

ЕПІЗООТОЛОГІЯ ТА ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ

УДК 619:638.15-08

Перспективи створення і застосування парних та множинних кореляційно-регресійних моделей для ветеринарного забезпечення бджільництва

Галатюк О.Є. , Лахман А.Р. , Романишина Т.О. , Бегас В.Л. 

Поліський національний університет



Галатюк О. Є., Лахман А. Р., Романишина Т. О., Бегас В. Л. Перспективи створення і застосування парних та множинних кореляційно-регресійних моделей для ветеринарного забезпечення бджільництва. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2021. № 1. С. 58–63.

Galatiuk O., Lakhman A., Romanishina T., Behas V. Prospects for the creation and use of paired and multiple correlation and regression models in beekeeping. *Nauk. visn. vet. med.*, 2021. №1. PP. 58–63.

Рукопис отримано: 23.03.2021 р.

Прийнято: 05.04.2021 р.

Затверджено до друку: 25.05.2021 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2021-165-1-58-63

У тваринництві, зокрема бджільництві, наявна значна кількість незалежних консультаційних послуг, які дають змогу аналізувати продуктивність галузі залежно від стану моніторингу хвороб та проведення профілактичних заходів щодо підтримки належного здоров'я бджолиних сімей. Для надання експертних консультацій ці послуги мають бути забезпечені якісними даними та точним статистичним аналізом. Саме статистичний аналіз може надати чіткі вказівки щодо інтерпретації результатів, та вказати напрями удосконалення профілактики хвороб. На сьогодні наявні нерозкриті питання щодо покращення заходів захисту від інфекційних хвороб бджіл, оскільки різноманітні фактори, зумовлені впливом природних та антропогенних чинників, багатовекторно діють на економічні результати бджільництва. Тому експериментальне застосування різних видів кореляційно-регресійного аналізу у цій галузі через побудову парних і багатфакторних залежностей, та їх статистична інтерпретація визначили мету роботи. Досліджувана кореляційно-регресійна модель містить чотири сукупності ознак: результативну змінну (y) – маса меду із соняшнику, отриманого з 20 різних пасік за один медозбір, і факторні змінні: x_1 – температура повітря на пасіках; x_2 – об'єм пробіотики Ентеронормін Йодіс + Se для стимуляції імунної системи, як один із методів профілактики; x_3 – кількість бджолосімей на кожній пасіці. Отримані лінійні рівняння регресії, що виявляють залежності продуктивності пасік від включених у модель регресії факторів. За результатами кореляційно-регресійного аналізу, парні коефіцієнти кореляції показали, що зв'язок між температурою повітря на пасіці та кількістю виробленого меду – середній ($r_1=0,666$); зв'язок між кількістю внесеного пробіотики на одну рамку та кількістю виробленого меду – тісний ($r_2=0,813$); зв'язок між кількістю бджолосімей та кількістю виробленого меду – середній ($r_3=0,633$). Коефіцієнти регресії показують, як варіюватиме значення маси меду, отриманого на пасіці, за зміни кожної факторної ознаки на одиницю при фіксованих показниках інших ознак включених у рівняння. Зокрема підвищення температури на 1 °C збільшує масу меду на 216,74 кг на кожній пасіці, а підвищення концентрації Ентеронормін Йодіс + Se на 1 см³, з розрахунку на одну рамку, збільшує приніс нектару на 1,12 кг для однієї бджолиної сім'ї. Коефіцієнт множинної детермінації ($R^2 = 0,954163$) регламентує наявність тісного зв'язку у створеній моделі (досліджені фактори на 95 % визначають продуктивність пасіки). Отже, моделювання у вигляді лінійного та множинного кореляційно-регресійного аналізу є здійсненним у галузі бджільництва.

