

|                      |   |
|----------------------|---|
| Projektleder KU/SSI  | Lars E. Larsen  |
| Projektgruppe        | Karen Martiny, Yuan Liang   |
| Fagfællebedømmer     |   |
| Kontaktperson i FVST | Lone Thing Mortensen ( <a href="mailto:ltm@fvst.dk">ltm@fvst.dk</a> ); Peter Oxholm Olsen ( <a href="mailto:peool@fvst.dk">peool@fvst.dk</a> ); Sten Mortensen ( <a href="mailto:stm@fvst.dk">stm@fvst.dk</a> ) |

|                      |                    |                     |                |
|----------------------|--------------------|---------------------|----------------|
| Dato for henvendelse | Dato for svarfrist | Dato for afsendelse | Versionsnummer |
| 04-06-2025           | Juli 2025          | 14.7.2025           | 1              |

|                          |            |                  |          |
|--------------------------|------------|------------------|----------|
| Journalnummer/sagsnummer | FVST       | KU               | SSI      |
|                          | 2025-67669 | 061-0463/25-3680 | 25/02237 |

## Besvarelse vedr.

### Vurdering af risiko for smitte via foder, der er opbevaret på en ejendom med HPAI eller ND

#### Bestilling

Der ønskes en risikovurdering for smitte af fjerkræ og fugle i fangenskab via fodring med foder, som har været opbevaret på en ejendom, hvor der er konstateret udbrud af enten HPAI eller ND. Risikovurderingen skal indeholde en oversigt og beskrivelse af hvilke faktorer, der reducerer eller øger risikoen.

Vurderingen bedes udarbejdet som en vurdering af risikoen for smitte fra foder, som har været udsat for virusinficeret støv, og derefter er oplagret under normale forhold (siloe) på ejendommen i en given tid, f.eks. et vist antal måneder under givne forhold. Vurderingen bedes også indeholde beskrivelser af hvordan og i hvilken grad temperaturer, luftfugtighed eller andre opbevaringsbetingelser har indflydelse på risikoen for smitte via foderet ved anvendelse til genindsatte fugle samt behovet for eventuel rengøring af fodersiloen.

#### Baggrund/kontekst for bestilling (hvorfor, til brug for hvad)

› Ved gennemførelse af rengøring og desinfektion på ejendomme, der er smittede med HPAI eller ND skal Fødevarestyrelsen tage beslutninger om det foder, der har befundet sig på ejendommen under udbruddet. Derfor er der behov for en oversigt over relevante risikofaktorer samt betydningen og samspillet af disse til evt. brug af foderet.

Både fugleinfluenza og ND kan smitte via kontaminering med viruspartikler til omgivelserne. Foder, der opbevares på en smittet ejendom, er potentielt været udsat for kontaminering. Muligheden for at anvende foderet efter evt. henstand i en given periode og under givne forhold med henblik på genanvendelse ønskes beskrevet af bæredygtighedsmæssige og økonomiske grunde. Vurderingen skal danne baggrund for at der kan fastsættes vilkår for anvendelse af henstand før anvendelse uden at dette medfører forøget risiko for gensmitte af fjerkræ eller fugle i fangenskab.

## Svar

---

### Resumé

Foder opbevaret på ejendomme med udbrud af højpatogen aviær influenza virus (HPAIV) eller Newcastle disease virus (NDV) kan potentielt kontamineres med viruspartikler via luftbåren spredning, støv, gnavere eller dråber. Risikoen for, at foderet udgør en smittekilde ved genanvendelse, afhænger af flere faktorer, herunder siloens fysiske udformning og tilstand, afstand til udbrudsstalden, årstid, opbevaringsforhold (temperatur, fugtighed og UV-eksponering), fodertype og varighed af henstandstid. Virus overlever længere under kolde og fugtige forhold og på porøse materialer, mens varme, UV-lys og rengøring reducerer overlevelsen.

