

**Instytut Farmakologii  
im. Jerzego Maja  
Polskiej Akademii Nauk**

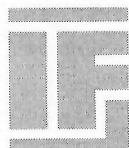
***Prof. dr hab. n. med. Barbara Przewłocka***

**Instytut Farmakologii im. Jerzego Maja Polskiej Akademii Nauk  
ul. Smętna 12, 31-343 Kraków**

**Recenzja osiągnięcia naukowego oraz całokształtu dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr Anny Beroun w związku z wnioskiem o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie: nauki ścisłe i nauki przyrodnicze, w dyscyplinie: biologia**

### **Dane osobowe kandydatki**

Dr Anna Beroun uzyskała w roku 2008 tytuł magistra biologii ze specjalnością biochemia na Wydziale Biotechnologii i Biofizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego. Podstawę stanowiła praca magisterska zatytułowana: Wpływ stresu i leków przeciwdepresyjnych na czynniki regulujące neurodegenerację. Następnie kontynuowała pracę naukową uczestnicząc w studiach doktoranckich na Uniwersytecie w Getyndze. W ramach programu szkoły doktorskiej „*Molecular Physiology of the Brain*” prowadziła badania nad wpływem kokainy na ślady pamięciowe. W roku 2012 uzyskała stopień doktora na Uniwersytecie Georga Augusta w Getyndze, Niemcy. Praca doktorska pod tytułem: „Indukowana kokainą reorganizacja obwodów neuronalnych jako model śladów pamięciowych związanych z uzależnieniem” oceniona była bardzo wysoko (*summa cum laude*). Po uzyskaniu stopnia doktora dr Anna Beroun odbyła dwa staże podoktorskie. Pierwszy staż, w latach 2012-2013 w Europejskim Instytucie Neurobiologii w Getyndze. Spędziła też trzy miesiące w roku 2011 w ramach *EMBO Short-term, Fellowship* wykonując projekt badawczy w laboratorium prof. Yana Donga z *Washington State University, Pullman, WA, USA* gdzie uczyła się technik optogenetycznych w elektrofizjologii oraz prowadziła badania stosując test samopodawania kokainy u szczurów. Ponadto przez miesiąc w roku 2013 uczestniczyła w programie Mentorskim dla Kobiet w Nauce obejmującym tematykę rozwoju kariery naukowej. W kolejnych latach do roku 2020 dr Anna Beroun pracowała w Laboratorium



Neurobiologii w Instytucie Biologii Doświadczalnej im. Marcelego Nenckiego PAN w Warszawie. Dr Anna Beroun do chwili obecnej pracuje w tym Instytucie, od roku 2020 jako kierownik Laboratorium Plastyczności Neuronalnej.

### Ocena osiągnięcia naukowego

Przedłożone do recenzji osiągnięcie naukowe stanowi cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych. W skład tego cyklu zatytułowanego „**Plastyczność synaptyczna w tworzeniu się pamięci oraz rozwoju uzależnień**” wchodzi pięć prac eksperymentalnych. Prace te zostały opublikowane po uzyskaniu stopnia doktora w czasopismach o wysokim pięcioletnim współczynniku wpływu mieszczącym się pomiędzy 7 – 12 punktów.

1) Shukla, A.\*, **Beroun, A.\***, Panopoulou, M., Neumann, P.A., Grant, S.G., Olive, M.F., Dong, Y. & Schluter, O.M. (2017) Calcium-permeable AMPA receptors and silent synapses in cocaine-conditioned place preference. **The EMBO Journal**, 36(4), 458-474, doi: 10.15252/embj.201695465. (\* jednakowy wkład w pracę)

IF5 letni: 12; liczba cytowań: 29

2) **Beroun, A.\***, Nalberczak-Skora, M.\*, Harda, Z., Piechota, M., Ziolkowska, M., Caly, A., Pagano, R. & Radwanska, K. (2018) Generation of silent synapses in dentate gyrus correlates with development of alcohol addiction. **Neuropsychopharmacology**, 43(10), 1989-1999, doi: 10.1038/s41386-018-0119-4. (\* jednakowy wkład w pracę)

IF5 letni: 7.9; liczba cytowań: 18

3) Stefaniuk, M., **Beroun, A.**, Lebitko, T., Markina, O., Leski, S., Meyza, K., Grzywacz, A., Samochowiec, J., Samochowiec, A., Radwanska, K. & Kaczmarek, L. (2017) Matrix metalloproteinase-9 and synaptic plasticity in the central amygdala in control of alcohol-seeking behavior. **Biological Psychiatry**, 81(11), 907-917, doi:10.1016/j.biopsych.2016. 2.026.