Ключові слова: бджільництво, моделювання, системний аналіз, факторні та результативні ознаки.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Відомо, що рентабельність бджільництва обумовлена впливом природних та антропогенних чинників, зокрема значною мірою залежить від породи бджіл, ветеринарно-санітарного стану пасіки, профілактично-лікувальних обробок бджолосімей, наявності медодайної бази, інтенсивності пестицидних

обробок аграрними компаніями. Однак, немає єдиного чинника, який є причиною високих щорічних втрат медоносних бджолиних колоній [1–7]. Майбутні значення показників економічної рентабельності пасік залежать від факторних чинників, керованих людиною, та формують перспективну розробку основних напрямів створення моделей регресії для прогнозуван-

ня результатів розвитку ефективного бджільництва [8]. За допомогою статистики можливо встановити зв'язок між масовими явищами та продуктивністю бджолосімей, сформувані кореляційні залежності не лише у різні пори одного року, а й за весь період функціонування пасіки, реалізуючи її економічний та господарський потенціал [9]. Статистичний аналіз надає панель інструментів, що дає змогу перетворювати практичні дані у рентабельні рішення. Важливо для науковців, за використання у публікаціях та інших засобах масової інформації, розуміння методів та обмежень статистичного аналізу для критичної інтерпретації отриманих результатів [10].

Кореляційно-регресійний аналіз – важливий інструмент для дослідників, які займаються клінічною або тваринницькою практикою, що дозволяє розуміти динаміку показників загальних аналізів статистичними методами. Моделювання системи – це процес розробки абстрактних моделей системи, за якого кожна модель має різний погляд або перспективу цієї системи, і являє собою сукупність взаємопов'язаних процесів з конкретним графічним позначенням, яка нині майже завжди базується на позначеннях у Єдиній мові моделювання (UML) [11, 12]. Можливо також розробити формальні (математичні) моделі системи, як детальну специфікацію системи агропромислового комплексу.

Для підвищення рентабельності галузі бджільництва важливим є аналіз домінуючих чинників, які впливають на силу і продуктивність бджолиних колоній, що можливо завдяки статистичній обробці матеріалів практичних даних і створенню кореляційно-регресійних моделей [13].

Мета роботи – оцінювання значущості застосування лінійного та множинного кореляційно-регресійного аналізу у бджільництві.

Матеріал та методи досліджень. За виконання роботи використано дані ветеринарно-санітарних паспортів пасік практикуючих пасічників Житомирської області – членів ГО «Клуб професійних пасічників Житомирщини». Спосіб отримання даних щодо кожної бджолиної сім'ї – рандомна вибірка за 2020 рік на основі даних журналу пасічничкового обліку. Статистичну обробку даних проведено на кафедрі комп'ютерних технологій і моделювання систем Поліського національного університету (м. Житомир). Лінійні залежності виведені у MS Excel, а багатофакторні залежності створені у програмі кореляційно-регресійного аналізу LPG.

Результати дослідження. Метод кореляційно-регресійного аналізу застосовують для опису залежності між факторними та результативною ознакою. Такий аналіз передбачає оцінювання зв'язку між змінними. Кореляція та регресія – це різні, але не взаємовиключні поняття. Зокрема регресію використовують для прогнозування, тоді як кореляцію – для визначення ступеня асоціації, тобто, тісноти зв'язку. Наявні ситуації, коли змінну x не фіксує, або не вибирає експериментатор, натомість, вона є випадковим варіантом змінної y [14]. Кореляція – це міра асоціації між змінними. У корельованих даних зміна величини однієї змінної пов'язана зі зміною величини іншої змінної, або в тому самому (позитивна кореляція), або в протилежному (негативна кореляція) напрямку [11, 13, 18]. Найчастіше, термін кореляція використовують як лінійну залежність між двома безперервними змінними.

Відомо, що наявна залежність між сильними бджолиними сім'ями та кількістю меду (кг) під час медозбору за сезон [4, 13, 19, 20], однак всі фактори впливу на силу бджолосімей неможливо включити до рівняння регресії. З усього комплексу обрані показники, властиві кожній пасіці Житомирської області з урахуванням їх функціональної взаємодії.

Зокрема, за розробки кореляційно-регресійної моделі результативною ознакою була маса меду (кг) – y , отриманого з 20 різних пасік за медозбір із соняшнику, який був зібраний в 2020 році (табл. 1). Факторними ознаками було визначено:

x_1 – температура повітря на пасіках, (16–23 °C);

x_2 – кількість пробіотика Ентеронормін Йодіс + Se для стимуляції імунної системи, як один із методів профілактики (4–25 см³ на рамку);

x_3 – кількість бджолосімей на кожній пасіці (52–100 вуликів).