Der er i Danmark ikke dokumenteret tilfælde, hvor foder entydigt er identificeret som smittekilde ved udbrud, men det kan ikke udelukkes som en potentiel transmissionsvej. Hvis der påvises virus i foderet, vil det som udgangspunkt udgøre en risiko for nyt udbrud ved genindsættelse af dyr. I tilfælde, hvor der ikke er påvist kontaminering, bør en grundig samlet vurdering af relevante risikofaktorer danne grundlag for beslutningen om genanvendelse af foderet. Alternativt kan varmebehandling og overførsel til en rengjort silo anvendes som mulige tiltag til at reducere risikoen for smitteoverførsel.



## Indholdsfortegnelse

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <b>1 Formål</b> .....               | 4 |
| <b>2 Baggrund</b> .....             | 4 |
| <b>3 Litteraturgennemgang</b> ..... | 5 |
| <b>7 Vurdering</b> .....            | 7 |
| <b>Referencer</b> .....             | 9 |

## 1 Formål

Formålet med denne risikovurdering er at vurdere den potentielle smitteoverførsel via foder fra ejendomme med udbrud af Highly Pathogenic Avian Influenza (HPAI) eller Newcastle Disease (ND).

Baggrunden for vurderingen er Fødevarestyrelsens behov for et solidt beslutningsgrundlag i forbindelse med håndtering af foder ved gennemførelse af rengøring og desinfektion på smittede ejendomme. Vurderingen skal bidrage til fastsættelse af vilkår for sikker genanvendelse af foder efter henstandsperioder under givne opbevaringsbetingelser, med henblik på at minimere risikoen for gensmitte af fjerkræ og fugle i fangenskab.

I denne besvarelse givet et overblik over de faktorer, som påvirker virusoverlevelse i foder, herunder temperatur, luftfugtighed, opbevaringsforhold og tid. Derudover præsenteres en vurdering af hvornår det vurderes forsvarligt at fodre med foder fra en silo, som har været opbevaret på en ejendom, hvor der er konstateret udbrud af enten HPAI eller ND.

## 2 Baggrund

### 2.1 Højpatogen aviær influenza virus (HPAIV)

HPAIV overføres primært luftbårent via aerosoler, men smitte kan også ske via fæces og fomitter som støv, fjer, foder, redskaber og mennesker (Erica Spackman, 2023). Viruset kan forblive infektiøst på overflader i længere tid, afhængigt af miljøfaktorer som temperatur, luftfugtighed og tilstedeværelsen af organisk materiale. HPAIV er generelt følsomt over for høje temperaturer, UV-stråling, sæbe og almindelige desinfektionsmidler.

### 2.2 Newcastle disease virus (NDV)

NDV overføres primært via fæces, men kan også spredes indirekte via fomitter og luftbårent gennem aerosoler, ligesom HPAIV. Viruset kan forblive infektiøst i både miljøet og i fækalier i længere tid, afhængigt af de omgivende forhold. NDV overlever bedst under kølige og fugtige betingelser og er generelt følsomt over for høje temperaturer, UV-stråling, sæbe og almindelige desinfektionsmidler. Dog varierer termostabiliteten mellem stammer, og visse isolater er særligt modstandsdygtige over for varme og kan bevare infektivitet ved temperaturer, som normalt ville inaktivere andre stammer.

### 2.3 Tidligere udbrud

Foder er ikke tidligere blevet identificeret som smittekilde ved udbrud, men da smittekilden i flere tilfælde ikke har kunnet fastlægges, kan smitte via kontamineret foder ikke udelukkes.

### 2.3 Foderkontaminering i siloer

Foder opbevaret i siloer kan kontamineres med virus gennem luftbåren spredning af aerosoler og støv fra inficerede områder, eller via personale, der har haft kontakt med smittede fugle og efterfølgende håndterer siloerne. Kontaminering kan også ske indirekte via redskaber, transportudstyr eller personer, der bringer virus med sig fra andre områder. Derudover kan virus spredes via spildfoder omkring siloerne, som tiltrækker vilde fugle og gnavere og dermed øger risikoen for kontaminering (Erica Spackman, 2023). Viruspartikler kan akkumulere på siloernes ydre og indre overflader, og især uforseglede åbninger og revner udgør en risiko for foderkontaminering. Derudover kan foder også ankomme kontamineret til en besætning.

