

# Огляд особливостей соціального навчання представників роду *Corvus*

## Overview of the Peculiarities of Social Learning of Representatives of the Genus *Corvus*

Оксана Пальчик<sup>1</sup>

Oksana Palchuk

<sup>1</sup> *Kharkiv Humanitarian-Pedagogical Academy*

7 Rustaveli Lane, Kharkiv, 61050, Ukraine

DOI: [10.22178/pos.89-26](https://doi.org/10.22178/pos.89-26)

LCC Subject Category:  
QH301-705.5

Received 28.12.2022  
Accepted 29.01.2023  
Published online 31.01.2023

Corresponding Author:  
[oksanapalchik@ukr.net](mailto:oksanapalchik@ukr.net)

© 2023 The Author. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License 

**Анотація.** В даній статті навчання розглядається як одна з форм нормального функціонування соціальної групи. Проведено аналіз та узагальнення сучасних літературних публікацій стосовно особливостей соціального навчання представників роду *Corvus*.

В ході аналізу сучасної наукової літератури встановлено, що соціальний досвід у ранньому віці суттєво впливає на розвиток моделей соціальної взаємодії, на які крім батьків впливає взаємозв'язок з однолітками. Серед однолітків саме брати і сестри мають високий ступінь толерантності та соціально-позитивної поведінки. Вплив соціального контексту залежить також від поєднання птахів за статтю «самець-самець» та «самець-самка». Соціальна коаліція «самка-самка» рідкісне явище серед воронових, але є докази такої взаємодії, тому його можна виділити як перспективний напрямок досліджень. Більшість проаналізованих джерел свідчать про те, що родинні зв'язки підвищують продуктивність воронів щодо соціального навчання як в родинних так і в міжродинних групах.

Підкреслено, що соціально-когнітивна поведінка представників роду *Corvus* обумовлена існуванням нейронних механізмів пам'яті. Нейронні мережі можуть брати участь в інтеграції індивідуальної дискримінації та контролю соціальної поведінки в домінуванні на основі пам'яті у воронових. Стать і агресивність є визначальними як індивідуальні характеристики для формування домінування. Домінування пояснює індивідуальні відмінності у реакціях на тривогу, які мають соціальний контекст.

Соціальне навчання деяких представників роду *Corvus* яскраво виражена у здатності підтримувати культурні варіації вокалізації всередині популяції та виготовленні інструментів для добування їжі. Зроблено припущення, що основні моделі дій для використання інструментів можуть мати своє еволюційне походження в запасанні їжі (кешуванні). Індивідуальне навчання методом проб і помилок розглядається як складова соціального навчання всередині родинних груп та між групами.

**Ключові слова:** соціальне навчання; соціальна поведінка; родинні зв'язки; пам'ять; домінування; інструменти; вокалізація.

**Abstract.** This article considers learning as one of the forms of the normal functioning of a social group. The article analyses and summarises modern literary publications on the peculiarities of social learning of representatives of the genus *Corvus*.

In the course of the analysis of modern scientific literature, it is found that social experience at an early age significantly affects the development of models of social interaction, which, in addition to parents, are influenced by the relationship with peers. Among peers, siblings have a high tolerance and socially positive behaviour. The influence of the social context also depends on the combination of male-male and

male-female sexes. The female-female social coalition is a rare phenomenon among ravens, but there is evidence of such interaction, so that it can be identified as a promising area of research. Most of the analysed sources indicate that kinship ties increase the productivity of crows in terms of social learning in kin and interfamilial groups.

It is emphasised that the social and cognitive behaviour of representatives of the genus *Corvus* is due to the existence of neural memory mechanisms. Neural networks may integrate individual discrimination and control of social behaviour in memory-based dominance in ravens. Sex and aggressiveness are crucial as personal characteristics for dominance formation. Distinction explains individual differences in anxiety responses that have a social context.