Обчислені парні коефіцієнти кореляції між залежною та незалежними змінними (x_i , $i=1, 2, 3$) показують, що наявний найбільш тісний зв'язок між об'ємом внесеного пробіотика Ентеронормін Йодіс + Se (x_2) та масою отриманого меду з пасіки (y): коефіцієнт кореляції $r = 0,813$ (рис. 1 – лінія Тренда).

Отримані наступні лінії регресії – лінійні пропорційні залежності продуктивності пасік від включених у модель регресії факторів (рис. 1):

1. Вплив температури повітря навколишнього середовища на масу зібраного меду за обробки бджолосімей: $y = 0,0018 x_1 + 17,427$.

2. Дія пробіотика Ентеронормін Йодіс + Se на масу зібраного меду: $y = 0,5439 x_2 + 438,01$.

3. Взаємозв'язок між кількістю бджолосімей та масою зібраного меду: $y = 0,0099 x_3 + 68,49$.

Таблиця 1 – Результативна та факторні ознаки кореляційно-регресійної моделі

Номер пасіки	Маса меду (кг) за медозбір із соняшнику, y	Температура повітря ($^{\circ}$ C), x_1	Кількість пробіотика (cm^3) на пасіку, x_2	Кількість бджолосімей, вуликів, x_3
1	2200	21	2000	100
2	3200	21	2500	100
3	2150	21	1675	89
4	2400	22	1500	99
5	520	16	1350	96
6	3255	22	2325	100
7	2395	22	1425	89
8	2301	23	1475	89
9	690	16	1120	74
10	400	18	467	52
11	670	22	540	68
12	789	20	512	78
13	997	20	521	59
14	600	16	1240	74
15	720	21	468	57
16	998	22	448	97
17	789	20	410	87
18	400	16	1150	84
19	510	16	1125	77
20	1900	23	1675	76

Для перевірки гіпотези про значущість коефіцієнтів кореляції обчислено спостережені (фактичні) значення критеріїв і порівнюємо їх із табличними значеннями за рівня значущості $\alpha = 0,5$ і $k = 18$ – числа степенів свободи.

$$t_{1 \text{ факт.}} = 3,784 > t_{\text{табл.}}(0,05; 18) = 2,1;$$

$$t_{2 \text{ факт.}} = 5,916 > t_{\text{табл.}}(0,05; 18) = 2,1;$$

$$t_{3 \text{ факт.}} = 3,465 > t_{\text{табл.}}(0,05; 18) = 2,1.$$

Порівнюючи отримані результати з їх табличними значеннями критерію, робимо висновок про значущість знайдених коефіцієнтів кореляції.

Коефіцієнти детермінації R^2 ($R_1^2 = 0,443$; $R_2^2 = 0,663$; $R_3^2 = 0,4$) інтерпретують ступінь