## 3 Litteraturgennemgang

### 3.1 Virusoverlevelse i foder og organisk materiale

Der findes meget få videnskabelige artikler om overlevelse af HPAIV i foder, og endnu færre om NDV. Derfor er der også medtaget studier om overlevelse i andet organisk materiale som fæces og strøelse, der giver information om virusoverlevelse under lignende betingelser.

**Tabel 1:** Overlevelsestider for HPAIV og NDV i organisk materiale.

| Virus  | Materiale  | Temperatur  | Overlevelsestid        | Reference                      |
|--|--|-------------|------------------------|--------------------------------|
| AIV H5N9 i 0.002% skummetmælkspulver                     | Ikke-pelleteret foder<br>Malet majs                      | 24 C        | >24 timer<br>>24 timer | Toro et al., 2016              |
| HPAIV H5N1   | Tør fæces<br>(<20% fugtighed)                            | 4 C         | 8 uger                 | Kurmi et al., 2013             |
|  |  | 24 C        | 5 dage                 |                                |
| Våd fæces  | 37 C   | 24 timer    |                        |                                |
|  | 42 C   | 18 timer    |                        |                                |
| Fæces  | Fæces  | 4 C         | 7 uger                 | Lu et al., 2003                |
|  |  | 24 C        | 5 dage                 |                                |
| 55-56 C  | 37 C   | 24 timer    |                        |                                |
|  | 42 C   | 18 timer    |                        |                                |
| AIV H5N1   | Fæces<br>(40% fugtighed)                                 | 4 C         | 13 dage                | Choi et al., 2009*             |
|  | 22 C   | 4 dage      |                        |                                |
| Fæces<br>(80% fugtighed)                                 | 4 C  | 13 dage     |                        |                                |
|  | 22 C   | 4 dage      |                        |                                |
| HPIAV  | Strøelse<br>(lav fugtighed)                              | 10 C        | 4 dage                 | Stephens and<br>Spackman, 2017 |
|  |  | 21,1 C      | 1 dag                  |                                |
| Strøelse<br>(høj fugtighed)                              | 32,2 C   | <1 dag      |                        |                                |
|  | 43,3 C   | <1 dag      |                        |                                |
| LPAIV  | Strøelse<br>(lav fugtighed)                              | 10 C        | 2 dage                 |                                |
|  |  | 21,1 C      | 1 dag                  |                                |
| Strøelse<br>(høj fugtighed)                              | 32,2 C   | <1 dag      |                        |                                |
|  | 43,3 C   | <1 dag      |                        |                                |
| AIV H6N2   | Foder i kompost<br>Fæces i kompost<br>Strøelse i kompost | 10 C        | 3 dage                 | Guan et al., 2009              |
|  |  | 15,6 C      | 4 dage                 |                                |
| NDV  | Foder i kompost<br>Fæces i kompost<br>Strøelse i kompost | 21,1 C      | 1 dage                 |                                |
|  |  | 26,7-48,9 C | <1 dag                 |                                |
| Foder i kompost<br>Fæces i kompost<br>Strøelse i kompost | 10 C   | 4 dage      |                        |                                |
|  | 15,6 C   | 3 dage      |                        |                                |
| 21,1 C   | 21,1 C   | 1 dage      |                        |                                |
|  | 26,7-48,9 C  | <1 dag      |                        |                                |
| Foder i kompost<br>Fæces i kompost<br>Strøelse i kompost | 24,6 C   | <1 dag      |                        |                                |
|  | 40-50 C  | 3 dage      |                        |                                |
| Foder i kompost<br>Fæces i kompost<br>Strøelse i kompost | 40-50 C  | 3 dage      |                        |                                |

|     |       |             |         |                    |
|-----|-------|-------------|---------|--------------------|
| NDV | Fæces | 10,9-26,6 C | 16 dage | Kinde et al., 2004 |
|-----|-------|-------------|---------|--------------------|

\* Ved 4 °C sås den største reduktion i virustiter ved lav luftfugtighed, mens den største reduktion ved 22 °C indtraf ved høj luftfugtighed.