IF5 letni: 11.9; liczba cytowań: 43 2

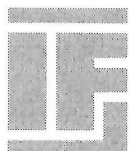
4) Bijoch, Ł., Klos, J., Pawłowska, M., Wiśniewska, J., Legutko, D., Szachowicz, U., Kaczmarek, L., & **Beroun, A.** (2023). Whole-brain tracking of cocaine and sugar rewards processing. **Translational Psychiatry**, 13(1), 20, doi:10.1038/s41398-023-02318-4. (# autorka korespondencyjna)

IF5 letni: 7; liczba cytowań: 1

5) Bijoch, Ł., Klos, J., Pękała, M., Fiołna, K., Kaczmarek, L., & **Beroun, A.**# (2023). Diverse processing of pharmacological and natural rewards by the central amygdala. **Cell Reports**, 42(9), 113036. Opublikowana online, doi:10.1016/j.celrep.2023.113036. (# autorka korespondencyjna)

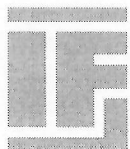
IF5 letni: 9.9; liczba cytowań: 0





W dwóch pracach dr Anna Beroun jest pierwszym lub równorzędnym autorem, w jednej – drugim autorem, a w dwóch opublikowanych w roku 2023 jest autorem korespondencyjnym. Analiza wkładu pracy dr Anny Beroun w powyższy cykl prac wykazuje, że w każdej z prac uczestniczyła w założeniach tematyki badań a w jednym opracowała metodologię procedury CPP. W trzech pracach kandydatka wykonała eksperymenty behawioralne i przeprowadziła rejestracje elektrofizjologiczne polegające na określeniu liczby milczących synaps w różnych warunkach eksperymentalnych oraz zanalizowała i zwizualizowała uzyskane dane. Napisała również pierwszą wersję wszystkich publikacji oraz pracowała przy rewizji tych opracowań. W dwóch ostatnich publikacjach z roku 2023 dr Anna Beroun pełniła rolę zarządzającej projektem oraz uczyła współpracowników stosowanych metod i nadzorowała wykonanie procedur behawioralnych i zapisów elektrofizjologicznych. Z tego opisu widać jej dominującą rolę w powstawaniu tych publikacji. Widać też, jak uczestnictwo dr Anny Beroun w badaniach naukowych zmieniało się z pełnego zaangażowania we wszystkie etapy pracy na uczenie i przekazywanie części działań współpracownikom i przejście do prowadzenia i nadzorowania całego procesu czyli do roli osoby zarządzającej i nadzorującej prawidłowość pracy naukowej. Powyższe świadczy o prawidłowej drodze rozwoju sylwetki pracownika naukowego.

Wiodącym tematem badań dr Anny Beroun są procesy plastyczności synaptycznej w mechanizmach rozwoju uzależnień, a w szczególności funkcje cichych synaps w różnych modelach uczenia związanego z nagrodą. Kandydatka zastosowała w badaniach zwierzęce modele uzależnień, polegające na dootrzewnowym podawaniu myszom kokainy, picia alkoholu lub 7.5% roztworu sacharozy przez myszy. Do określania działania nagradzającego zastosowano model preferencji miejsca (CPP) a do określenia działania uzależniającego użyto model picia alkoholu lub roztworu sacharozy u myszy w klatkach *Intellicage*. W opisanych badaniach w modelu picia alkoholu, myszy podczas 122-dniowych doświadczeń, miały dostęp do alkoholu po którym następowały okresy odstawienia i nawrotu do picia alkoholu. Obydwa modele służyły do zbadania, przy pomocy metod elektrofizjologicznych w układzie nagrody w mózgu, zmian wywołanych w synapsach przez kokainę, alkohol i naturalne nagrody. W tych układach eksperymentalnych wykazano zmiany w indukcji i dojrzewaniu cichych synaps i powiązano te procesy z wytworzeniem śladu pamięciowego związanego z kokainą. Określono też funkcje cichych synaps w nawrocie alkoholowym w mysim modelu alkoholizmu. Dalsze badania z obrazowaniem aktywacji całego mózgu w połączeniu z

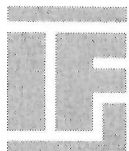


analizą elektrofizjologiczną, pozwoliły opisać podobieństwa i różnice aktywacji obwodów i struktur zaangażowanych w przetwarzanie nagród naturalnych i uzależniających w całym mózgu. Badania dr Anny Beroun otwierają nowe możliwości zrozumienia i interpretacji rozwoju uzależnień i wskazują na możliwe punkty uchwytu dla przyszłej ingerencji terapeutycznej w te procesy.

