

Poultry Production in Developing Countries under COVID-19 Crisis

Subjects: **Agriculture, Dairy & Animal Science**

Contributor: Md. Tanvir Rahman

Poultry farming is a significant source of revenue generation for small farmers in developing countries. It plays a vital role in fulfilling the daily protein requirements of humans through meat and eggs consumption. The recently emerged pandemic Coronavirus Disease-19 (COVID-19) impacts the poultry production sector. Although the whole world is affected, these impacts may be more severe in developing countries due to their dependency on exporting necessary supplies such as feed, vaccines, drugs, and utensils.

COVID-19

smallholder poultry

developing countries

1. Impacts of COVID-19 on Food Security and Poultry Production

The COVID-19 pandemic, unlike previous pandemics such as SARA-CoV and Ebola, severely impacted the food supply chain indirectly through disruptions of the downstream stages such as transport and logistics [1][2][3][4][5]. It affected all dimensions of food security, including availability, access, utilization, stability, and sustainability, depending on the industry, the locality, and the financial status of the affected region [6][7]. **Figure 1** illustrates the impacts of the COVID-19 pandemic on poultry production.

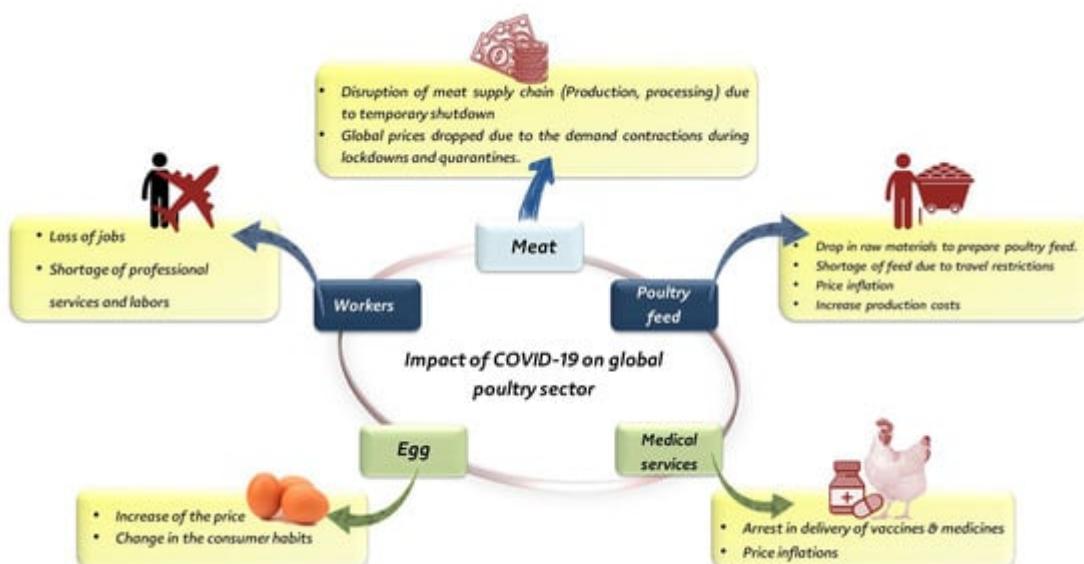


Figure 1. Impact of the COVID-19 pandemic on the global poultry sector.

Table 1 summarizes the negative impacts of SARS-CoV-2 on poultry production observed in some developing countries.

Table 1. Impacts of COVID-19 on poultry production in some developing countries.

Name of Country	Adverse Effects on Poultry Production	References
Bangladesh	<ul style="list-style-type: none"> Disruption of necessary supplies such as feed, vaccines, medicines, and equipment People are unwilling to consume chicken and poultry products due to rumors that <p>SARS-CoV-2 is transmitted through poultry and poultry products</p> <ul style="list-style-type: none"> Discrepancy between supply and demand The poultry sector lost \$825 million due to this pandemic The poultry feed segment alone lost \$98 million from January to May 2021 	[8]
Egypt	<ul style="list-style-type: none"> Negatively impacted many phases of the poultry logistic system, including production, transport, processing, marketing, retailing, and consumption Farm profit fell by 20% in the first half of 2020, compared with 2019 Disruption of the production inputs (e.g., breeds, feeds, drugs, and vaccines) 	[9][10][11]
India	<ul style="list-style-type: none"> Dramatic negative impacts on the poultry industry Projected losses were estimated to be \$3053 million The economic impact is not consistent across the country due to geographical variations in consumption patterns 	[12]
Indonesia	<ul style="list-style-type: none"> Disruption of the supply chain system The market price of chicken dropped dramatically Economic growth fell from 4.97% to 2.97% 	[13][14]

Name of Country	Adverse Effects on Poultry Production	References
Ghana	<ul style="list-style-type: none"> • A significant drop in demand for broiler chickens • Decrease in the importation of animals and livestock products • Reduction in the availability of feed resources and farm inputs for animal production, leading to increase of price 	[15]
Myanmar	<ul style="list-style-type: none"> • Animal production activities, including feeding, management, and disease control adversely affected as a result of the lockdown • Negative impacts on chicken and egg industries • A decrease in demand in 60% broiler farms 40% of layer farms • Approximately 30% of broiler farms and 10% of layer farms have closed • 42% of long-term farm workers have been laid off • Reduction of broiler and egg prices 	[16][17]
Nigeria	<ul style="list-style-type: none"> • A substantial drop in sales and market price of eggs (dropped approximately 20%) 	[18]
Saudi Arabia	<ul style="list-style-type: none"> • The COVID-19 pandemic affected poultry consumption, transportation, and poultry business 	[19]

ence of COVID-19 on the poultry production and environment. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2021, 28, 44833–44844.

