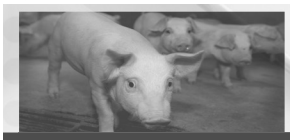
(148-100)10(김 현 일) 2015.2.4 9:40 PM 페이지 148 001 Nega-2438-670-color



구제역(FMD) 일문일답



김 현 일 대표이사
(주)옵티팜

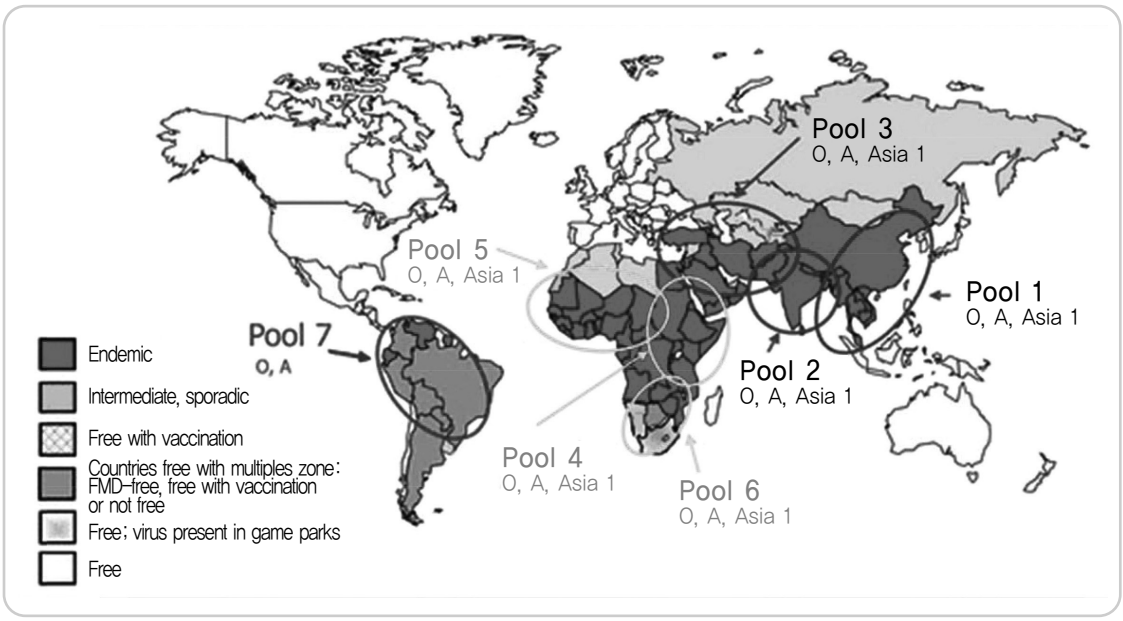
1. 한국에서는 왜 3가 구제역 백신을 사용하는가?

독자 여러분들께서 알고 계시는 것처럼 구제역은 총 7개의 혈청형을 가지고 있으나(O, A, C, Asia1, SAT1, SAT2, SAT3) C 타입(type)의 경우 거의 발생이 없어서 주로 6개 혈청형을 주로 언급한다. 그렇다면 구제역 혈청형의 지구상 분포를 보자(그림 1 참조). 한국을 둘러싼 주변국에서 주로 발생하는 구제역바이러스는 O, A, Asia1 타입이고, 일부 아프리카 지역에서 SAT 1, 2, 3형이 검출되고 있다. 지금 우리나라에서는 한국으로 유입이 가능한 O, A, Asia1 타입으로 백신을 만들어 공급하고 있기 때문에 상당히 높은 확률로 구제역바이러스를 방어할 수 있다고 판단된다. 2014년 7월 23일 안동 케이스의 경우 많은 바이러스 연구자들이 한 때 크게 긴장을 했던 이유는, 이렇게 3종 항원 백신을 접종하고 있음에도 새로운 구제역이 발생했다면 새로운 항원의 유입 가능성이 높기 때문이었다. 다행히 "O" 혈청형으로 밝혀지고 오늘까지 추가 발생이 없지만 우리나라는 외국과의 교역량이 앞으로도 계속 증가될 전망이기 때문에 외국으로부터의 구제역 유입 가능성은 계속 높아지고 있다. 현재 우리나라에서는 우선적으로 유입 가능성이 높은 구제역 혈청형에 대한 백신을 적절히 접종하고 있다. 다만 이 구제역 백신의 방어능이 어느 정도 되는지 냉정히 평가해 볼 필요가 있다.