The social learning of some members of the genus *Corvus* is clearly expressed in the ability to maintain cultural variations in vocalisation within the population and manufacturing tools for food production. The basic models of actions for using tools may have their evolutionary origin in food storage (caching). Individual learning by trial and error is considered a social learning component within kinship and between groups.

**Keywords:** social learning; social behavior; kinship; memory; dominance; tools; vocalisation.

## ВСТУП

У більшості тварин поведінка пов'язана з навчанням. Севериновська О. В. зі співавторами розглядає навчання як адаптивну зміну індивідуальної поведінки у результаті попереднього досвіду, відмічаючи, що навчання є модифікацією поведінки, яка виникає у результаті індивідуального досвіду особини, а не є наслідком зростання, дозрівання, старіння організму або наслідком стомлення. У результаті навчання в поведінці тварин відбуваються суттєві зміни, які зберігаються назавжди, хоча вивчена поведінка може згаснути або гальмуватися, але тварина ніколи не повернеться до свого колишнього стану [19].

Питання про навчання, залежно від бажаного акценту, можна розглядати у різних контекстах: у чисто описовому плані, як критичний аспект розвитку, як механізм регуляції поведінки, як продукт еволюційної історії або як адаптацію. В даній статті навчання розглядається як одна з форм нормального функціонування соціальних груп, на прикладі птахів родини *Corvidae*.

*Мета статті* – аналіз та узагальнення сучасних зарубіжних літературних публікацій стосовно особливостей соціального навчання представників роду *Corvus*.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В статті аналізуються особливості соціального навчання таких представників

роду *Corvus* як крук або ворон *Corvus corax* (Linnaeus, 1758), якому присвячена найбільша частина дослідницьких робіт по соціальному навчання, ворона великодзьоба *Corvus macrorhynchos* (Wagler, 1827), гавайська ворона *Corvus hawaiiensis* (Peale, 1848), ворона новокаледонська *Corvus moneduloides* (Lesson, 1831), ворона чорна *Corvus corone* (Linnaeus, 1758), грач *Corvus frugilegus* (Linnaeus, 1758).

Представники роду *Corvus* це моногамні види, відомі своїми особливими соціально-когнітивними навичками та складними соціальними відносинами. В останні роки велика кількість досліджень стосувалась ранніх етапів розвитку цих птахів, а саме від народження, вильоту з гнізда і до початку періоду розмноження. Саме в цей період птахи живуть у родинних групах, в яких соціальні відносини мають особливе значення.

Соціальне навчання полегшує прийняття обґрунтованих рішень щодо пошуку їжі, парування та тактики боротьби з хижаками серед тварин [17].

Спостереження за пташенятами *C. corax* в період вильоту з гнізда дозволив встановити утворення і міцність соціальних зв'язків між членами родинних груп. Доведено, що між братами і сестрами, партнерами, які зустрічалися в ранньому віці, між різностатевими партнерами та партнерами чоловічої статі формуються соціальні зв'язки однакової сили. З'ясовано, що ворони, позбавлені батьків-

ського піклування, порівняно з птахами, вихованими батьками, показали зв'язаність з більшою кількістю членів соціальної групи, але ці зв'язки виявились менш міцними. Це доводить, що соціальний досвід у ранньому віці суттєво впливає на розвиток моделей соціальної взаємодії. Позбавлення батьківського піклування та присутність однолітків в період навчання пташенят літати, максимізує схильність воронів взаємодіяти всередині соціальної групи, вказуючи на те, що окрім батьків, взаємодія з однолітками має суттєве значення [4].

Дослідження розвитку домінування та афіліативних відносин серед воронів *C. corax*, вихованих у неволі, дозволило встановити, що брати і сестри мають більший ступінь толерантності та більшу соціально-позитивну поведінку. Втручання в чужі конфлікти характеризується переважною підтримкою родичів та близьких соціальних партнерів. Ці результати показують, що ворони формують стабільні стосунки вже на першому році життя [12].