2. Food and Agriculture Organization (FAO). Novel Coronavirus (COVID-19). 2020. Available online:

<http://www.fao.org/feeding-farmers/novel-coronavirus-covid-19/en/> (accessed on 15 February 2022)

2. Plausible Explanations of COVID-19's Damaging Effects on Animal Production

3. Kabir, M.T.; Uddin, M.S.; Hossain, M.F.; Abdulhakim, J.A.; Alam, M.A.; Ashraf, G.M.; Bungau, S.G.; Bin-Juman, M.N.; Abdel-Daim, M.M.; Aleya, L. nCOVID-19 Pandemic: From Molecular

2.1. Concern about the Spread of SARS-CoV-2 from Animals and Social Rumors
 At the beginning of this pandemic, the unknown nature of COVID-19 transmission was a major concern, particularly how it spread from animals to humans and vice versa [20][21]. However, poultry are not susceptible to SARS-CoV-2, although they are susceptible to other CoVs such as infectious bronchitis (IBV) that cause respiratory, intestinal, and

and 2020 ([7, 15, 8, 9, 14](#)) in chickens [[22](#)][[23](#)]. IBV has also been reported in pheasants and peafowl [[24](#)]. The turkey coronavirus (TCoV) also causes enteric lesions [[25](#)][[26](#)] and might be involved in the poult enteritis and mortality syndrome (PEMS) [[26](#)]. There were also social rumors in some developing countries such as Bangladesh that Supply Chain Sustainability Under the COVID-19 Outbreak: An Overview. *Front. Vet. Sci.* **2020**, *7*, SARS-CoV-2 can be transmitted via eggs and chickens, leading to price fluctuations for poultry meat and eggs and 582528.

reducing consumption [21]. It has also been proposed that SARS-CoV-2 can spread through processed foods [6]. Laborde, D.; Martin, W.; Swinnen, J.; Vos, R. COVID-19 risks to global food security. *Science* 2020, **369**, 500–502. because it can survive for hours to several days on inanimate surfaces [22], however, there is no evidence that the virus can be transmitted directly through food, milk, milk products, or eggs [28].

7. HLPE. Impacts of COVID-19 on Food Security and Nutrition: Developing Effective Policy Responses. reliefweb.int/report/world/impacts-covid-19-food-security-and-nutrition-developing-effective-policy

2.2. Lockdown and Restrictions of Trades

Responses to Address the Hunger and Malnutrition Pandemic. 2020. Available online:

<https://www.fao.org/3/cb1000en/cb1000en.pdf> (accessed on 15 December 2021). The lockdown of the food distributors, such as food courts, adversely influenced the retail demand. The transport & Retailers namely, Ispahani, M. J. Plaza, Plaza, M. S. Livestock and Poultry Rearing by Shareholders in the food distribution system in the country; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC829130/> The dynamics of the impact of lockdown on food security and poverty in Bangladesh. *Environ. Econ.* 2020, 41, 73–86.

9. Abu Hatab, A.; Krautscheid, L.; Boqvist, S. COVID-19, Livestock Systems and Food Security in Developing Countries: A Systematic Review of an Emerging Literature. *Pathogens* **2021**, *10*, 586.

10. Abu Hatab, A.; Liu, Z.; Nasser, A.; Esmat, A. Determinants of SARS-CoV-2 Impacts on Small-Scale Commercial Broiler Production Systems in Egypt: Implications for Mitigation Strategies. *Animals* **2021**, *11*, 1354.

11. Breisinger, C.; Raouf, M.; Wiebelt, M.; Kamaly, A.; Karara, M. Impact of COVID-19 on the Egyptian Economy: Economic Sectors, Jobs, and Households; MENA Policy Note 6; International Food Policy Research Institute (IFPRI): Washington, DC, USA, 2020.

12. Biswal, J.; Vijayalakshmy, K.; Rahman, H. Impact of COVID-19 and associated lockdown on livestock and poultry sectors in India. *Vet. World* **2020**, *13*, 1928–1933.

13. Surni; Nendissa, D.R.; Wahib, M.A.; Astuti, M.H.; Arimbawa, P.; Miar; Kapa, M.M.J.; Elbaar, E.F. Socio-economic impact of the COVID-19 pandemic: Empirical study on the supply of chicken meat in Indonesia. *AIMS Agric. Food* **2021**, *6*, 65–81.