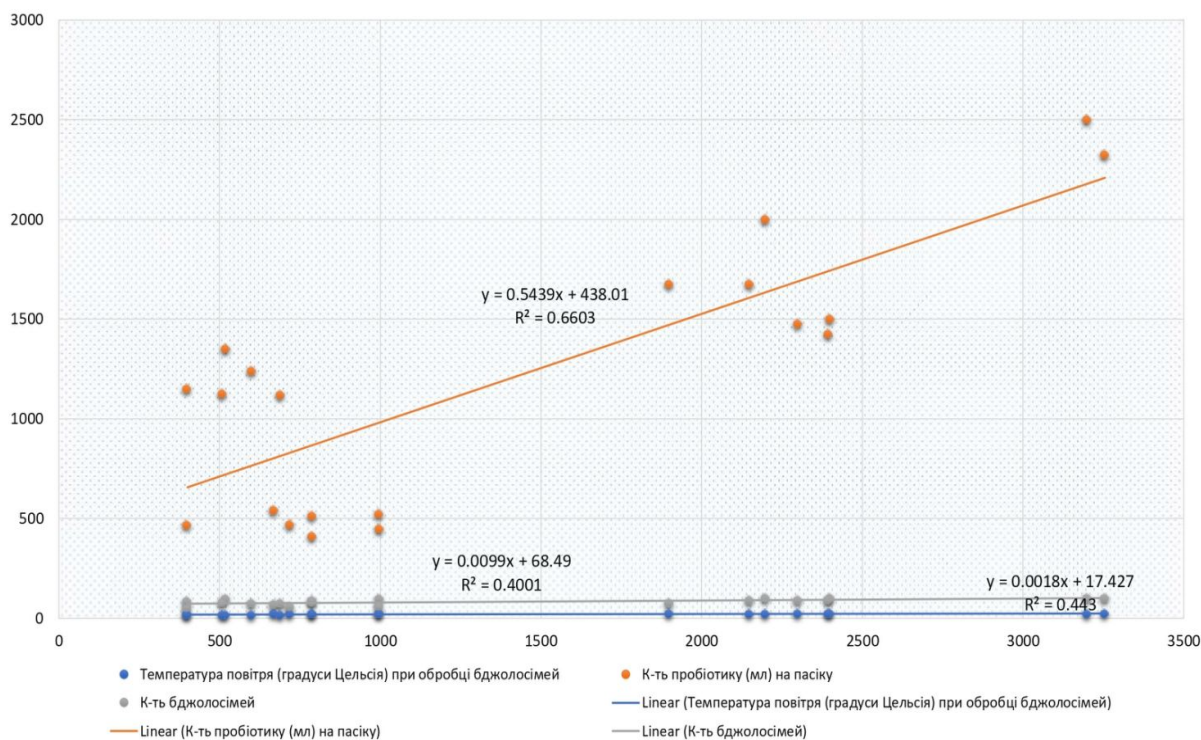


Рис. 1. Поле лінійних залежностей результативної ознаки (y) від факторних змінних ($x_i, i=1, 2, 3$).

залежності значень маси отриманого меду (y) від включених до моделі змінних ознак (x_1, x_2, x_3) і вказують наскільки спостереження пасічників співпадають зі створеною моделлю.

Маса меду (кг) з кожної пасіки змінюється (коефіцієнти регресії: $k_1=0,0018$; $k_2=0,5439$) за збільшення температури навколишнього середовища на один градус та за обробки бджолосімей підвищеною дозою Ентеронормін Йодіс + Se на 1 см^3 (не більше 25 см^3 на одну рамку). Виявили, що кількість бджолосімей меншою мірою впливає на продуктивність пасіки ($k_3=0,0099$), оскільки робота бджолосімей залежить від сили бджолиних колоній. Створені лінійні залежності допомагають уточнити механізми функціонування наявної системи і можуть бути використані як основа для обговорення її сильних і слабких сторін.

Обговорення. Такі сукупності процесів агропромислового комплексу використовують під час проектування вимог для виведення єдиної системи господарювання, що стосується і галузі бджільництва. Розробляють моделі як наявної системи, так і нової системи факторів [14, 15]. Це також підтверджує створена нами модель множинного кореляційно-регресійного аналізу факторів у вигляді залежності: $y = -4071,56 + 216,74x_1 + 1,12x_2 - 1,84x_3$. Коефіцієнти регресії визначають варіацію значення маси меду, отриманого на пасіці із соняшнику, за зміни кожної факторної ознаки на одиницю при фіксованих показниках інших ознак, включених у рівняння. Зокрема підвищення температури на 1°C збільшує масу меду на $216,74 \text{ кг}$ на кожній пасіці, а підвищення концентрації Ентеронормін Йодіс + Se на 1 см^3 з розрахунку на одну рамку, збільшує приніс нектару на $1,12 \text{ кг}$ на одну бджолину сім'ю. Коефіцієнт множинної детермінації ($R^2 = 0,954163$) регламентує наявність тісного зв'язку у створеній моделі (досліджені фактори на 95% визначають продуктивність пасіки). Зокрема, аналітичне поєднання та порівняння динамічних змінних факторів у лінійній та множинній кореляційно-регресійних моделях дозволяє встановити залежність продуктивності пасік від температурних, лікувально-профілактичних та кількісних значень.

Такі моделі можуть бути використані під час розробки схем організаційно-господарських та терапевтичних обробок бджолосімей для забезпечення ветеринарно-санітарного благополуччя пасіки, з різними епізоотичними показниками [15–17]. Перевага описаних моделей – універсальність, аналіз процесів у різних галузях та створення алгоритму рішень експериментальних та теоретичних задач [18].

