는 비누, 위생처리된 1회용 종이수건 등이 갖추어져야 한다.

정액의 주입방법은 질경법(陰鏡法), 겹자법(鉗子法) 및 직장질법이 있지만 일반적으로 직장질법(그림 3)을 많이 이용하고 있다. 이 방법은 수정 실시 시간이 비교적 적게 걸리며 생식기(자궁체, 자궁막 및 난소)의 검사가 가능한 반면에 숙련이 필요하다.

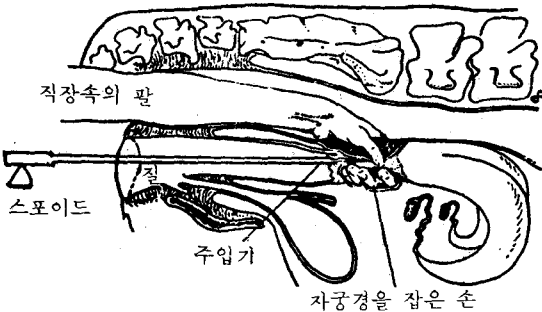


그림 3. 직장질법

정액의 주입 부위는 질내, 자궁경심부, 자궁경체 및 자궁각을 들수 있지만 주입부위와 수태율과의 관계는 표 I과 같이 주입 부위간에 수태율의 차이는 거의 없다.

자궁체 및 자궁각에 주입할 경우에는 자궁 감염의 위험이 있으며 또한 임신한 빈축에 잘못 주입할 경우 유산을 일으킬 위험성이 있다. 따라서 정액의 주입부위는 자궁경관의 중앙부 보다 약간 전방, 즉 경관(頸管)의 심부(深部)에 주입하는 것이 바람직하다.

그러나 발정의 상태와 인공수정사의 숙련도 및 완벽한 위생처리를 고려한다면 주입부위를 달리

표 1. 주입부위와 수태율

| 연구자 (발표연도) | 수정회수 | 수정두수 | 자궁경심부 | 자궁체 | 자궁각 |
|---------------|------|-------|-------|-------|-------|
| G (1951) | 초회 | 6,600 | 64.0% | 65.1% | 64.8% |
| | 2회 | 1,740 | 55.7 | 50.0 | 55.3 |
| H (1953) | 초회 | 9,558 | 66.2 | 65.7 | 67.9 |
| I (1953) | 초회 | 2,950 | 60.2 | 63.6 | 61.4 |
| J (1952) | 초회 | 2,580 | 61.5 | 60.6 | |
| | 2회 | 6,240 | 64.5 | 64.6 | |

함으로써 수정율을 높일수도 있다. 발정 완료후 6시간 까지는 인공수정에 의하여 높은 수정율을 얻을 수 있다. 즉 발정이 종료한 후에는 주입부위를 더 깊게 해줌으로써 정자의 생식기내상행(上行)시간을 단축시켜 수정 가능성을 높일 수 있다. (다음 호에 계속)