14. Sembada, P.; Daryanto, A.; Andik, S.D.S. Impacts of the COVID-19 pandemic on the supply chain of broiler chicken in Indonesia. *SS World* **2021**, *306*, 02065. [Figure 10](#) [Figure 11](#) [Figure 12](#) [Figure 13](#) [Figure 14](#) [Figure 15](#) [Figure 16](#) [Figure 17](#) [Figure 18](#) [Figure 19](#) [Figure 20](#) [Figure 21](#) [Figure 22](#) [Figure 23](#) [Figure 24](#) [Figure 25](#) [Figure 26](#) [Figure 27](#) [Figure 28](#) [Figure 29](#) [Figure 30](#) [Figure 31](#) [Figure 32](#) [Figure 33](#) [Figure 34](#) [Figure 35](#) [Figure 36](#) [Figure 37](#) [Figure 38](#) [Figure 39](#) [Figure 40](#) [Figure 41](#) [Figure 42](#) [Figure 43](#) [Figure 44](#) [Figure 45](#) [Figure 46](#) [Figure 47](#) [Figure 48](#) [Figure 49](#) [Figure 50](#) [Figure 51](#) [Figure 52](#) [Figure 53](#) [Figure 54](#) [Figure 55](#) [Figure 56](#) [Figure 57](#) [Figure 58](#) [Figure 59](#) [Figure 60](#) [Figure 61](#) [Figure 62](#) [Figure 63](#) [Figure 64](#) [Figure 65](#) [Figure 66](#) [Figure 67](#) [Figure 68](#) [Figure 69](#) [Figure 70](#) [Figure 71](#) [Figure 72](#) [Figure 73](#) [Figure 74](#) [Figure 75](#) [Figure 76](#) [Figure 77](#) [Figure 78](#) [Figure 79](#) [Figure 80](#) [Figure 81](#) [Figure 82](#) [Figure 83](#) [Figure 84](#) [Figure 85](#) [Figure 86](#) [Figure 87](#) [Figure 88](#) [Figure 89](#) [Figure 90](#) [Figure 91](#) [Figure 92](#) [Figure 93](#) [Figure 94](#) [Figure 95](#) [Figure 96](#) [Figure 97](#) [Figure 98](#) [Figure 99](#) [Figure 100](#) [Figure 101](#) [Figure 102](#) [Figure 103](#) [Figure 104](#) [Figure 105](#) [Figure 106](#) [Figure 107](#) [Figure 108](#) [Figure 109](#) [Figure 110](#) [Figure 111](#) [Figure 112](#) [Figure 113](#) [Figure 114](#) [Figure 115](#) [Figure 116](#) [Figure 117](#) [Figure 118](#) [Figure 119](#) [Figure 120](#) [Figure 121](#) [Figure 122](#) [Figure 123](#) [Figure 124](#) [Figure 125](#) [Figure 126](#) [Figure 127](#) [Figure 128](#) [Figure 129](#) [Figure 130](#) [Figure 131](#) [Figure 132](#) [Figure 133](#) [Figure 134](#) [Figure 135](#) [Figure 136](#) [Figure 137](#) [Figure 138](#) [Figure 139](#) [Figure 140](#) [Figure 141](#) [Figure 142](#) [Figure 143](#) [Figure 144](#) [Figure 145](#) [Figure 146](#) [Figure 147](#) [Figure 148](#) [Figure 149](#) [Figure 150](#) [Figure 151](#) [Figure 152](#) [Figure 153](#) [Figure 154](#) [Figure 155](#) [Figure 156](#) [Figure 157](#) [Figure 158](#) [Figure 159](#) [Figure 160](#) [Figure 161](#) [Figure 162](#) [Figure 163](#) [Figure 164](#) [Figure 165](#) [Figure 166](#) [Figure 167](#) [Figure 168](#) [Figure 169](#) [Figure 170](#) [Figure 171](#) [Figure 172](#) [Figure 173](#) [Figure 174](#) [Figure 175](#) [Figure 176](#) [Figure 177](#) [Figure 178](#) [Figure 179](#) [Figure 180](#) [Figure 181](#) [Figure 182](#) [Figure 183](#) [Figure 184](#) [Figure 185](#) [Figure 186](#) [Figure 187](#) [Figure 188](#) [Figure 189](#) [Figure 190](#) [Figure 191](#) [Figure 192](#) [Figure 193](#) [Figure 194](#) [Figure 195](#) [Figure 196](#) [Figure 197](#) [Figure 198](#) [Figure 199](#) [Figure 200](#) [Figure 201](#) [Figure 202](#) [Figure 203](#) [Figure 204](#) [Figure 205](#) [Figure 206](#) [Figure 207](#) [Figure 208](#) [Figure 209](#) [Figure 210](#) [Figure 211](#) [Figure 212](#) [Figure 213](#) [Figure 214](#) [Figure 215](#) [Figure 216](#) [Figure 217](#) [Figure 218](#) [Figure 219](#) [Figure 220](#) [Figure 221](#) [Figure 222](#) [Figure 223](#) [Figure 224](#) [Figure 225](#) [Figure 226](#) [Figure 227](#) [Figure 228](#) [Figure 229](#) [Figure 230](#) [Figure 231](#) [Figure 232](#) [Figure 233](#) [Figure 234](#) [Figure 235](#) [Figure 236](#) [Figure 237](#) [Figure 238](#) [Figure 239](#) [Figure 240](#) [Figure 241](#) [Figure 242](#) [Figure 243](#) [Figure 244](#) [Figure 245](#) [Figure 246](#) [Figure 247](#) [Figure 248](#) [Figure 249](#) [Figure 250](#) [Figure 251](#) [Figure 252](#) [Figure 253](#) [Figure 