2. 구제역 백신의 방어능력은 어디까지일까?

퍼브라이트연구소의 Alexandersen이 2002년에 발표한 논문을 보면 백신을 접종할 경우

(148-100)10(김 현 일) 2015.2.4 9:40 PM 페이지 149 001 Nega-2438-670-color

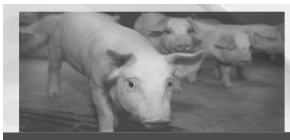


(그림 1) 전 세계 구제역 혈청형 분포 자료

(자료 출처 : FMD World Reference Laboratory, Pirbright Institute, United Kingdom)

12~14주 이상의 돼지는 구제역바이러스에 잘 감염되지 않고 초기 자돈의 경우 모체이행 항체가를 통해 질병 감염을 예방할 수 있으나 일단 바이러스가 농장에 들어온 다음에는 백신만으로 임상증상을 완전히 예방할 수는 없다고 적고 있다(Kitching and Alexandersen 2002). 그렇기 때문에 백신을 접종했다고 하더라도 임상증상을 보이는 개체만을 제거하는 방법만으로는 구제역을 종식시키기에는 충분한 조치가 될 수 없다. 백신을 했더라도 최소한 돈방이나 돈사 단위의 살처분을 해야만 하는 이유가 바로 여기에 있다. 백신을 실시했더라도 증상이 관찰되면 반드시 방역기관에 신고하여 지도를 받고 돈방이나 돈사 단위 살처분을 통해 감염되지 않은 개체들을 적극적으로 보호하는 정책이 반드시 유지되어야 한다고 생각한다. 정리해서 말하면, 구제역 백신은 농장에서 농장으로의 전파를 막는 데는 효과가 있을 수 있지만 일단 바이러스가 농장 내부로 들어온 경우에는 백신을 접종했다고 하더라도 감염이 가능하기 때문에 강도 높은 예방 조치와 살처분 등의 강력한 조치가 필요하다. 그럼에도 불구하고 일부 지자체에서 구제역에 걸릴 경우 보상에서 제외하고 매몰 비용을 농가에 부담시킬 계획을 가지고 있다고 하는데, 이렇게 하면 신고가 기피되거나 지연되는 일이 생길 수 있다. 국제동물보건기구(OIE - 국제수역사무국에서 명칭이 바뀜)에서도 여러 축종 간 전파가 가능한 매우 중요한 질병으로 적시한 구제역에 대해서 국가가 비용을 들여서라도 적극적으로 관리를 해야 마땅하다고 한다. 그렇지 않으면 더 큰 피해가 양산될 수 있기 때문이다.

(148-100)10(김 현 일) 2015.2.4 9:41 PM 페이지 150 001 Nega-2438-670-color



3. 구제역 백신을 접종했는데도 방어능이 약한 이유는?

이상육 문제 때문에 구제역 백신을 제대로 접종하지 않은 농장도 있었겠지만 대다수의 농장은 어떠한 형태로든 백신은 접종했을 것이다. 그럼에도 불구하고 구제역에 걸린 농장이 많이 보고되고 있다. 왜 그런지 우선순위대로 알아보자.

(1) 돼지와 소와의 차이

2011년에 국립수의과학검역원과 국립축산과학원이 공동 시험한 결과에 따르면, 1차 구제역 예방접종 후 소는 14일 만에 항체가 100% 양성, 돼지 성돈은 20일 만에 70%, 비육돈은 21일에 80% 항체가 양성이 되었다. 물론 항체가와 방어능이 완전히 일치하는 것은 아니라지만 돼지가 소에 비해 항체나 면역이 더디게 생기고 약하게 생기는 것으로 판단된다.