Висновки. 1. Застосування статистичних та економетричних методів, які інтерпретують реальну систему у вигляді лінійного та множинного кореляційно-регресійного аналізу, є здійсненим у галузі бджільництва, а його результати корелюють з практичними даними.

2. Створені кореляційно-регресійні моделі розкривають прямо пропорційну залежність між температурою навколишнього середовища та концентрацією Ентеронормін Йодіс + Se, які впливають на продуктивність пасіки.

Перспективним є розробка нового програмного забезпечення для здійснення реального прогнозування розвитку пасіки та аналізу ветеринарно-санітарних обробок бджолосімей.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Temporal analysis of the honey bee microbiome reveals four novel viruses and seasonal prevalence of known viruses, Nosema, and Crithidia/ C.E. Runckel et al. PLoS One. 2011. Vol. 6. Doi:10.1371/journal.pone.0020656.
2. Evans J.D., Schwarz R.S. Bees brought to their knees: microbes affecting honey bee health. Trends in Microbiology. 2011. Vol. 19. P. 614–620. Doi:10.1016/j.tim.2011.09.003 PMID: 22032828.
3. Pathogen webs in collapsing honey bee colonies/ R.S. Cornman et al. PLoS One. 2012. Vol. 7 (8). Doi:10.1371/journal.pone.0043562.
4. Comprehensive Bee Pathogen Screening in Belgium Reveals Crithidia mellificae as a New Contributory Factor to Winter Mortality/J. Ravoet et al. PLoS One. 2013. Vol. 8. Doi:10.1371/journal.pone.0072443.
5. A national survey of managed honey bee 2013–2014 annual colony losses in the USA/ K.V. Lee et al. Apidologie, 2015. Vol. 46. P. 292–305.
6. Multiyear survey targeting disease incidence in US honey bees/ K. Traynor et al. Apidologie. 2016. Vol. 47. P. 325–347. Doi:10.1007/s13592-016-0431-0
7. A national survey of managed honey bee 2014–2015 annual colony losses in the USA/ N.P. Seitz et al. Journal of Apicultural Research. 2016. Vol. 54. P. 292–304.
8. Маннапова Р.А., Хоружий Л.И., Залилова З.А. Корреляционно-регрессионные модели в пчеловодстве. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2012. Вып. 7. С. 137–138. URL:https://applied-research.ru/ru/article/view?id=2795.
9. Бродський Ю. Б., Николок О. М. Економетрика: методичні рекомендації. Житомир: ЖНАЕУ, 2016. 128 с.
10. Sahu P.K. Statistical Inference. In: Applied Statistics for Agriculture, Veterinary, Fishery, Dairy and Allied Fields. Springer, India: New Delhi. 2016. P. 133–194. Doi:10.1007/978-81-322-2831-8_6.
11. Kumari K., Yadav S. Linear regression analysis study. Journal of the Practice of Cardiovascular Sciences. 2018. Vol. 4 (1). P. 33–36. Doi:10.4103/jpcs.jpcs_8_18.
12. Petrie A., Watson P. Statistics for veterinary and animal science. John Wiley & Sons, 2013. 408 p.
13. Honey bee (Apis mellifera) colony health and pathogen composition in migratory beekeeping operations involved in California almond pollination/ W. Glenn et al. PLoS One. 2017. Vol. 12 (8). Doi:10.1371/journal.pone.0182814.
14. Saleem A., Dandigi M. N., Kumar K. V. Correlation-regression model for physico-chemical quality of groundwater in the South Indian city of Gulbarga. African Journal of Environmental Science and Technology. 2012. Vol.

6 (9). P. 353–364. Doi:10.5897/AJEST12.047.

15. Sari F., Ceylan, D.A. Site suitability analysis for beekeeping via analytical hierarchy process, Konya Example. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2017. Vol. 4. P. 345–350.

16. Zhang S., Lin T. Correlation, regression and path analysis between yield traits and yield of Yong you No. 9. Agricultural Science & Technology-Hunan. 2011. Vol. 12(4). P. 517–519.

17. Tretrapetch N., Jamjumrus T., Chantanasombat W. Factors Affecting the Success of Thai Beekeepers in Beekeeping. 2021. Vol. 1 (12). 174 p.