254](#) [Figure 255](#) [Figure 256](#) [Figure 257](#) [Figure 258](#) [Figure 259](#) [Figure 260](#) [Figure 261](#) [Figure 262](#) [Figure 263](#) [Figure 264](#) [Figure 265](#) [Figure 266](#) [Figure 267](#) [Figure 268](#) [Figure 269](#) [Figure 270](#) [Figure 271](#) [Figure 272](#) [Figure 273](#) [Figure 274](#) [Figure 275](#) [Figure 276](#) [Figure 277](#) [Figure 278](#) [Figure 279](#) [Figure 280](#) [Figure 281](#) [Figure 282](#) [Figure 283](#) [Figure 284](#) [Figure 285](#) [Figure 286](#) [Figure 287](#) [Figure 288](#) [Figure 289](#) [Figure 290](#) [Figure 291](#) [Figure 292](#) [Figure 293](#) [Figure 294](#) [Figure 295](#) [Figure 296](#) [Figure 297](#) [Figure 298](#) [Figure 299](#) [Figure 300](#) [Figure 301](#) [Figure 302](#) [Figure 303](#) [Figure 304](#) [Figure 305](#) [Figure 306](#) [Figure 307](#) [Figure 308](#) [Figure 309](#) [Figure 310](#) [Figure 311](#) [Figure 312](#) [Figure 313](#) [Figure 314](#) [Figure 315](#) [Figure 316](#) [Figure 317](#) [Figure 318](#) [Figure 319](#) [Figure 320](#) [Figure 321](#) [Figure 322](#) [Figure 323](#) [Figure 324](#) [Figure 325](#) [Figure 326](#) [Figure 327](#) [Figure 328](#) [Figure 329](#) [Figure 330](#) [Figure 331](#) [Figure 332](#) [Figure 333](#) [Figure 334](#) [Figure 335](#) [Figure 336](#) [Figure 337](#) [Figure 338](#) [Figure 339](#) [Figure 340](#) [Figure 341](#) [Figure 342](#) [Figure 343](#) [Figure 344](#) [Figure 345](#) [Figure 346](#) [Figure 347](#) [Figure 348](#) [Figure 349](#) [Figure 350](#) [Figure 351](#) [Figure 352](#) [Figure 353](#) [Figure 354](#) [Figure 355](#) [Figure 356](#) [Figure 357](#) [Figure 358](#) [Figure 359](#) [Figure 360](#) [Figure 361](#) [Figure 362](#) [Figure 363](#) [Figure 364](#) [Figure 365](#) [Figure 366](#) [Figure 367](#) [Figure 368](#) [Figure 369](#) [Figure 370](#) [Figure 371](#) [Figure 372](#) [Figure 373](#) [Figure 374](#) [Figure 375](#) [Figure 376](#) [Figure 377](#) [Figure 378](#) [Figure 379](#) [Figure 380](#) [Figure 381](#) [Figure 382](#) [Figure 383](#) [Figure 384](#) [Figure 385](#) [Figure 386](#) [Figure 387](#) [Figure 388](#) [Figure 389](#) [Figure 390](#) [Figure 391](#) [Figure 392](#) [Figure 393](#) [Figure 394](#) [Figure 395](#) [Figure 396](#) [Figure 397](#) [Figure 398](#) [Figure 399](#) [Figure 400](#) [Figure 401](#) [Figure 402](#) [Figure 403](#) [Figure 404](#) [Figure 405](#) [Figure 406](#) [Figure 407](#) [Figure 408](#) [Figure 409](#) [Figure 410](#) [Figure 411](#) [Figure 412](#) [Figure 413](#) [Figure 414](#) [Figure 415](#) [Figure 416](#) [Figure 417](#) [Figure 418](#) [Figure 419](#) [Figure 420](#) [Figure 421](#) [Figure 422](#) [Figure 423](#) [Figure 424](#) [Figure 425](#) [Figure 426](#) [Figure 427](#) [Figure 428](#) [Figure 429](#) [Figure 430](#) [Figure 431](#) [Figure 432](#) [Figure 433](#) [Figure 434](#) [Figure 435](#) [Figure 436](#) [Figure 437](#) [Figure 438](#) [Figure 439](#) [Figure 440](#) [Figure 441](#) [Figure 442](#) [Figure 443](#) [Figure 444](#) [Figure 445](#) [Figure 446](#) [Figure 447](#) [Figure 448](#) [Figure 449](#) [Figure 450](#) [Figure 451](#) [Figure 452](#) [Figure 453](#) [Figure 454](#) [Figure 455](#) [Figure 456](#) [Figure 457](#) [Figure 458](#) [Figure 459](#) [Figure 460](#) [Figure 461](#) [Figure 462](#) [Figure 463](#) [Figure 464](#) [Figure 465](#) [Figure 466](#) [Figure 467](#) [Figure 468](#) [Figure 469](#) [Figure 470](#) [Figure 471](#) [Figure 472](#) [Figure 473](#) [Figure 474](#) [Figure 475](#) [Figure 476](#) [Figure 477](#) [Figure 478](#) [Figure 479](#) [Figure 480](#) [Figure 481](#) [Figure 482](#) [Figure 483](#) [Figure 484](#) [Figure 485](#) [Figure 486](#) [Figure 487](#) [Figure 488](#) [Figure 489](#) [Figure 490](#) [Figure 491](#) [Figure 492](#) [Figure 493](#) [Figure 494](#) [Figure 495](#) [Figure 496](#) [Figure 497](#) [Figure 498](#) [Figure 499](#) [Figure 500](#) [Figure 501](#) [Figure 502](#) [Figure 503](#) [Figure 