(2) 구제역 백신을 2회 접종에서 1회 접종으로 변경

목심 부위에 이상육이 문제가 되면서 구제역 백신 접종을 2회에서 1회로 줄였는데 2014년에서 2015년에 발생된 구제역 케이스를 분석해 보면 구제역 백신을 맞은 지 100일 이상 되는 비육돈에서 집중적으로 발생되는 것으로 보아 백신 접종 횟수를 2회에서 1회로 줄이면서 항체가가 떨어진 것도 방어력이 약해진 원인 중 한 가지로 파악된다. 그럼 도대체 구제역 항체가는 얼마나 오래 지속되는 것일까? (표 1)을 보기 바란다. 백신 접종을 하고 4주가 지났을 때 항체 양성률이 44.9%에서 8주가 지나면 27.1%로 감소된 것을 알 수 있다. 물론 모체이행 항체가의 하락과 간섭도 작용을 했겠지만 1회 접종만 실시했을 때에는 출하시점의 비육돈에서 항체 양성률이 25%가 채 안 되는 상태라는 걸 알 수 있다.

(표 1) 구제역 백신 접종 후 항체 형성률과 이상육 발생 비율에 대한 조사 자료(도드람양돈조합 2012년). 1차는 백신 접종 전 채혈, 2차는 백신 접종 후 4주, 3차는 백신 접종 후 8주, 4차는 150일령 또는 출하 2주 전 비육돈에서 채혈한 결과이다. (단위 : %)

	항체 형성률(%)				농 발생률(%)
	1차	2차	3차	4차	
둔부	55.3	44.9	27.1	23.7	10.0
이근부	38.2	28.4	22.1	19.8	26.8
무침	50.9	28.1	29.1	9.1	25.9

4. 2014년 7월 안동 구제역바이러스는 2010~2011년 구제역바이러스와 같은 바이러스인가? 다른 바이러스인가?

"2014년 7월 23일 경상북도 의성군 비인면 사육규모 1,500두의 비육돈 농장에서 구제역이 발생했다. 오전 9시에 축주가 이상 신고를 하여 당일 15시에 시료 접수, 24일 오전에 "O" 형으

(148-100)10(김 현 일) 2015.2.4 9:41 PM 페이지 151 001 Nega-2438-670-color

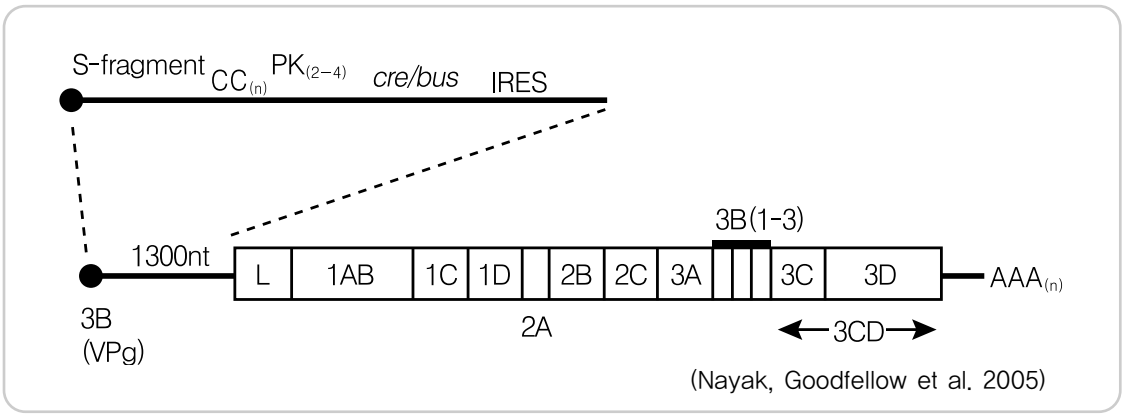
로 확진되었고, 연이어 7월 28일 고령의 한 양돈농가에서도 구제역 양성판정이 있었다(월간 피그앤포크 한돈, 2014년 9월호 참조).”