N/A: ikke angivet

### 3.2 Risikofaktorer

Ved vurdering af risikoen for smitte via foder, som har været opbevaret i siloer på en ejendom med udbrud af HPAI eller NDV, er det centralt at inddrage de miljømæssige forhold, som påvirker virusoverlevelse og -inaktivitet. Flere studier har påvist, at virus fra både HPAI og NDV kan spredes til omgivelserne via aerosoler og støv, og dermed potentielt kontaminere foder og siloernes overflader. Disse viruspartikler kan forblive infektiøse afhængigt af temperatur, luftfugtighed, eksponering for sollys (UV-stråling), opbevaringsmateriale, og længden af henstand.

#### Afstand fra udbrud og luftbåren spredning

Det er blevet demonstreret, at HPAI-virus kan spredes via luften og detekteres op til 60-110 meter fra en inficeret stald (Jonges et al., 2015; Scoizec et al., 2018). I modsætning hertil har et studie vist, at NDV kun kunne detekteres i luften 5 meter fra udbrudsstalden (Hostyn et al., 2025), men et ældre eksperimentelt studie har vist, at NDV kan spredes op til 64 meter med vinden (Hugh-Jones et al., 1973). Dette understøtter, at placeringen og åbninger i siloerne kan være kritiske for risikoen for kontaminering.

#### Temperatur og luftfugtighed under opbevaring

Flere studier har vist, at lav temperatur og høj luftfugtighed øger overlevelsestiden for både HPAI og NDV i organisk materiale, herunder fæces og foder (se tabel). For eksempel er det set at HPAIV H5N1 kan overleve i op til 8 uger i tør fæces ved 4 °C og i op til 7 uger i våd fæces ved samme temperatur (Kurmi et al., 2013). Data indikerer, at lav temperatur og høj luftfugtighed under opbevaring øger risikoen for, at virus forbliver infektiøst i længere tid i foder. Forhold i fodersiloer og selve årstiden for et udbrud kan derfor have en betydning for om kontamineret foder i en silo kan genanvendes, da vinter- og efterårsforhold generelt fremmer virusoverlevelse.

#### UV-stråling og udendørs eksponering

Da sollys naturligt indeholder UV-stråling, kan foder opbevaret i åbne eller uforseglede siloer og siloers eksterior blive eksponeret for UV, hvilket kan reducere virusoverlevelsen. Studier har vist, at UV-eksponering kan reducere koncentrationen af både HPAIV og NDV, men at inaktivering kræver længere eksponeringstider. Én undersøgelse fandt en 10-fold reduktion i NDV efter 69 minutters UV-eksponering (Sutton et al., 2013), mens et andet studie viste, at UV-bestråling i 45 minutter ikke var tilstrækkeligt til at inaktivere HPAIV fuldstændigt (Muhammad et al., 2001). Derfor kan UV have en beskyttende effekt i åbne miljøer, men effekten er afhængig af eksponeringens varighed og intensitet.

#### Opbevaringsmateriale og silokonstruktion

Studier har påvist, at viruspartikler overlever længere tid på visse overflader. AIV H9N2 overlevede i over 14 dage på plast ved 25–37 °C og høj fugtighed, mens overlevelsen var kortere på glas og stål (Meng et al., 2022). Andre studier har vist, at HPAIV kan persistere i op til 13 dage på glas og stål ved lav temperatur og lav fugtighed, men kun 1–4 dage ved høj fugtighed og UV-eksponering (Wood et al., 2010). Det er desuden påvist, at virus er vanskeligere at inaktivere på porøse materialer som træ sammenlignet med glatte ståloverflader (Jang et al., 2014). Dette understreger, at silomateriale og tæthed har betydning for viruspersistens.