504](#) [Figure 505](#) [Figure 506](#) [Figure 507](#) [Figure 508](#) [Figure 509](#) [Figure 510](#) [Figure 511](#) [Figure 512](#) [Figure 513](#) [Figure 514](#) [Figure 515](#) [Figure 516](#) [Figure 517](#) [Figure 518](#) [Figure 519](#) [Figure 520](#) [Figure 521](#) [Figure 522](#) [Figure 523](#) [Figure 524](#) [Figure 525](#) [Figure 526](#) [Figure 527](#) [Figure 528](#) [Figure 529](#) [Figure 530](#) [Figure 531](#) [Figure 532](#) [Figure 533](#) [Figure 534](#) [Figure 535](#) [Figure 536](#) [Figure 537](#) [Figure 538](#) [Figure 539](#) [Figure 540](#) [Figure 541](#) [Figure 542](#) [Figure 543](#) [Figure 544](#) [Figure 545](#) [Figure 546](#) [Figure 547](#) [Figure 548](#) [Figure 549](#) [Figure 550](#) [Figure 551](#) [Figure 552](#) [Figure 553](#) [Figure 554](#) [Figure 555](#) [Figure 556](#) [Figure 557](#) [Figure 558](#) [Figure 559](#) [Figure 560](#) [Figure 561](#) [Figure 562](#) [Figure 563](#) [Figure 564](#) [Figure 565](#) [Figure 566](#) [Figure 567](#) [Figure 568](#) [Figure 569](#) [Figure 570](#) [Figure 571](#) [Figure 572](#) [Figure 573](#) [Figure 574](#) [Figure 575](#) [Figure 576](#) [Figure 577](#) [Figure 578](#) [Figure 579](#) [Figure 580](#) [Figure 581](#) [Figure 582](#) [Figure 583](#) [Figure 584](#) [Figure 585](#) [Figure 586](#) [Figure 587](#) [Figure 588](#) [Figure 589](#) [Figure 590](#) [Figure 591](#) [Figure 592](#) [Figure 593](#) [Figure 594](#) [Figure 595](#) [Figure 596](#) [Figure 597](#) [Figure 598](#) [Figure 599](#) [Figure 600](#) [Figure 601](#) [Figure 602](#) [Figure 603](#) [Figure 604](#) [Figure 605](#) [Figure 606](#) [Figure 607](#) [Figure 608](#) [Figure 609](#) [Figure 610](#) [Figure 611](#) [Figure 612](#) [Figure 613](#) [Figure 614](#) [Figure 615](#) [Figure 616](#) [Figure 617](#) [Figure 618](#) [Figure 619](#) [Figure 620](#) [Figure 621](#) [Figure 622](#) [Figure 623](#) [Figure 624](#) [Figure 625](#) [Figure 626](#) [Figure 627](#) [Figure 628](#) [Figure 629](#) [Figure 630](#) [Figure 631](#) [Figure 632](#) [Figure 633](#) [Figure 634](#) [Figure 635](#) [Figure 636](#) [Figure 637](#) [Figure 638](#) [Figure 639](#) [Figure 640](#) [Figure 641](#) [Figure 642](#) [Figure 643](#) [Figure 644](#) [Figure 645](#) [Figure 646](#) [Figure 647](#) [Figure 648](#) [Figure 649](#) [Figure 650](#) [Figure 651](#) [Figure 652](#) [Figure 653](#) [Figure 654](#) [Figure 655](#) [Figure 656](#) [Figure 657](#) [Figure 658](#) [Figure 659](#) [Figure 660](#) [Figure 661](#) [Figure 662](#) [Figure 663](#) [Figure 664](#) [Figure 665](#) [Figure 666](#) [Figure 667](#) [Figure 668](#) [Figure 669](#) [Figure 670](#) [Figure 671](#) [Figure 672](#) [Figure 673](#) [Figure 674](#) [Figure 675](#) [Figure 676](#) [Figure 677](#) [Figure 678](#) [Figure 679](#) [Figure 680](#) [Figure 681](#) [Figure 682](#) [Figure 683](#) [Figure 684](#) [Figure 685](#) [Figure 686](#) [Figure 687](#) [Figure 688](#) [Figure 689](#) [Figure 690](#) [Figure 691](#) [Figure 692](#) [Figure 693](#) [Figure 694](#) [Figure 695](#) [Figure 696](#) [Figure 697](#) [Figure 698](#) [Figure 699](#) [Figure 700](#) [Figure 701](#) [Figure 702](#) [Figure 703](#) [Figure 704](#) [Figure 705](#) [Figure 706](#) [Figure 707](#) [Figure 708](#) [Figure 709](#) [Figure 710](#) [Figure 711](#) [Figure 712](#) [Figure 713](#) [Figure 714](#) [Figure 715](#) [Figure 716](#) [Figure 717](#) [Figure 718](#) [Figure 719](#) [Figure 720](#) [Figure 721](#) [Figure 722](#) [Figure 723](#) [Figure 724](#) [Figure 725](#) [Figure 726](#) [Figure 727](#) [Figure 728](#) [Figure 729](#) [Figure 730](#) [Figure 731](#) [Figure 732](#) [Figure 733](#) [Figure 734](#) [Figure 735](#) [Figure 736](#) [Figure 737](#) [Figure 738](#) [Figure 739](#) [Figure 740](#) [Figure 741](#) [Figure 742](#) [Figure 743](#) [Figure 744](#) [Figure 745](#) [Figure 746](#) [Figure 747](#) [Figure 748](#) [Figure 749](#) [Figure 750](#) [Figure 751](#) [Figure 752](#) [Figure 