한창 기온이 높은 여름이라서 그랬던 것일까? 바이러스는 크게 번지지 않고 금방 종식되었다. 구제역 관련 세계적인 표준연구소인 퍼브라이트연구소는 매 분기마다 전 세계에서 발생하는 구제역 가검물을 수집하여 바이러스 분리 및 유전자 분석을 실시하여 보고서를 내는데, 이 보고서에 2014년 7월 한국의 구제역바이러스에 대한 언급이 있는데 그 일부를 번역하면 다음과 같다.

“대한민국에서 2014년 7월에 경상북도와 경상남도에서 3건의 구제역 type O 바이러스 발병이 보고되었다. 한국의 농림축산식품부 농림축산검역검사본부와 퍼브라이트연구소가 분석한 구제역바이러스의 VP1 유전자 분석 결과 이 바이러스는 SEA 타입인 것으로 확인되었으며, Mya-98 계통으로 2014년 5월 러시아 연방에서 발생되었던 O/Primorskiy/RUS/2014주와 가장 유사한 것으로 확인되었다. 이러한 데이터를 기반으로 2014년 7월에 발생한 구제역바이러스는 2010~2011년 한국에서 발생했던 구제역바이러스가 재발했다기 보다는 새로운 바이러스가 유입된 것으로 보인다.”

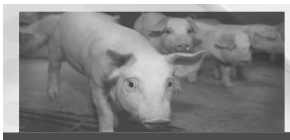
정부 발표에 따르면 전체 유전자의 변이뿐만 아니라 2014년 7월 안동지역에 발생했던 구제역바이러스의 경우 구제역바이러스의 유전자 가운데 3B1 유전자의 일부인 69개의 유전자가 결손되어 있었다고 한다. 3B 유전자는 (그림 2)에서 보듯이 비구조 단백질(NSP : Non-structural protein)의 한 종류로 구제역바이러스는 각각 3개의 단백질(3B1, 3B2, 3B3)을 발현하는데, 이들 단백질은 구제역 바이러스 RNA 유전자의 복제와 관련이 있어서 이들 유전자에 결손이 생기면 구제역바이러스의 증폭에 영향을 줄 수 밖에 없다(Nayak, Goodfellow et al. 2005).

필자가 이번 원고를 준비하면서 구제역바이러스의 3B1 유전자 결손에 대하여 자료 조사를 했



(그림 2) 구제역바이러스의 유전자 구조. 3B 유전자는 3B1, 3B2, 3B3로 구성되어 있다.

(148-100)10(김 현 일) 2015.2.4 9:41 PM 페이지 152 001 Nega-2438-670-color



으나 공식적으로는 보고된 문헌이 없는 것으로 보아 대단히 보기 어려운 케이스라고 생각되며 2014년 12월 발생한 구제역바이러스는 유전자가 결손되어 있지 않다는 정부의 발표를 참고로 하였을 때 2014년 12월 발생한 구제역바이러스는 2014년 7월 발생 바이러스와 다른 바이러스라고 보는 것이 타당하다고 판단된다.

5. 구제역이 전파되는 가장 주요한 원인은 무엇일까?

2015년 1월 15일 인터넷 기사 중 매우 흥미로운 기사가 하나 나왔는데 구제역 전파 원인에 대한 농림축산식품부의 역학조사 보고 내용을 인용한 기사였다. 내용을 보면, ***"농림축산식품부가 최근 구제역 발생 농장서 벌인 역학조사에서 구제역바이러스 감염경로의 62.8%는 가축운반차량, 14.0%는 사료운반 차량이었다. 축산관계 차량이 바이러스를 전파 경로의 약 80%나 되는 셈이다. 발생 농장 관계자를 통한 감염 비중은 9.3%였다."*** 축산관계 차량이 전파가 경로의 80%를 차지하는지는 확신할 수 없으나 축산관계 차량이 구제역 전파의 주요 원인 중 한가지라는 데에는 필자도 동의한다. 2010년~2011년 구제역 케이스의 경우에도 구제역이 공기로 전파 가능하다고 알려진 50~60km를 훌쩍 뛰어넘는 거리에서도 동시 다발적으로 발생하였으며, 역학조사 결과 차량이 관련되어 있었던 것으로 보아 공기전파와 함께 차량이 주요한 전파요인이었을 것으로 생각한다. 하지만 우리는 300만마리가 넘는 동물을 매몰하고 막대한 사회적 비용을 지불했지만 여전히 차량에 의한 전파 가능성에 대한 대비를 충분히 하지 못했다. 도축장을 다녀온 출하 차량과 발생 의심 농장을 다녀온 사료차량이 있지만 어디에도 이런 차량들을 충분히 소독할 만한 시설이 충분히 갖춰져 있지 않았기 때문이다. 물론 도축장과 사료공장 입구에는 소독시설이 갖춰져 있었지만 영하로 떨어지는 추운 날씨에는 소독액을 뿌리는 즉시 얼어붙어서 소독효과를 전혀 기대할 수 없었기 때문이다. 공기로 전파되는 것은 어쩔 수 없다고 하지만 차량을 통한 전파는 예방할 수 있도록 투자가 이루어져야 한다고 생각한다.