## Henstandstid og virusbelastning

Risikoen for infektion afhænger desuden af henstandstiden og den oprindelige virusmængde i foderet. Tiden det tager at inaktivere HPAIV og NDV varierer betydeligt afhængigt af opbevaringsforhold som temperatur og luftfugtighed, men ved tilstrækkelig henstand vil virus inaktiveres og ikke længere kunne påvises. Risikoen er størst, når foder anvendes kort tid efter potentiel kontaminering (få dage til uger), hvor virusmængden stadig er høj og naturlig inaktivering endnu ikke har fundet sted. Foder fra ejendomme med høj virusbelastning vil have højere initial kontaminering og dermed øget risiko for smitteoverførsel. Jo større den oprindelige virusmængde er, desto længere tid kræves der for naturlig inaktivering.

## Rengøring og desinfektion

Virus kan ophobe sig i revner og ujævne overflader i siloer og bør fjernes via grundig rengøring efterfuldt af desinfektion. Vask med sæbe fjerner organisk materiale og skader virusets lipidmembran, hvilket gør efterfølgende desinfektion mere effektiv. Desuden har det vist sig, at HPAIV og NDV kan være vanskeligere at inaktivere, hvis desinfektionsmidler påføres på snavsede overflader (Jang et al., 2014). Derfor er grundig rengøring og desinfektion af siloer vigtigt inden påfyldning af foder og i forbindelse med udbrud.

## Sammenfatning

Samlet set viser litteraturen, at risikoen for viruspersistens i foder opbevaret på en smittet ejendom afhænger af en række faktorer. Lav temperatur, høj luftfugtighed, lav UV-eksponering, porøse opbevaringsmaterialer og kort henstandstid øger risikoen, mens varme, tørre forhold, lang henstand, UV-eksponering og rengøring reducerer risikoen. Disse forhold bør derfor overvejes inden der tages stilling til om foder fra siloer kan genanvendes.

## 7 Vurdering

Baseret på den tilgængelige litteratur er der flere kritiske faktorer, der skal overvejes ved vurdering af, om foder fra siloer på ejendomme med HPAI eller NDV-udbrud kan genanvendes sikkert. Den komplekse interaktion mellem miljøfaktorer, silokonstruktion, fodertype og virusbelastning gør at vurderingen af risikoen er behæftet med stor usikkerhed.

Foder hvor der er konstateret kontamination med virus vil udgøre en risiko for gensmitte af besætningen uanset årstid og andre forhold. Der er i Danmark ikke dokumenteret tilfælde, hvor foder entydigt er identificeret som smitekilde ved udbrud, men det kan ikke udelukkes som en potentiel transmissionsvej i en eller flere af de danske udbrud. I udbrudsbesætninger hvor foderet ikke er mistænkt for at være smitekilden, afhænger risikoen for at foderet er blevet kontamineret i forbindelse med udbruddet i besætningen af en lang række faktorer. Årstiden har betydning, idet vinter- og efterårsforhold med lav temperatur og høj luftfugtighed betydeligt forlænger virusoverlevelsen sammenlignet med varme, tørre sommerforhold. Dette betyder, at foder fra siloer ved udbrud i kølige perioder udgør en væsentligt højere risiko end tilsvarende foder fra udbrud i varme perioder. I sommerperioder vil UV-indekset også være højere, hvorved luftbåren spredning af virus kan forventes mindsket, da UV-stråling inaktiverer både HPAIV og NDV.