753](#) [Figure 754](#) [Figure 755](#) [Figure 756](#) [Figure 757](#) [Figure 758](#) [Figure 759](#) [Figure 760](#) [Figure 761](#) [Figure 762](#) [Figure 763](#) [Figure 764](#) [Figure 765](#) [Figure 766](#) [Figure 767](#) [Figure 768](#) [Figure 769](#) [Figure 770](#) [Figure 771](#) [Figure 772](#) [Figure 773](#) [Figure 774](#) [Figure 775](#) [Figure 776](#) [Figure 777](#) [Figure 778](#) [Figure 779](#) [Figure 780](#) [Figure 781](#) [Figure 782](#) [Figure 783](#) [Figure 784](#) [Figure 785](#) [Figure 786](#) [Figure 787](#) [Figure 788](#) [Figure 789](#) [Figure 790](#) [Figure 791](#) [Figure 792](#) [Figure 793](#) [Figure 794](#) [Figure 795](#) [Figure 796](#) [Figure 797](#) [Figure 798](#) [Figure 799](#) [Figure 800](#) [Figure 801](#) [Figure 802](#) [Figure 803](#) [Figure 804](#) [Figure 805](#) [Figure 806](#) [Figure 807](#) [Figure 808](#) [Figure 809](#) [Figure 810](#) [Figure 811](#) [Figure 812](#) [Figure 813](#) [Figure 814](#) [Figure 815](#) [Figure 816](#) [Figure 817](#) [Figure 818](#) [Figure 819](#) [Figure 820](#) [Figure 821](#) [Figure 822](#) [Figure 823](#) [Figure 824](#) [Figure 825](#) [Figure 826](#) [Figure 827](#) [Figure 828](#) [Figure 829](#) [Figure 830](#) [Figure 831](#) [Figure 832](#) [Figure 833](#) [Figure 834](#) [Figure 835](#) [Figure 836](#) [Figure 837](#) [Figure 838](#) [Figure 839](#) [Figure 840](#) [Figure 841](#) [Figure 842](#) [Figure 843](#) [Figure 844](#) [Figure 845](#) [Figure 846](#) [Figure 847](#) [Figure 848](#) [Figure 849](#) [Figure 850](#) [Figure 851](#) [Figure 852](#) [Figure 853](#) [Figure 854](#) [Figure 855](#) [Figure 856](#) [Figure 857](#) [Figure 858](#) [Figure 859](#) [Figure 860](#) [Figure 861](#) [Figure 862](#) [Figure 863](#) [Figure 864](#) [Figure 865](#) [Figure 866](#) [Figure 867](#) [Figure 868](#) [Figure 869](#) [Figure 870](#) [Figure 871](#) [Figure 872](#) [Figure 873](#) [Figure 874](#) [Figure 875](#) [Figure 876](#) [Figure 877](#) [Figure 878](#) [Figure 879](#) [Figure 880](#) [Figure 881](#) [Figure 882](#) [Figure 883](#) [Figure 884](#) [Figure 885](#) [Figure 886](#) [Figure 887](#) [Figure 888](#) [Figure 889](#) [Figure 890](#) [Figure 891](#) [Figure 892](#) [Figure 893](#) [Figure 894](#) [Figure 895](#) [Figure 896](#) [Figure 897](#) [Figure 898](#) [Figure 899](#) [Figure 900](#) [Figure 901](#) [Figure 902](#) [Figure 903](#) [Figure 904](#) [Figure 905](#) [Figure 906](#) [Figure 907](#) [Figure 908](#) [Figure 909](#) [Figure 910](#) [Figure 911](#) [Figure 912](#) [Figure 913](#) [Figure 914](#) [Figure 915](#) [Figure 916](#) [Figure 917](#) [Figure 918](#) [Figure 919](#) [Figure 920](#) [Figure 921](#) [Figure 922](#) [Figure 923](#) [Figure 924](#) [Figure 925](#) [Figure 926](#) [Figure 927](#) [Figure 928](#) [Figure 929](#) [Figure 930](#) [Figure 931](#) [Figure 932](#) [Figure 933](#) [Figure 934](#) [Figure 935](#) [Figure 936](#) [Figure 937](#) [Figure 938](#) [Figure 939](#) [Figure 940](#) [Figure 941](#) [Figure 942](#) [Figure 943](#) [Figure 944](#) [Figure 945](#) [Figure 946](#) [Figure 947](#) [Figure 948](#) [Figure 949](#) [Figure 950](#) [Figure 951](#) [Figure 952](#) [Figure 953](#) [Figure 954](#) [Figure 955](#) [Figure 956](#) [Figure 957](#) [Figure 958](#) [Figure 959](#) [Figure 960](#) [Figure 961](#) [Figure 962](#) [Figure 963](#) [Figure 964](#) [Figure 965](#) [Figure 966](#) [Figure 967](#) [Figure 968](#) [Figure 969](#) [Figure 970](#) [Figure 971](#) [Figure 972](#) [Figure 973](#) [Figure 974](#) [Figure 975](#) [Figure 976](#) [Figure 977](#) [Figure 978](#) [Figure 979](#) [Figure 980](#) [Figure 981](#) [Figure 982](#) [Figure 983](#) [Figure 984](#) [Figure 985](#) [Figure 986](#) [Figure 987](#) [Figure 988](#) [Figure 989](#) [Figure 990](#) [Figure 991](#) [Figure 992](#) [Figure 993](#) [Figure 994](#) [Figure 995](#) [Figure 996](#) [Figure 997](#) [Figure 998](#) [Figure 999](#) [Figure 1000](#) [Figure 1001](#) [Figure 1002](#)