У дослідженнях, в яких експериментально маніпулювали виводком 13 сімей воронів *C. corax*, створювали малі або великі родини, птахів першого року життя відокремлювали від батьків і тимчасово поміщали в одну з двох невеликих груп. Після п'яти тижнів експерименту кожен ворон був окремо протестований у трьох соціальних категоріях: рідні брати і сестри, знайомі неспоріднені ворони та незнайомі неспоріднені ворони з іншого вольєру. Тестування виявило збереження родинних зв'язків в першій групі та високого впізнавання у другій. Було встановлено, що птахи, які виховувалися в невеликих сім'ях, були більш уважними, ніж птахи з великих сімей, зокрема, до знайомих неспоріднених однолітків. Ці результати підтверджують важливість взаємодії з однолітками в середині соціальної групи [7].

Цікавими виявляються дослідження впливу соціальних відносин на соціальну фасилітацію під час підходу до нових об'єктів. Було протестовано реакцію 11 воронів *C. corax*, вихованих у вольєрах без батьківського піклування, на нові об'єкти окремо у віці трьох і шести місяців і в діадичних комбінаціях у віці шести місяців. Птахи приєднувалися до братів і сестер швидше, щоб наблизитися до нових об'єктів, ніж до інших. Вони також прово-

дили більше часу, сидячи поруч із братами та сестрами. У діадах самець-самець, підлеглі особини наближалися до нових об'єктів значно швидше, ніж домінантні птахи. Навпаки, домінантні самці були першими, хто наближався до нових об'єктів у змішаних статевих комбінаціях. Отже, вплив соціального контексту залежить від соціальних стосунків із однолітками та від поєднання птахів за статтю [22].

В ході дослідження афілійованих відносин між родичами *C. corax* було доведено, що родинні зв'язки підвищують продуктивність воронів щодо соціального навчання. Спостереження за соціальною динамікою в групі молодих воронів показали, що брати і сестри проводили значно більше часу в безпосередній близькості один від одного, ніж з неспорідненими особинами. Експеримент на посилення стимулу в діадах модель-спостерігач, дозволив констатувати, що спостерігачі з діад братів і сестер обробляли цільовий об'єкт протягом значно довшого періоду часу порівняно з іншими доступними об'єктами. Крім того, брати й сестри відповідали рішенням моделі ховати або не ховати об'єкти значно частіше, ніж інші. Отже, результати підтверджують, що партнерські стосунки між індивідами як в родинних так і міжродинних групах впливають на передачу інформації та можуть призвести до спрямованого соціального навчання [18].

Відомо, що *C. corax* є неофобним видом. У наукових працях ряду авторів стверджується, що неофобія може стримувати пошукову поведінку, навчання та інновації, тоді як соціальний контекст може його посилювати. Ворони *C. corax*, *C. corone* є зручними об'єктами для вивчення впливу соціального контексту, оскільки вони є дуже неофобними тваринами, які вербують конспецифів для пошуку їжі. В ході дослідження було встановлено, що поодинокі птахи швидше наближалися до нових об'єктів, ніж під час тестування з однолітками. Але вони проводили більше часу поряд з новим об'єктом в соціальних умовах (діадичних і групових), ніж коли були наодинці [6; 21].

Додаткове підтвердження значущості соціальної складової в популяціях воронових можна знайти в експерименті, в ході якого проводились дослідження взаємозалежності між поведінковим фенотипом і реакцією на соці-

альний контекст під час появи нового об'єкта. Було визначено особин як «швидких» і «повільних» дослідників на основі їх затримки наближення до нових об'єктів під час індивідуального тестування. Було з'ясовано, що наявність конспецифіків затримувала наближення швидких птахів до нових об'єктів. Повільні птахи, навпаки, наближались до нових об'єктів скоріше та проводили більше часу поряд з ними, коли були в діаді зі швидкими братами та сестрами, ніж коли були поодиночі [20]. Автори дослідження здатності до навчання та поведінкової гнучкості ворон *C. corone*, також наголошують на необхідності враховувати поведінкові фенотипи особин одного виду під час дослідження когнітивних навичок [24].