6. 적절한 소독제의 선택과 사용

농림축산검역본부 홈페이지에 가보면 구제역에 사용할 수 있는 소독제 정보가 올라가 있는데 그 개수를 세어보면 165개이다. 그럼 165개가 모두 구제역에 대해서 아주 효과적일까? 필자는 그렇지 않다고 생각한다. 물론 효과가 없지는 않기 때문에 구제역 소독제로 추천 받았겠지만 모두가 동등하게 효과를 나타내지는 않는다고 생각한다. 그럼 구제역에 효과적인 소독제는 어떤 것들이 있을까? 일단 다른 바이러스에 잘 듣는 소독제니 구제역에도 잘 들을 거라는 소독제 제조사의 설명은 잊도록 하자. 구제역바이러스는 다른 바이러스와 많이 다른 구조를 가지고 있다. 우리가 흔히 잘 알고 있는 PED나 PRRS는 지질막에 싸여 있는 반면 구제역바이러스는 지질막 없이 단백질로 구성되어 있다. 그래서 PED나 PRRS에 잘 듣는 소독제는 구제역에 잘 듣지 않을 수도 있다.

(148-100)10(김 현 일) 2015.2.4 9:41 PM 페이지 153 001 Nega-2438-670-color

필자는 감히 구제역 연구를 희망하는 대학이나 연구기관에 정부에서 구제역바이러스에 대한 유전자(cDNA)를 분양해 주라고 제안하고 싶다. 살아있는 구제역바이러스는 위험하기 때문에 국가기관에서 관리하는 것이 맞지만 구제역바이러스의 유전자는 감염의 위험이 없기 때문에 유전자 재조합 백신을 만드는 연구에 유용하게 쓰일 수 있다. 지금 사용하고 있는 백신은 구조적으로 이상육을 만들 수 밖에 없는 오일 백신형태로 되어 있다. 사독 백신으로서의 면역 효과를 극대화시키기 위해서 다소 부작용이 있더라도 오일 백신을 사용하는 것이다. 앞으로 개발되는 백신이 오일이 아닌 수산화알루미늄 겔 형태나 저자극성 부형제를 적용한다면 농가에서의 이상육 문제도 최소화할 수 있지 않을까 생각된다.

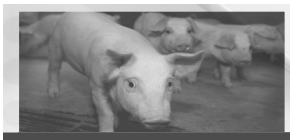
2010년 미국 농무성은 구제역에 효과적인 소독제를 추천한 바 있는데, 첫 번째 소독제는 차아염소산 나트륨으로 우리가 흔히 말하는 락스 성분이고, 두 번째는 빙초산(acetic acid)이다. 왜 갑자기 빙초산이냐고 하겠지만 구제역바이러스는 3개의 단백질 조각이 모여서 구조를 이루는 바이러스이기 때문에 강한 산과 염기에 매우 약하다. 산성이나 염기성 조건에 노출되면 바이러스의 구조가 틀어져 버리기 때문이다. 이 때문에 빙초산이나 수산화나트륨을 소독제로 쓸 수 있다. 이 밖에도 상품명인 버콘-S, 그리고 탄산나트륨(Sodium carbonate) 등도 유효한 소독제로 추천하였다. 농림축산검역본부에서도 구제역에 대한 효능 평가를 실시하여 농가에서 믿고 쓸 수 있는 소독제를 평가하여 농가에서 효과적으로 소독할 수 있도록 추천해 주면 좋겠다.