Siloens fysiske tilstand og konstruktion har ligeledes betydning for risikoen for viruskontaminering. Åbne siloer eller siloer med revner og huller i ydervæggen øger risikoen for at foderet er blevet kontamineret via luften da der er dokumentation for luftbåren spredning over 100 meter. Desuden vil der også være risiko

for at gnavere (mus, rotter) kan kontaminere foderet hvis de har været i kontakt med smittede fugle eller et smittet miljø. Tilstedeværelsen af både levende - og i særdeleshed døde vilde fugle - omkring siloanlægget øger ligeledes risikoen for kontamination af fodersiloen. Derudover spiller silomaterialet en rolle, da virus overlever længere på porøse materialer som træ sammenlignet med glatte ståloverflader, hvilket påvirker både kontamineringsrisikoen og effektiviteten af efterfølgende, ekstern rengøring.

Fodertype -og sammensætning har også betydning for virusoverlevelse og behandlingsmuligheder. Mash med højere fugtighedsniveau skaber et mere gunstigt miljø for virus sammenlignet med pelleteret foder. Studier har vist, at pelletering kan inaktivere virus gennem varmebehandling, hvilket åbner for behandlingsmuligheder. Hvis foderet i en silo ikke er pelleteret, kan det overvejes at pelletere det, da varmebehandlingen under processen vil inaktivere virus. Alternativt kan ny varmebehandling af eksisterende foder øge inaktivering af eventuelle residual virus. En praktisk tilgang kan være flytning af foder fra en silo til en ny, grundigt rengjort silo kombineret med varmebehandling i forbindelse med flytningen.

Spørgsmålet om henstandstid er komplekst. Selvom længere henstandstid teoretisk kan reducere viruskoncentrationen gennem naturlig inaktivering, risikerer man samtidig at siloanlægget fungerer som et virusreservoir, der kan genskabe et udbrud. Derfor bør henstandstid ikke betragtes som en sikker inaktiveringsmetode, men snarere som en supplerende faktor i den samlede risikovurdering.

Samlet set må det vurderes, at foder, der har været opbevaret på ejendomme med udbrud af HPAIV eller NDV, kun bør genanvendes efter en samlet vurdering af årsagen til udbruddet, siloens fysiske udformning og tilstand, opbevaringsforhold, foderets type og tilgængelig dokumentation for rengøring.

## 8 Konklusion

Genanvendelse af foder fra siloer på ejendomme med HPAI eller NDV-udbrud vil alt andet lige medføre en øget risiko for genintroduktion af virus, men risikoen afhænger af en lang række faktorer. Risikoen vurderes højest hvis årsagen til det oprindelige udbrud var kontamineret foder. For foder uden påvist kontaminering vil risikoen afhænge af en række faktorer som årstid og siloens placering, udformning og tilstand. Risikoen bør derfor vurderes individuelt for hvert udbrud.

Et alternativ til destruktion af foderet kunne være at reducerer risikoen ved varmebehandling eller pelletering kombineret med flytning til rengjorte siloer.