18. Verma J. P. Correlation and Regression Techniques. In Statistics and Research Methods in Psychology with Excel. Springer, Singapore. 2019. P. 237–289. Doi:10.1007/978-981-13-3429-0_7.

19. Prevalence and seasonal variations of six bee viruses in *Apis mellifera* L. and *Varroa destructor* mite populations in France/ D. Tentcheva et al. Applied and Environmental Microbiology. 2004. Vol. 70. P. 7185–7191. Doi:10.1128/AEM.70.12.7185-7191.2004.

20. Abejew T. A., Zeleke Z. M. Study on the beekeeping situation, the level of beekeepers knowledge concerning local honeybee subspecies, their productive characteristics, and behavior in Eastern Amhara Region, Ethiopia. 2017. Doi:10.1155/2017/6354250.

REFERENCES

1. Runckel, C.E., Flenniken, M.L., Engel, J.C., Ruby, J.G., Ganem, D., Andino, R., DeRisi, J.L. (2011). Temporal analysis of the honey bee microbiome reveals four novel viruses and seasonal prevalence of known viruses, Nosema, and Crithidia. PLoS One. Vol. 6. Doi:10.1371/journal.pone.0020656.

2. Evans, J.D., Schwarz, R.S. (2011). Bees brought to their knees: microbes affecting honey bee health. Trends in Microbiology. Vol. 19, pp. 614–620. Doi:10.1016/j.tim.2011.09.003 PMID: 22032828.

3. Cornman, R.S., Tapy, D.R., Chen, Y., Jeffreys, L., Lopez, D., Pettis, J.S., Evans, J.D. (2012). Pathogen webs in collapsing honey bee colonies. PLoS One. Vol. 7 (8). Doi:10.1371/journal.pone.0043562.

4. Ravoet, J., Maharramov, J., Meeus, I., De Smet, L., Wenseleers, T., Smagghe, G., de Graaf, D.C. (2013). Comprehensive Bee Pathogen Screening in Belgium Reveals Crithidia mellificae as a New Contributory Factor to Winter Mortality. PLoS One. Vol. 8. Doi:10.1371/journal.pone.0072443.

5. Lee, K.V., Steinhauer, N., Rennich, K., Wilson, R., Tapy, D.R., Caron, D.M., Rose, R., Delaplane, K.S., Baylis, K., Lengerich, E.J., Pettis, J., Skinner, J.A., Wilkes, J.T., Sagili, R., van Engelsdorp, D. (2015). A national survey of managed honey bee 2013–2014 annual colony losses in the USA. Apidologie. Vol. 46, pp. 292–305.

6. Traynor, K., Rennich, K., Forsgren, E., Rose, R., Pettis, J., Kunkel, G., Madella, S., Evans, J., Lopez, D., Engelsdorp, D. (2016). Multiyear survey targeting disease incidence in US honey bees. Apidologie. Vol. 47, pp. 325–347. Doi:10.1007/s13592-016-0431-0

7. Seitz, N.P., Traynor, K.S., Steinhauer, N.V., Rennich, K.E., Wilson, M.E., Ellis, J.D., Rose, R.L., Tapy, D.R., Sagili, R.R., Caron, D.M., Delaplane, K.S., Rangel, J.K., Lee, K.M., Baylis, K.T., Wilkes, J.T., Skinner, J.A., Pettis, J.S., Engelsdorp, D.S. (2016). A national survey of managed honey bee 2014–2015 annual colony losses in the USA. Journal of Apicultural Research. Vol. 54, pp. 292–304.

8. Mannapova, R.A., Khoruzhy, L.Y., Zalilova, Z.A. (2012). Korrelyatsiyno-rehresiyini modeli v pchelovodstve

[Correlation-regression models in beekeeping]. Mizhnarodnyy zhurnal prykladnykh ta fundamental'nykh doslidzhen' [International Journal of Applied and Basic Research]. Vol. 7. pp. 137–138. Available at:https://applied-research.ru/ru/article/view?id=2795.

9. Brods'ky, Yu.B., Nykolyuk, O.M. (2016). Ekonometryka: metodychni rekomendatsiyi [Econometrics: guidelines]. Zhytomyr: ZhNAEU, 128 p.