18. Faculty Air Quality Control Beyond COVID-19 Pandemic Period: Strategies for Sustainable

Livestock Feed and Food Production. *Nig. J. Anim. Sci.* 2020, 22, 107–121.

(i) The animal feed supply was disrupted as due to lockdown, several countries such as Argentina and Brazil had to reduce their exports of raw materials of feed such as soybean and corn, which led to a shortage of dry feed in Future After the COVID-19 Outbreak. *Front. Vet. Sci.* 2020, 7, 516.

several developing countries [4][5][31]. In several African countries, the cost of chicken feed has increased [32].

20. Hassan, M. Socioeconomic State of Sample Layer Farmers in Bangladesh: An Investigation

(ii) Poultry services were reduced such as equipment, day-old chicks for stock replacements, feed, vaccines, drugs, diagnostics, and feed additives (vitamins and minerals) [5]. Exporters in several countries also faced a considerable drop in demand for livestock-based foods in major importing markets.

21. Rahman, M.; Chowdhury, E.H.; Parvin, R. Small-scale poultry production in Bangladesh: Challenges and impact of COVID-19 on sustainability. *Ger. J. Vet. Res.* 2021, 1, 19–27.

22. Brown, P.A.; Tuszain, F.; Bland, P.X.; Gouill, A.M.; Coulton, C.; Aree, E.; De Boisseson, C.; Blanchard, Y.; Eteradossi, N.; et al. First complete genome sequence of European

turkey coronavirus suggests complex recombination history related with US turkey and guinea

(iv) The shortage of laborers severely impacted the poultry industry in developing countries, since poultry farmers rely on human resources rather than machines [8][9][10].

23. Schalk, A.F.; Hawn, M.C. An Apparently New Respiratory Disease of Baby Chicks. *J. Am. Vet.*

2.3. Small-Scale Poultry Farms

Several small-scale poultry farms are widely distributed in developing countries. The general problems for small-scale poultry farming in developing countries are summarized in Figure 3.

24. Jackwood, M.W.; Boynton, T.O.; Hilt, D.A.; McKhley, E.T.; Kissinger, J.C.; Paterson, A.H.,

Robertson, J.; Lemke, C.; McCall, A.W.; Williams, S.M.; et al. Emergence of a group 3

coronavirus through recombination. *Virology* 2010, 398, 98–108.

25. Hughes, A.L. Recombinational histories of avian infectious bronchitis virus and turkey coronavirus. *Arch. Virol.* 2011, 156, 1823–1829.

26. Houta, M.H.; Awe, O.O.; Ali, A. Infection with Avian Coronaviruses: A recurring problem in turkeys. *Ger. J. Vet. Res.* 2021, 1, 19–27.

27. Islam, S.; Sobur, A.; Akter, M.; Nazir, K.; Topioli, A.; Rahman, T. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) pandemic, lessons to be learned. *Vet. Anim. Res.* 2020, 7, 260–280.

28. Duda-Chodak, A.; Lukasiewicz, M.; Ziec, G.; Florkiewicz, A.; Filipiak-Florkiewicz, A. COVID-19 pandemic and food: Present knowledge, risks, consumers fears and safety. *Trends Food Sci. Technol.* 2020, 105, 145–160.

29. Gault, M.; Chemineau, P.; Rosati, A.; Sartori, J. COVID-19 pandemic—How and why animal production suffers? *Anim. Front.* 2021, 11, 3–5.

30. D'Souza, A.J. **Fig.3. Problems for Small-scale poultry production in developing countries after COVID-19.** *Front. 2021, 11, 19–22.*

The severe negative impact on small-scale production in developing countries can be attributed to the following factors [10]:

31. Seleiman, M.F.; Selim, S.; Alhammad, B.A.; Alharbi, B.M.; Juliatti, F.C. Will novel coronavirus (COVID-19) pandemic impact agriculture, food security and animal sectors? *Biosci. J.* 2020, 36,

(i) Lockdown harmed small-scale production severely because small-scale producers in developing countries rely more on labor than machinery.

32. Elsayed, M.; Dalmat, J. Farming under Multiple Geographies: Impacts of the COVID-19 Pandemic from the Global Agricultural Markets. *Environ. Res. Econ.* **2020**, *76*, 1667–1679. Producers mostly live in rural areas (sell eggs and live birds and purchase day-old chicks, feed, drugs, and disinfectants) [33]. However, the animal husbandry services were severely interrupted due to lockdown and movement restrictions. Because most small-scale poultry farms are unregistered, they are not eligible for government stimulus programs [34].

34. Abu Hatab, A.; Lagerkvist, C.; Esmat, A. Risk perception and determinants in small- and medium-sized poultry enterprises amidst the COVID-19 pandemic: Evidence from Egyptian businesses. *Environ. Res. Econ.* **2021**, *95*, 3918–3921. They are reliant on the local dealers for feeds, medications, and operating capital [36][37][38].

35. Hassan, M. Socioeconomic State of Sample Layer Farmers in Bangladesh: An Investigation Based on Dhaka and Kishorganj Districts. *J. Appl. Bus. Econ.* **2020**, *22*, 101–119. (iv) The implementation of sanitary measures in small-scale farms is difficult due to the lack of logistical and financial resources [39], making them more vulnerable to other infections.

36. Rahman, M.M. Analysis of Economic Sustainability of Small-Scale Broiler Farms in Bangladesh—Therefore, it is recommended to enhance the preparedness and resilience of small-scale poultry production systems in developing countries to tackle future pandemics. *Analysis of Economic Sustainability of Small-Scale Broiler Farms in Bogra and Shariatpur District, Bangladesh. Master Thesis, University of Leipzig, Leipzig, Germany*, 2014.

37. Islam, M.S.; Begum, I.A.; Kausar, A.K.M.G.; Hossain, M.R.; Kamruzzaman, M. Livelihood Improvement of Small Farmers through Family Poultry in Bangladesh. *Int. J. Bus. Manag. Soc. Res.* **2015**, *1*, 61–70.

38. Mandal, M.A.S.; Khan, A.I. *FIR Poultry Industry in Bangladesh: Which Way to Sustainable Development? In Proceedings of the 10th International Seminar on Poultry Problems* [25]. Moreover, these techniques could also be applied in Asian countries. The global spread of COVID-19 forced the imposition of self-isolation and physical distance to reduce the transmission risk and ensure human safety. The medical facilities and positive human responses were of particular concern; however, there are growing concerns about the effects of the challenges and impact of COVID-19 on sustainability. *Ger. J. Vet. Res.* **2021**, *1*, 19–27.