Bardzo interesujące badania efektów podania dootrzewnowego kokainy zostały przedstawione po teście na jej działanie nagradzające, czyli teście preferencji miejsca. Kandydatka przetestowała trwałość pozytywnych skojarzeń związanych z podaniem kokainy, które utrzymującą się do 40 dni po podaniu i skorelowała je z liczbą cichych synaps. Wykazała znaczny wzrost liczby cichych synaps natychmiast po procedurze CPP i ich stopniowe zanikanie do poziomu wyjściowego w ciągu następnych 20 dni po podaniu. Ten spadek związany jest, jak wykazały badania, z dojrzewaniem tych synaps w procesie wbudowywania receptorów AMPA i osiągnięciem funkcjonalności, co w wynikach pomiarów odnotowane jest jako stopniowy spadek ich liczby. Kandydatka, aby przetestować funkcjonalny związek między cichymi synapsami w jądrze półleżącym (NAc), a pamięcią związaną z kokainą, zastosowała do badań myszy z nokautem białek, które regulują liczbę i funkcję receptorów AMPA na synapsie i zaobserwowała ponad 2-krotnie wyższy poziom cichych synaps w NAc niż w przypadku myszy typu dzikiego. Powstała więc hipoteza, że dojrzewanie cichych synaps w jądrze półleżącym jest niezbędne do utrwalenia wspomnień związanych z kokainą. To bardzo istotny wynik, bo może być wyjściem dla poszukiwania możliwości skrócenia czasu tego skojarzenia, a tym samym obniżenie przypadków nawrotu do kokainy.

Na uwagę zasługuje planowanie kolejnych badań tak, aby wzmocnić translacyjność wyników tych badań. Obrazuje to decyzja o użyciu klatek *Intellicage*, w których myszy nie mają ciągłego kontaktu z eksperymentatorem i ich zachowania związane z piciem alkoholu, nie są wymuszane tak jak iniekcja lub inny rodzaj wymuszonego podania. W tych warunkach powstała możliwość odróżnienia myszy uzależnionych od nieuzależnionych i skorelowanie zmian z wynikami analizy plastyczności synaptycznej po spożyciu alkoholu w zakręcie zębatym (DG). Badania wykazały indukcję milczących synaps w DG, z tym, że liczba tych synaps jest znacznie wyższa podczas nawrotu u uzależnionych myszy, natomiast efekt ten nie występował u myszy pijących roztwór sacharozy zamiast alkoholu i nie wystąpił po zastosowaniu



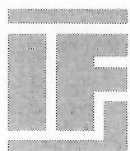


akamprozatu, leku, który hamuje objawy odstawienia. Wykonanie pomiaru liczby i kształtu kolców dendrytycznych, na których znajdują się synapsy pobudzające, pozwoliło sformułować wniosek, że możliwą funkcją cichych synaps w nawrocie do picia alkoholu jest osłabienie neuroprzekątnictwa pobudzającego z kory mózgowej do hipokampa, a hamowanie DG może potencjalnie prowadzić do wzmocnienia poszukiwania alkoholu. Nie jest zaskoczeniem, że ten ważny wynik zwrócił uwagę naukowców i publikacja otrzymała nagrodę im J. Konorskiego.

W następnych eksperymentach zagadnienie indukcji cichych synaps z nawrotem picia alkoholu dotyczyło roli enzymu (MMP-9), którego aktywność prowadzi do wzmocnienia synaptycznego (LTP). Oznacza to, że enzym ten odgrywa kluczową rolę w plastyczności synaptycznej związanej z uczeniem się i tworzeniem pamięci, a ponadto aktywność MMP-9 w jądrze środkowym ciała migdałowatego jest niezbędna w procesie uczenia apetytywnego, ale nie jest wymagana do warunkowania awersyjnego. Dlatego też, w środkowym jądrze ciała migdałowatego wykonano analizę plastyczności synaptycznej u myszy z nokautem MMP-9 po 3-miesięcznym eksperymencie. Badania te wykazały korelację między plastycznością synaptyczną w jądrze środkowym ciała migdałowatego, a rozwojem zachowań związanych z poszukiwaniem alkoholu. Wykazały one, że spożywanie alkoholu, odstawienie i nawrót, wyzwalają procesy, które wymagają aktywności MMP-9, i w których pośredniczy tworzenie i dojrzewanie cichych synaps.

Następnym problemem, który dr Anna Beroun badała było sprawdzenie czy ciche synapsy są charakterystyczne dla rozwoju uzależnienia czy są uniwersalną cechą plastyczności. Zobrazowano w całym mózgu markery plastyczności związane ze spożyciem roztworu sacharozy i dootrzewnowym podaniem kokainy z oceną poziomu cichych synaps w jądrze półleżącym u myszy. Nasuwa się jednak pytanie czy taki układ doświadczenia gdzie zastosowane dwie metody uzależniania - iniekcje i dobrowolne picie może dać konkluzywne wyniki. Wydaje się, że porównanie picia alkoholu i roztworu sacharozy byłoby bardziej uzasadnione i charakterystyczne dla badanego zjawiska pomimo, że różnice mogłyby być mniejsze.