Варто відмітити спостереження за пташенятами великодзьобої ворони *C. macrorhynchos*. Спостерігали формування позитивних контактів між пташенятами з різних сімей під час гри. В даній науковій роботі стверджується, що така особливість поведінки пташенят відіграє важливу роль у включенні молоді в соціальну структуру популяції [15].

Граки *C. frugilegus* живуть у добре інтегрованому соціальному суспільстві, виходячи далеко за межі унікального моногамного парного зв'язку. Граки переважно взаємодіють з парними родичами і з особинами, пов'язаними з їх соціальним партнером (тобто «друзі друзів» або тріадичне замикання) [5].

Результати дослідження [16] не підтвердили прямого зв'язку між віком і здібностями до соціального навчання ворон. Проте встановили, що фактори життєвого циклу, опосередковано пов'язані з віком (вік першого розмноження та система розселення), впливають на схильність до соціального навчання. Ними встановлено, що успішність соціального навчання корелює з факторами, пов'язаними з самим експериментом (тварини, вирощені в неволі чи дикі; тип завдання, що використовується для оцінки соціального навчання).

Узагальнення результатів наукових дослідження, які були нами проаналізовані, доцільно представити у вигляді схеми (рисунок 1), яка демонструє особливості соціальної взаємодії особин в родинних групах воронів дикого типу та вирощених в неволі.

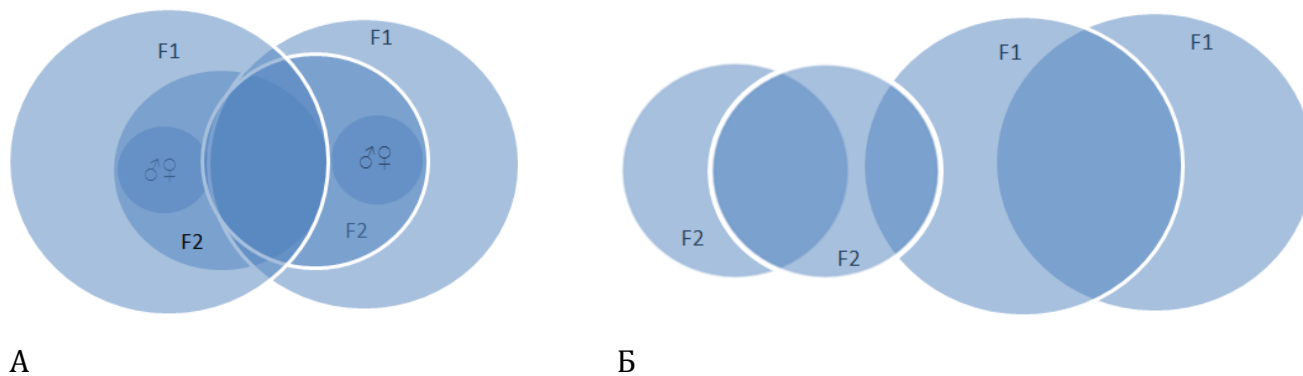


Рисунок 1 – Моделі соціальної взаємодії:

А – родинні групи з батьківським піклуванням (міцні родинні зв'язки); Б – родинні групи птахів, вирощених в неволі (соціальні зв'язки нестійкі)

В жодному з джерел, які аналізувались вище, не було виявлено соціальної взаємодії «самка-самка».