10. Sahu, P.K. (2016) Statistical Inference. In: Applied Statistics for Agriculture, Veterinary, Fishery, Dairy and Allied Fields. Springer. India: New Delhi. pp.133–194. Doi:10.1007/978-81-322-2831-8_6.

11. Kumari, K., Yadav, S. (2018). Linear regression analysis study. Journal of the Practice of Cardiovascular Sciences. Vol. 4 (1), pp. 33–36. Doi:10.4103/jpcs.jpcs_8_18.

12. Petrie, A., Watson, P. (2013). Statistics for veterinary and animal science. John Wiley & Sons. 408 p.

13. Glenney, W., Cavigli, I., Daughenbaugh, K. F., Radford, R., Kegley, S. E., Flenniken, M. L. (2017). Honey bee (*Apis mellifera*) colony health and pathogen composition in migratory beekeeping operations involved in California almond pollination. PLoS One. Vol. 12 (8). Doi:10.1371/journal.pone.0182814.

14. Saleem, A., Dandigi, M. N., Kumar, K. V. (2012). Correlation-regression model for physico-chemical quality of groundwater in the South Indian city of Gulbarga. African Journal of Environmental Science and Technology. Vol. 6 (9), pp. 353–364. Doi:10.5897/AJEST12.047.

15. Sari, F., Ceylan, D.A. (2017). Site suitability analysis for beekeeping via analytical hierarchy process, Konya Example. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. 4, pp. 345–350.

16. Zhang, S., Lin, T. (2011). Correlation, regression and path analysis between yield traits and yield of Yongyou No. 9. Agricultural Science & Technology-Hunan. Vol. 12 (4), pp. 517–519.

17. Tretrapetch, N., Jamjumrus, T., Chantanasombat, W. (2021). Factors Affecting the Success of Thai Beekeepers in Beekeeping. Vol. 1 (12), 174 p.

18. Verma, J. P. (2019). Correlation and Regression Techniques. In Statistics and Research Methods in Psychology with Excel. Springer, Singapore. pp. 237–289. Doi:10.1007/978-981-13-3429-0_7.

19. Tentcheva, D., Gauthier, L., Zappulla, N., Dainat, B., Cousserans, F., Colin, M., Bergoin, M. (2004). Prevalence and seasonal variations of six bee viruses in *Apis mellifera* L. and *Varroa destructor* mite populations in France. Applied and Environmental Microbiology. Vol. 70, pp. 7185–7191. Doi:10.1128/AEM.70.12.7185-7191.2004.

20. Abejew, T. A., Zeleke, Z. M. (2017). Study on the beekeeping situation, the level of beekeepers knowledge concerning local honeybee subspecies, their productive characteristics, and behavior in eastern amhara region, ethiopia. Doi:10.1155/2017/6354250.

Перспективы создания и применения парных и множественных корреляционно-регрессионных моделей для ветеринарного обеспечения пчеловодства

Галатюк А. Е., Лахман А. Р., Романишина Т. А., Бегаз В. И.

В животноводстве, в частности и пчеловодстве, существует значительное количество независимых консультационных услуг, которые позволяют анализировать производительность отрасли в зависимости от состояния мониторинга болезней и проведения профилактических мероприятий по поддержанию надлежащего здоровья пчелиных семей. Для предоставления экспертных кон-