## Referencer

- Choi, Y., Rogers, J., Chappie, D., Taylor, M., Riggs, K., Willenberg, Z., & Wood, J. (2009). Highly pathogenic avian influenza H5N1 virus persistence testing and evaluation of liquid decontamination technologies. U.S. Environmental Protection Agency.
- Guan, J., Chan, M., Grenier, C., Wilkie, D. C., Brooks, B. W., & Spencer, J. L. (2009). Survival of avian influenza and Newcastle disease viruses in compost and at ambient temperatures based on virus isolation and real-time reverse transcriptase PCR. *Avian Diseases*, 53(1), 26–33. <https://doi.org/10.1637/8404-062608-Reg.1>
- Hugh-Jones, M. E., Wright, P. F., & Jones, L. M. (1973). The evidence for the airborne spread of Newcastle disease. *Journal of Hygiene*, 71(2), 325–339. <https://doi.org/10.1017/S0022172400022786>
- Jang, Y., Lee, J., So, B., Lee, K., Yun, S., Lee, M., & Choe, N. (2014). Evaluation of changes induced by temperature, contact time, and surface in the efficacies of disinfectants against avian influenza virus. *Poultry Science*, 93(1), 70–76. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03318>
- Jonges, M., van Leuken, J., Wouters, I., Koch, G., Meijer, A., & Koopmans, M. (2015). Wind-mediated spread of low-pathogenic avian influenza virus into the environment during outbreaks at commercial poultry farms. *PLOS ONE*, 10(5), e0125401. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125401>
- Kurmi, B., Murugkar, H. V., Nagarajan, S., Tosh, C., Dubey, S. C., & Kumar, M. (2013). Survivability of highly pathogenic avian influenza H5N1 virus in poultry faeces at different temperatures. *Indian Journal of Virology*, 24(2), 272–277. <https://doi.org/10.1007/s13337-013-0135-2>
- Lopez, K. M., Nezworski, J., Rendahl, A., Culhane, M., Flores-Figueroa, C., Muñoz-Aguayo, J., Halvorson, D. A., Johnson, R., Goldsmith, T., & Cardona, C. J. (2018). Environmental sampling survey of H5N2 highly pathogenic avian influenza–infected layer chicken farms in Minnesota and Iowa. *Avian Diseases*, 62(4), 373–380. <https://doi.org/10.1637/11861-042518-Reg>
- Lu, H., Castro, A. E., Pennick, K., Liu, J., Yang, Q., Dunn, P., Weinstock, D., & Henzler, D. (2003). Survival of avian influenza virus H7N2 in SPF chickens and their environments. *Avian Diseases*, 47(3), 1015–1021. [https://doi.org/10.1637/0005-2086\(2003\)047\[1015:SOAIVH\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1637/0005-2086(2003)047[1015:SOAIVH]2.0.CO;2)
- Meng, J., Zhang, Q., Ma, M., Shi, H., & He, G. (2022). Persistence of avian influenza virus (H9N2) on plastic surface. *Science of the Total Environment*, 834, 155355. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155355>
- Muhammad, K., Das, P., Yaqoob, T., Riaz, A., & Manzoor, R. (2001). Effect of physico-chemical factors on survival of avian influenza virus (H7N3 type). *International Journal of Agriculture and Biology*, 4(3), 416–418.
- Perek, M., & Heller, E. D. (1970). Ultraviolet irradiation as a protective measure for chickens exposed to Newcastle disease virus. *Poultry Science*, 49(6), 1742–1744. <https://doi.org/10.3382/ps.0491742>
- Scoizec, A., Niqueux, E., Thomas, R., Daniel, P., Schmitz, A., & Le Bouquin, S. (2018). Airborne detection of H5N8 highly pathogenic avian influenza virus genome in poultry farms, France. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 15. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00015>
- Spackman, E. (2023). A review of the stability of avian influenza virus in materials from poultry farms. *Avian Diseases*, 67(3), 229–236. <https://doi.org/10.1637/aviandiseases-D-23-00043>



Stephens, C. B., & Spackman, E. (2017). Thermal inactivation of avian influenza virus in poultry litter as a method to decontaminate poultry houses. *Preventive Veterinary Medicine*, 145, 73–77. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.08.010>

Sutton, D., Aldous, E. W., Warren, C. J., Fuller, C. M., Alexander, D. J., & Brown, I. H. (2013). Inactivation of the infectivity of two highly pathogenic avian influenza viruses and a virulent Newcastle disease virus by ultraviolet radiation. *Avian Pathology*, 42(6), 566–568. <https://doi.org/10.1080/03079457.2013.853867>

Toro, H., van Santen, V. L., & Breedlove, C. (2016). Inactivation of avian influenza virus in nonpelleted chicken feed. *Avian Diseases*, 60(4), 846–849. <https://doi.org/10.1637/11418-050616-Reg>

Wood, J. P., Choi, Y. W., Chappie, D. J., Rogers, J. V., & Kaye, J. Z. (2010). Environmental persistence of a highly pathogenic avian influenza (H5N1) virus. *Environmental Science & Technology*, 44(19), 7515–7520. <https://doi.org/10.1021/es101760h>