Але в науковій праці [9] описано коаліційну агресивну поведінку в групі самок, що складається з вербування, скоординованої погоні та нападу. Самка найвищого соціального рангу кілька разів підтримувала зв'язок із другою за домінантністю самкою, щоб брати участь у скоординованій погоні та нападі на

ворону нижчого рангу. Незважаючи на активне втручання третьої за рангом особини, напад зрештою призвів до смерті жертви. Усі особини не належали до спільної родинної групи та були жіночої статі. Було зроблено припущення, що коаліція самок може відображати стратегію домінуючого індивіда для забезпечення довгострокових соціальних вигод. Загалом дослідження надає докази того, що представники сімейства воронових беруть участь у скоординованих альянсах,

спрямованих проти однорідних, як можливий спосіб маніпулювання своїм соціальним середовищем.

Отже, соціальний досвід у ранньому віці суттєво впливає на розвиток моделей соціальної взаємодії. Вплив соціального контексту залежить від соціальних стосунків із однолітками та від поєднання птахів за статтю «самець-самець» та «самець-самка». Соціальна коаліція «самка-самка» рідкісне явище серед вороних, але наявні докази такої взаємодії, дозволяють виділити його як перспективний напрямок подальших досліджень.

Соціально-когнітивна поведінка тварин передбачає існування нейронних механізмів інтеграції, а саме соціалізації та індивідуальної дискримінації, яка характерна для представників родини Corvidae. Ворони *C. macrorhynchos* це соціальні птахи, які формують стабільні відносини домінування, засновані на пам'яті про результат перших зустрічей та на індивідуальній дискримінації. З'ясування нейронних механізмів домінування пам'яті у *C. macrorhynchos* довело локалізацію нейронних корелятивів агресивної та підкореної поведінки, а також корелятивів з фактором знайомства в лімбічному субпалліумі, а кореляти соціальної поведінки – в паліумі та гіпокампі. Враховуючи анатомічний зв'язок і моделі нейронної реакції фокальних ядер, нейронні мережі, що з'єднують палліум і лімбічний субпалліум через гіпокамп, можуть брати участь в інтеграції індивідуальної дискримінації та контролю соціальної поведінки в домінуванні на основі пам'яті у вороних [14].

Досліджуючи домінування в популяції *C. macrorhynchos* виявилось, що стать і агресивність були визначальними як індивідуальні характеристики для формування домінування. Самці домінують над самками, а більш агресивні особини – над менш агресивними. Агресивні взаємодії в діадах відбуваються в основному під час першої зустрічі та різко зменшуються під час наступних зустрічей. Ці результати свідчать про те, що для вороних характерна лінійна форма домінування, яка визначається статтю та агресивністю, яка підтримується зовнішньо спогадами про минулі результати, пов'язані з конкретними особами, що передбачає індивідуальне запам'ятовування [10].

Унікальні властивості пам'яті представників вороних виявлені під час кільцювання птахів. Дикі американські ворони видавали сигнали тривоги особам із спеціальною маскою протягом 2,7 років після того, як ті люди спіймали та закільцювали їх.

В іншому дослідженні з *C. corax* експериментатори носили два типи масок, проходячи повз два вольєри з воронами. У чотирьох тренувальних випробуваннях «небезпечну» маску демонстрували з мертвим круком, тоді як «нейтральну» маску демонстрували з порожніми руками. Між кожним навчальним випробуванням і в усіх наступних випробуваннях демонстрували обидва типи масок без мертвих ворон. Ворони швидко навчалися (часто на основі першого випробування), і деякі особини протягом наступних 4 років відрізняли небезпечну маску від нейтральної. Незважаючи на однакову кількість і якість впливу небезпечної маски, були виявлені яскраво виражені індивідуальні відмінності у сигналах тривоги, які були досить послідовними в тестових випробуваннях у соціально стабільних ситуаціях. Встановлено, що домінування, а не стать, пояснює індивідуальні відмінності у реакціях на тривогу. Зміни в інтенсивності сигналу тривоги корелювали зі змінами в складі групи та формуванні пар, що ще більше підкреслює соціальний контекст сигналів тривоги воронів [3].