сультаций эти услуги всегда должны быть обеспечены качественными данными и точным статистическим анализом. Именно статистический анализ может предоставить четкие указания по интерпретации результатов, и указать направления совершенствования профилактики болезней. На сегодня существуют проблемы связанные с улучшением мер защиты от инфекционных заболеваний у пчел, так как различные причины, обусловленные природными и антропогенными факторами, оказывают поливекторное влияние на экономические показатели пчеловодства. Поэтому экспериментальное применение различных видов корреляционно-регрессионного анализа в этой отрасли путем построения парных и многофакторных зависимостей и их статистическая интерпретация определили цель работы. Исследуемая корреляционно-регрессионная модель содержит четыре совокупности признаков: результативную переменную (y) – количество меда, полученного из 20 различных пасек за один сезон и факторные переменные: x_1 – температура воздуха на пасеках; x_2 – количество пробиотика Энтеронормин Йодис + Se для стимуляции иммунной системы, как один из методов профилактики; x_3 – количество пчелосемей на каждой пасеке. Получены линейные пропорциональные зависимости производительности пасек от включенных в модель регрессии факторов. По результатам корреляционно-регрессионного анализа, парные коэффициенты корреляции показали, что связь между температурой воздуха на пасеке и количеством произведенного меда – средняя ($r_1 = 0,666$), связь между количеством внесенного пробиотика на одну рамку и количеством произведенного меда – тесная ($r_2 = 0,813$), связь между количеством пчелосемей и количеством произведенного меда – средняя ($r_3 = 0,633$). Коэффициенты регрессии показывают как варьирует количество меда, полученного на пасеке, при изменении каждого факторного признака на единицу при фиксированных показателях других признаков, включенных в уравнение. Так, повышение температуры на 1°C увеличивает массу меда на 216 кг на каждой пасеке, а повышение концентрации Энтеронормин Йодис + Se на 1 см^3 , в расчете на одну рамку, увеличивает принос нектара на 1,12 кг для одной пчелиной семьи. Коэффициент множественной детерминации ($R_2 = 0,954163$) регламентирует наличие тесной связи в созданной модели (исследованы факторы на 95 % определяют производительность пасеки). Поэтому моделирование в виде линейного и множественного корреляционно-регрессионного анализа является осуществимым в области пчеловодства.

Ключевые слова: пчеловодство, моделирование, системный анализ, факторные и результативные признаки.

Prospects for the creation and use of paired and multiple correlation and regression models in beekeeping

Galatiuk O., Lakhman A., Romanishina T., Behas V.

In animal husbandry, including beekeeping, there are a growing number of independent consultancy services to analyse the performance of the industry in relation to disease monitoring status and preventive measures to maintain proper bee family health. In order to provide expert advice, these services must always be backed up by quality data and accurate statistical analysis. It would give clear instructions on how to interpret the results obtained when processing them, and show directions for improving disease prevention. Currently, there are problems related to improving the control of infectious diseases in bees, as various natural and anthropogenic factors have a multidirectional effect on the economic performance of beekeeping. There are also concerns about the control of infectious animal and insect diseases, which is a multifaceted series of causes due to natural and anthropogenic factors that have a polyvector effect on the economic performance of beekeeping. Therefore, the experimental application of different types of correlation and regression analysis in this industry by constructing pairwise and multivariate dependencies and their statistical interpretation was the aim of the paper. The correlation and regression model under study contains four sets of characteristics: result variable (y) - the amount of honey from 20 different apiaries in one season and factor variables: x_1 - air temperature in the apiaries; x_2 - amount of probiotic "Enteronormin Iodis + Se" to stimulate the immune system as one of the preventive methods; x_3 - number of beehives in each apiary. Linear proportional relationships between apiary productivity and the factors included in the regression model are obtained. According to the results of the correlation-regression analysis, paired correlation coefficients showed that the relationship between air temperature in the apiary and produced honey is medium connection ($r_1 = 0,666$), the relationship between the amount of probiotic applied per frame and produced honey is tight (close) connection ($r_2 = 0,813$), the relationship between the number of beehives and produced honey is medium connection ($r_3 = 0,633$). The regression coefficients show how the amount of honey produced in an apiary changes when each factor changes by one, with the other factors in the equation fixed. So, raising the temperature by 1°C increases the honey production by 216 kg in each apiary, while increasing the concentration of "Enteronormin Iodis + Se" by 1 cm^3 per beehive frame increases the nectar production by 1,12 kg for one hive. The coefficient of multiple determination ($R_2 = 0,954163$) identifies a close relationship in the model created (95% of the factors investigated determine apiary performance). Therefore, modelling in the form of linear and multiple correlation and regression analysis is feasible in beekeeping.

Key words: beekeeping, modeling, system analysis, factor and result characteristics.



Copyright: Галатюк О.Є. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Галатюк О.Є.

Лакман А.Р.

Романишина Т.О.

Берас В.Л.

<https://orcid.org/0000-0002-9720-0660>

<https://orcid.org/0000-0002-3171-9734>

<https://orcid.org/0000-0003-3483-2887>

<https://orcid.org/0000-0002-1853-4700>