7. 구제역 백신을 우리나라에서 만들 수는 없을까?

지금 우리나라에서 사용하고 있는 백신은 모두 병원성이 있는 구제역바이러스를 불활화시킨 사독백신이다. 그래서 높은 차단방역 수준의 백신공장에서만 구제역 백신을 만들 수 있다. 2007년에는 구제역 표준 연구소인 Pirbright 연구소에서 바이러스가 유출되어 구제역이 발생한 적이 있다. 다시 말해서 우리나라에도 BSL3급 이상의 백신 제조시설을 만들지 않는 한 구제역바이러스를 불활화한 백신은 만들기 어렵다. 그럼 앞으로도 대안이 없는 것일까?

필자는 감히 구제역 연구를 희망하는 대학이나 연구기관에 정부에서 구제역바이러스에 대한 유전자(cDNA)를 분양해 주라고 제안하고 싶다. 살아있는 구제역바이러스는 위험하기 때문에 국가기관에서 관리하는 것이 맞지만 구제역바이러스의 유전자는 감염의 위험이 없기 때문에 유전자 재조합 백신을 만드는 연구에 유용하게 쓰일 수 있다. 국가적으로 많은 피해가 발생하고 있는 이 때에 대한민국의 여러 수의과대학과 축산관련 학과에서 구제역 및 조류독감, 돼지열병에 대한 연구를 수행한다면 몇 년 이내에 획기적인 백신 기술이 개발되지 않을까 생각한다. 아

(148-100)10(김 현 일) 2015.2.4 9:41 PM 페이지 154 001 Nega-2438-670-color



직도 많은 나라들에서 구제역이 발병되고 있으며, 또 앞으로 발병 가능성이 있기 때문에 이에 대한 대비가 필요하다고 판단된다. 2013년에 구제역 표준 연구소인 Pirbright 연구소에서는 VLP(Virus Like Particle) 기술을 이용한 구제역 백신의 개발을 발표(Porta, Kotecha et al. 2013)하였다. 1회 접종으로 최소한 22주 이상 높은 수준의 중화항체가를 유지할 수 있는 백신의 개발에 성공한 것이다. 구제역 특성상 연구를 못해서 그렇지 연구만 할 수 있도록 개방된다면 전 세계적으로도 경쟁력 있는 백신을 충분히 만들 수 있다고 생각한다.

또 지금 사용하고 있는 백신은 구조적으로 이상육을 만들 수 밖에 없는 오일 백신형태로 되어 있다. 사독 백신으로서의 면역 효과를 극대화시키기 위해서 다소 부작용이 있더라도 오일 백신을 사용하는 것이다. 앞으로 개발되는 백신이 오일이 아닌 수산화알루미늄 겔 형태나 저자극성 부형제를 적용한다면 농가에서의 이상육 문제도 최소화할 수 있지 않을까 생각된다.

【참고문헌】

Kitching, R. and S. Alexandersen (2002). "Clinical variation in foot and mouth disease: pigs." Revue scientifique et technique-Office international des epizooties **21**(3): 513-516.

Nayak, A., I. G. Goodfellow and G. J. Belsham (2005). "Factors required for the uridylylation of the foot-and-mouth disease virus 3B1, 3B2, and 3B3 peptides by the RNA-dependent RNA polymerase (3Dpol) in vitro." Journal of virology **79**(12): 7698-7706.

Porta, C., A. Kotecha, A. Burman, T. Jackson and J. Ren (2013). "Rational Engineering of Recombinant Picornavirus Capsids to Produce Safe," Protective Vaccine Antigen PLoS Pathogens **9**(3).