Дослідження здатності до соціального навчання островних популяцій новокаледонської ворони *C. moneduloides* показали, що цей вид демонструє значні великомасштабні варіації вокалізації. Це є переконливим доказом існування у цих птахів соціального навчання вокалізації. Цей вид демонструє достатні механізми соціального навчання та структурування всередині популяції, щоб генерувати та підтримувати культурні варіації вокалізації всередині популяції. Це може бути притаманно в інших формах поведінки, включаючи виготовлення та використання інструментів [2]. Інструмент – це виготовлений функціональний предмет. Використання знарядь можна визначити «використанням зовнішнього об'єкта як функціонального продовження дзьоба, кігтя, що розширює фізичний вплив тварини на досягнення мети».

Новокаледонські ворони *C. moneduloides* виробляють палиці, гачки та ступінчасті інструменти з листя панданусу. Вони

використовують їх, щоб витягнути жуків *Cerambycidae* (Latreille, 1802) з мертвої деревини дерева *Aleutirites moluccanus* (L.) Willd, 1805). Доведено, що ворони створюють інструменти з фізичних матеріалів саме для пошуку їжі [13].

Доведено, що гавайська ворона *C. hawaiiensis* також використовує інструменти. На жаль, гавайська ворона вимерла в дикій природі. Світова популяція підтримується у двох розплідниках у надії, що вони з часом зможуть повернутися в дикую природу [23].

З метою глибшого розуміння еволюції використання інструментів проводились дослідження щодо порівняння розвитку маніпуляцій з предметами у ворон *C. moneduloides* та звичайних круків *C. corax*, які не використовують інструменти регулярно. Виявлена вражаюча якісна подібність в онтогенезі орієнтованої на знаряддя праці поведінки новокаледонських ворон і поведінки, пов'язаної із запасанням їжі у ворон *C. corax*. Зроблено припущення, що основні моделі дій для використання знарядь новокаледонськими воронами можуть мати своє еволюційне походження в запасанні їжі (кешуванні) [11].

Зростаюча кількість спостережень та експериментальних даних демонструє, що різні види тварин здатні набувати форми поведінки використання інструментів за допомогою індивідуального навчання, причому соціальне навчання (не копіювання) регулює частоту форм поведінки всередині і, опосередковано, між групами [1]. Це підтверджують дослідження популяцій грачів *C. frugilegus* та новокаледонських ворон *C. Moneduloides*, в яких надано переконливі докази навчання методом проб і помилок під час виконання завдань з кількісною перевагою здійснених проб, тобто підкреслюється значущість індивідуального навчання [8].

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Bandini, E., & Tennie, C. (2020). Exploring the role of individual learning in animal tool-use. *PeerJ*, 8, e9877. doi: [10.7717/peerj.9877](https://doi.org/10.7717/peerj.9877)
2. Bluff, L. A., Kacelnik, A., & Rutz, C. (2010). Vocal culture in New Caledonian crows *Corvus moneduloides*. *Biological Journal of the Linnean Society*, 101(4), 767–776. doi: [10.1111/j.1095-8312.2010.01527.x](https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2010.01527.x)

## ВИСНОВКИ

Отже, в ході аналізу сучасних літературних джерел встановлено, що соціальний досвід у ранньому віці суттєво впливає на розвиток моделей соціальної взаємодії, на які крім батьків впливає взаємозв'язок з однолітками. Серед однолітків саме брати і сестри мають високий ступінь толерантності та соціально-позитивної поведінки. Вплив соціального контексту залежить також від поєднання птахів за статтю «самець-самець» та «самець-самка». Соціальна коаліція «самка-самка» рідкісне явище серед воронових, але є докази такої взаємодії, тому його можна виділити як перспективний напрямок досліджень. Більшість проаналізованих джерел свідчать про те, що родинні зв'язки підвищують продуктивність воронів щодо соціального навчання як в родинних так і в міжродинних групах.