39. Rahman, M.; Chowdhury, E.H.; Parvin, R. *Small-scale poultry production in Bangladesh: Challenges and Impact of COVID-19 on Sustainability*. *Ger. J. Vet. Res.* **2021**, *1*, 19–27.

40. Al-Khalifah, H.; Al-Nasser, A.; Abdulmalek, N.; Al-Mansour, H.; Ahmed, A.; Ragheb, G. Impact of COVID-19 pandemic on the food chain due to the lockdown of borders, seaports, and airports, its consequences on food security, and its influences on the poultry sector [39][40]. In the post-COVID-19 period, the policy of adapting SARS-CoV-V2 on the Poultry Industry in Kuwait: A Case Study. *Front. Vet. Sci.* **2020**, *7*, 577178.

41. Das, P.R.; Samanta, P. *Role of backyard poultry in South-East Asian countries post COVID-19 perspective*. *World's Poult. Sci. J.* **2021**, *77*, 415–426.

42. Attia, Y.A.; El-Saadony, M.T.; Swelum, A.A.; Qattan, S.Y.; Al-Qurashi, A.D.; Asiry, K.A.; Shafi, M.E.; launched by the government and private organizations in India, Bangladesh, and Cambodia during the lockdown to Elbestawy, A.R.; Gado, A.R.; Khafaga, A.F.; et al. *COVID-19: Pathogenesis, advances in reduce the catastrophic effect of COVID-19 on the agricultural economy* [21].

treatment and vaccine development and environmental impact—an updated review. *Environ. Sci. Pollut. Res.* **2021**, *28*, 22241–22264.

The One Health concept integrates human, environmental, and animal health to regulate and prevent disease outbreaks [42][43][44]. The proliferation of the novel coronavirus created great health hazards to both humans and animals at various times, resulting in significant economic losses and environmental damage [45][46][21][40][47].

43. Kerey, T.R.; Karesi, M.B.; Johnson, C.R.; Gland, K.V.R.; Anthony, S.S.; Goldstein, T.; Olson, S.H.; Macatangay, C.; PREDICT Consortium; Mazer, J.A.K. *One Health proof of concept: Bringing a transdisciplinary approach to surveillance for zoonotic viruses at the human-wild animal interface*. *Prev. Vet. Med.* **2017**, *121*, 112–118.

44. Pal, M.; Kerorsa, G.B. *Zoonotic Significance of COVID-19 and Precautions Related to Animals*. During Outbreak of the Disease. *J. One Health* **2020**, *8*, 39–43.

COVID-19 on the poultry production and environment. Environ. Sci. Pollut. Res. 2021, 28, 44833–44844.

According to the Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 4913 cases with 20 deaths have been reported in different meat and poultry processing units [49]. It is recommended that all employees and supervisors should get regular training on infection control, workplace safety, and health tailored to their reading levels and 582528.

chosen languages. The training should cover the following points: what employees should do if they feel sick

faceAspiralManipulation - My Final GratificationForAspiration, AhAr: et la coupe de la face en diagonale Aspiral possible

trainers should deliver training in a context social media platforms are used.

and environment. Cultural and linguistic diversity should be taken into account when training is provided.

48. Durand-Moreau, Q.; Adisesh, A.; Mackenzie, C.; Bowley, J.; Straube, S.; Chan, X.-H. COVID-19 in

Meat and Poultry Facilities: A Rapid Review and Lay Media Analysis. 2020. Available online:

<https://www.cebm.net/covid-19/what-explains-the-high-rate-of-sars-cov-2-transmission-in-meat->

When workers in poultry processing plants tested positive for COVID-19, public health officials suspended the plant and-poultry-facilities-2/ (accessed on 15 February 2022). for ten days. Those who have been identified as cases or close contacts have been told to self-isolate. According

10. The number of workers in meat and poultry processing facilities in 10 states of viral

the March 1 Mortality Weekly Report, 2020, <https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/69/wr/mm6911a1.htm> COVID-19 to food or packaged food. As a result, there is no

transmission through food. There is no evidence to suggest that COVID-19 can spread from food or packaged food. As a result, there is no

need to recall chicken products distributed by this plant [51](#). Meat-packing facilities, abattoirs, and processing plants 50. Greenhalgh, T.; Mackenzie, G. Learning about COVID-19 Outbreaks from Non-Viral Tweets.

are at high risk of transmission of COVID-19. They are depicted as major sources of regional epidemics and, on 2020 Available online: <https://bmc.bmjjournals.org/lookup/doi/10.1186/s13071-020-03619-2>.

2020. Available online: <https://blogs.bmjjournals.com/bmjj/2020/03/20/learning-about-covid-19-outbreaks-rare-occasions-as-a-critical-source-of-a-nationwide-epidemic-when-the-disease-was-otherwise-under-control-the-from-non-viral-tweets/> (accessed on 15 December 2021).

Identified danger to meat and poultry facility operations, part of the national reaction to COVID-19, necessitates 51. The Poultry Site: New COVID-19 Outbreak Has Been Reported at a Poultry Plant in Surrey, B.C.

19-outbreak has been reported at a poultry plant in surrey, british columbia (accessed on 15
management is necessary to minimize workplace hazards, enhance cleanliness and sanitation, and apply
operating procedures and source control in poultry processing plants, which may help reduce the incidence of

February 2022) concerning employees. The following items are recommended during food processing: (1) applying soap

Retrieved from <https://libarts.illinois.edu/etd/available/etd-0427-09surface-regularly-2>