(148-100)10(김 현 일) 2015.2.4 9:41 PM 페이지 155 001 Nega-2438-670-color

가축질병예방을 위한 소독요령



소독 순서 및 요령

- **농장에 가축질병 발생이 없는 경우**
  분뇨, 사료 등은 소독약의 효력을 저하시키므로 깨끗이 청소하여 제거한다.
- **구제역 등 가축질병이 발생하였거나 의심될 경우**
  분뇨, 사료 등은 오염물질을 청소전에 2% 가성소다액 등으로 철저히 소독한다.
- **물청소 및 소독 순서는 고압세척기 등으로 축사의 지붕→벽→바닥 순으로 오물을 세척 · 건조 후 소독약을 살포한다.**
- **정문 소독조에는 차 바퀴가 축사입구, 소독조는 장화가 충분히 잠길 수 있도록 한다.**
  2~3일 간격으로 소독수 교체, 눈 · 비 유입방지
- **차량에 붙은 흙 등을 깨끗이 제거한 후 소독하고, 운전석 등 차량 내부는 스펀지에 소독제를 묻혀 닦는다.**

소독약품 사용시 주의사항

- **염기제제는 부식성 강하므로 차바퀴외 차체 등에 사용시 페인트가 벗겨질 우려가 있으며, 알루미늄 계통에는 사용을 금지하고 눈 · 피부에 직접 접촉되지 않도록 주의할 것**
- **포르말린액은 사람과 가축에 직접 접촉되지 않도록 하며, 특히 수질오염이 없도록 주의를 요할 것**
- **산성제제와 염기제제를 같이 사용할 경우 중화되어 소독효과가 없어질 수 있으므로 같이 사용하지 말 것**

소독약 희석배수 사용요령

- **제품의 사용설명서에 희석배수가 표기된 소독제 (표기된 희석배수 준용)**
- **희석배수가 표기되지 않은 소독제**
  유기물이 많은 소독대상(일반세균)은 소독제 포장지의 사용설명서에 기재된 희석배수를 준용

농림축산식품부 Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs
가축위생방역지원본부

사단법인 한국양돈연구회 회원 가입 안내

본회는 산학협동을 통하여 양돈산업 각 분야의 전문 기술을 우리나라 실정에 적합하도록 체계적으로 연구, 개발, 발전시켜 양돈산업을 국제적 수준으로 발전시키고 더 나아가서 수출전략산업으로 집중 육성 · 발전시키는데 기여함을 그 목적으로 각종 사업을 추진하고 있습니다.

■ 회원 자격

본회의 목적 및 취지에 찬동하고, 양돈 및 관련 있는 산, 학, 연, 관에서 종사하는 자

- 산(産) : 양돈업을 경영하거나 관련 산업에 종사하는 개인 (또는 단체)
- 학(學) : 양돈산업과 관련 있는 학계에서 종사하는 개인 (또는 단체)
- 연(硏) : 양돈산업과 관련 있는 연구기관에 종사하는 개인 (또는 단체)
- 관(官) : 정부 기관에 종사하는 개인 (또는 기관)

■ 회원 구분

정회원, 단체회원, 특별회원, 명예회원

■ 회비

- 정회원
  - 입회비 (50,000원)
  - 연회비 (100,000원)
- 단체회원
  - 입회비 (100,000원)
  - 연회비 (200,000원)

■ 회원 특전

1) 월간 「Pig & Pork 한돈」 정기 구독 (연간 구독료 7만원)
2) 계간 「양돈연구」 정기 구독
3) 일일 「Pig & Pork News 한돈」 e-mail 수신 (피그앤포크 한돈 홈페이지〈www.pignpork.com〉에서 회원가입시)
4) 본회 주관 행사 참가비 할인 또는 면제
5) 회원들 간의 교류 및 친목 도모

※ 단체회원은 담당자외 회사 직원 1명이 추가로 3)~5)항의 혜택을 받을 수 있으며, 담당자 변경 등 행정 처리시에도 편리합니다.

양돈연구

제41호

인쇄 / 2015년 2월 3일
발행 / 2015년 2월 6일

발행처 / (사)한국양돈연구회
경기도 성남시 분당구 황새울로 307
한라시그마파크 1008호
전화 : (031)781-5660
팩스 : (031)781-5663

편집 · 발행인 / 김성훈
인쇄 / 해외정판사

www.kpirs.or.kr