Підкреслено, що соціально-когнітивна поведінка представників роду *Corvus* обумовлена існуванням нейронних механізмів пам'яті. Нейронні мережі можуть брати участь в інтеграції індивідуальної дискримінації та контролю соціальної поведінки в домінуванні на основі пам'яті у воронових. Статеві і агресивність є визначальними як індивідуальні характеристики для формування домінування. Домінування пояснює індивідуальні відмінності у реакціях на тривогу, які мають соціальний контекст.

Соціальне навчання деяких представників роду *Corvus* яскраво виражена у здатності підтримувати культурні варіації вокалізації всередині популяції та виготовленні інструментів з метою пошуку їжі. Зроблено припущення, що основні моделі дій для використання інструментів можуть мати своє еволюційне походження в запасанні їжі (кешуванні). Індивідуальне навчання методом проб і помилок розглядається як складова соціального навчання всередині родинних груп та між групами.

3. Blum, C. R., Fitch, W. T., & Bugnyar, T. (2020). Rapid Learning and Long-Term Memory for Dangerous Humans in Ravens (*Corvus corax*). *Frontiers in Psychology*, 11. doi: [10.3389/fpsyg.2020.581794](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.581794)
4. Boucherie, P. H., Blum, C., & Bugnyar, T. (2020). Effect of rearing style on the development of social behaviour in young ravens (*Corvus corax*). *Ethology*, 126(6), 595–609. doi: [10.1111/eth.13010](https://doi.org/10.1111/eth.13010)
5. Boucherie, P. H., Sosa, S., Pasquaretta, C., & Dufour, V. (2016). A longitudinal network analysis of social dynamics in rookscorvus frugilegus: repeated group modifications do not affect social network in captive rooks. *Current Zoology*, zow083. doi: [10.1093/cz/zow083](https://doi.org/10.1093/cz/zow083)
6. Federspiel, I. G., Schmitt, V., Schuster, R., Rockenbach, C., Braun, A., Loretto, M.-C., Michels, C., Fischer, J., Mussweiler, T., & Bugnyar, T. (2023). *Are You Better Than Me? Social Comparisons in Carrion Crows (Corvus corone)*. doi: [10.21203/rs.3.rs-2500378/v1](https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2500378/v1)
7. Gallego-Abenza, M., Boucherie, P. H., & Bugnyar, T. (2022). Early social environment affects attention to social cues in juvenile common ravens, *Corvus corax*. *Royal Society Open Science*, 9(6). doi: [10.1098/rsos.220132](https://doi.org/10.1098/rsos.220132)
8. Ghirlanda, S., & Lind, J. (2017). ‘Aesop's fable’ experiments demonstrate trial-and-error learning in birds, but no causal understanding. *Animal Behaviour*, 123, 239–247. doi: [10.1016/j.anbehav.2016.10.029](https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2016.10.029)
9. Holtmann, B., Buskas, J., Steele, M., Sokolovskis, K., & Wolf, J. B. W. (2019). Dominance relationships and coalitionary aggression against conspecifics in female carrion crows. *Scientific Reports*, 9(1). doi: [10.1038/s41598-019-52177-7](https://doi.org/10.1038/s41598-019-52177-7)
10. Izawa, E.-I., & Watanabe, S. (2008). Formation of linear dominance relationship in captive jungle crows (*Corvus macrorhynchos*): Implications for individual recognition. *Behavioural Processes*, 78(1), 44–52. doi: [10.1016/j.beproc.2007.12.010](https://doi.org/10.1016/j.beproc.2007.12.010)
11. Kenward, B., Schloegl, C., Rutz, C., Weir, A. A. S., Bugnyar, T., & Kacelnik, A. (2011). On the evolutionary and ontogenetic origins of tool-oriented behaviour in New Caledonian crows (*Corvus moneduloides*). *Biological Journal of the Linnean Society*, 102(4), 870–877. doi: [10.1111/j.1095-8312.2011.01613.x](https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2011.01613.x)
12. Loretto, M. C., Fraser, O. N., & Bugnyar, T. (2012). *Ontogeny of Social Relations and Coalition Formation in Common Ravens (Corvus corax)*. *International journal of comparative psychology*, 25(3), 180–194.
13. McCarthy, W. (2022). *Something to Crow About: Birds with Tools*. *Concept. Psychology*, 45.
14. Nishizawa, K., Izawa, E.-I., & Watanabe, S. (2011). Neural-activity mapping of memory-based dominance in the crow: neural networks integrating individual discrimination and social behaviour control. *Neuroscience*, 197, 307–319. doi: [10.1016/j.neuroscience.2011.09.001](https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2011.09.001)
15. Obozova, T. A., Smirnova, A. A., & Zorina, Z. A. (2018). Early Ontogeny of the Behavior of Young in Large-Billed Crows (*Corvus macrorhynchos*) in Their Natural Habitat. *Biology Bulletin*, 45(8), 794–802. doi: [10.1134/s1062359018080125](https://doi.org/10.1134/s1062359018080125)
16. Penndorf, J., & Aplin, L. (2020). Environmental and life history factors, but not age, influence social learning about food: a meta-analysis. *Animal Behaviour*, 167, 161–176. doi: [10.1016/j.anbehav.2020.07.001](https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2020.07.001)
17. Roy, T., & Bhat, A. (2017). Social learning in a maze? Contrasting individual performance among wild zebrafish when associated with trained and naïve conspecifics. *Behavioural Processes*, 144, 51–57. doi: [10.1016/j.beproc.2017.09.004](https://doi.org/10.1016/j.beproc.2017.09.004)
18. Schwab, C., Bugnyar, T., Schloegl, C., & Kotrschal, K. (2008). Enhanced social learning between siblings in common ravens, *Corvus corax*. *Animal Behaviour*, 75(2), 501–508. doi: [10.1016/j.anbehav.2007.06.006](https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2007.06.006)

19. Severynovska, O., Pakhomov, O., & Rybalchenko, V. (2010). *Etolohiia (osnovy povedinky tvaryn)* [Ethology (basics of animal behaviour)]. Dnipro: Vydavnytstvo dnipro-petrovskoho natsionalnoho universytetu (in Ukrainian).
20. Stöwe, M., & Kotrschal, K. (2007). Behavioural phenotypes may determine whether social context facilitates or delays novel object exploration in ravens (*Corvus corax*). *Journal of Ornithology*, 148(S2), 179–184. doi: [10.1007/s10336-007-0145-1](https://doi.org/10.1007/s10336-007-0145-1)
21. Stöwe, M., Bugnyar, T., Heinrich, B., & Kotrschal, K. (2006). Effects of Group Size on Approach to Novel Objects in Ravens (*Corvus corax*). *Ethology*, 112(11), 1079–1088. doi: [10.1111/j.1439-0310.2006.01273.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.2006.01273.x)
22. Stöwe, M., Bugnyar, T., Loretto, M.-C., Schloegl, C., Range, F., & Kotrschal, K. (2006). Novel object exploration in ravens (*Corvus corax*): Effects of social relationships. *Behavioural Processes*, 73(1), 68–75. doi: [10.1016/j.beproc.2006.03.015](https://doi.org/10.1016/j.beproc.2006.03.015)
23. Uomini, N., & Hunt, G. (2017). A new tool-using bird to crow about. *Learning & Behavior*, 45(3), 205–206. doi: [10.3758/s13420-017-0262-5](https://doi.org/10.3758/s13420-017-0262-5)
24. Wascher, C. A. F., Allen, K., & Szípl, G. (2021). Learning and motor inhibitory control in crows and domestic chickens. *Royal Society Open Science*, 8(10). doi: [10.1098/rsos.210504](https://doi.org/10.1098/rsos.210504)