W wyniku całej serii eksperymentów uzyskano możliwość określenia różnicy w aktywacji struktur pomiędzy powtarzanym podaniem kokainy a roztworem sacharozy - reakcja na tą ostatnią jest powszechna tylko po pierwszym podaniu a długotrwałe stosowanie kokainy po każdym podaniu aktualizuje sieć połączeń mózgowych i koduje/utrwała subiektywne efekty narkotyku. Ta obserwacja, potwierdzona w badaniach innych autorów, którzy przez wyciszenie specyficznych dla kokainy synaps podstawno-bocznej części ciała migdałowatego - NAc uzyskali osłabienie

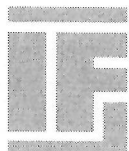


poszukiwania kokainy u szczurów, wydaje się mieć bardzo duże znaczenie naukowe, a także duży potencjał translacyjny dla tak ważnego zjawiska jakim są uzależnienia lekowe.

W odniesieniu do tych badań wydaje się interesujące sprawdzenie do jakiego stopnia, stosowany przez osoby uzależnione od kokainy sposób podania powtarzanego „binge”, wywołuje silniejsze doznania związane z uzależnieniem w stosunku do podania pojedynczego. Byłby to sposób na potwierdzenie znaczenia opisanych mechanizmów dla siły uzależnienia po kokainie, a tym samym poszukiwania możliwości osłabienia tego efektu. W naszych badaniach z końca lat 90. wykazaliśmy, że taki powtarzany sposób podawania kokainy prowadzi, po każdorazowym podaniu, do osłabionego wydzielania peptydów prodynorfinowych o działaniu awersyjnym. To w oczywisty sposób wzmacnia efekt nagradzający kokainy.

Wchodzący w skład dzieła habilitacyjnego materiał doświadczalny dr Anny Beroun jest wybitny z wielu względów. Na początku wymienię podejście metodyczne, zróżnicowane, nowoczesne i odpowiednio wykorzystane do postawionego pytania. Trudne metodycznie i długotrwałe doświadczenia na myszach stanowią dobrą podstawę do badań elektrofizjologicznych. Drugą ważną cechą tych doświadczeń jest właściwy dobór kolejnych strategii doświadczalnych i stawianie pytań o kolejny element badanego procesu. Dzięki temu materiał staje się bardzo interesujący i wzbudza szereg pytań o dalsze kroki w rozwiązywaniu problemu uzależnień w aspekcie roli cichych synaps i tych procesów które prowadzą do uzależnień. Wśród bardzo wartościowych cech przedstawionego materiału należy również wymienić poszukiwanie drogi rozwiązywania problemów w sposób zwiększający translacyjność uzyskanych danych. To przybliżanie eksperymentów przedklinicznych do naturalnych warunków powstawania badanego zjawiska dominuje obecnie w badaniach naukowych, ze względu na możliwości jakie daje takie podejście dla późniejszych zastosowań klinicznych. Cechą takiego zbioru publikacji jest jednak pewna, utrudniająca stworzenia całościowej hipotezy, integralność kolejnych publikacji. Bardzo ciekawa, chociaż nie wymagana procedurą, jest perspektywa dalszych badań opisana w autoreferacie habilitantki. Dr Anna Beroun pisze: *„Moje przyszłe badania skupią się na dwóch głównych aspektach powstawania milczących synaps: (1) wyjaśnieniu molekularnych i komórkowych mechanizmów ich indukcji oraz (2) sprawdzeniu, w jaki sposób zakłócenie powstawania milczących synaps wpływa na procesy uczenia apetytywnego oraz nawrót do poszukiwania narkotyków lub picia alkoholu. Jeśli czasowo indukowane milczące*





*synapsy (poprzez bodźce skojarzone z narkotykami) mogą zostać przeprogramowane w inne wspomnienia, poszukiwanie narkotyków i głód narkotykowy mogłyby zostać zmniejszone”.*

Cytuję to zdania ze względu na jego znaczenie dla wagi dzieła habilitacyjnego dr Anny Beroun.

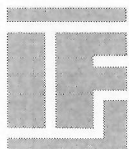
### **Ocena pozostałej aktywności naukowo-badawczej**

Dr Anna Beroun, trzy prace opublikowała przed uzyskaniem stopnia doktora a dwadzieścia po jego uzyskaniu, z czego pięć stanowi podstawę dzieła habilitacyjnego. Wszystkie te prace zostały opublikowane w czasopismach z Listy Filadelfijskiej o wysokim współczynniku wpływu. Osiem z dwudziestu trzech prac jej autorstwa zostało opublikowanych w czasopismach o współczynniku wpływu powyżej 10 punktów. Łączny współczynnik wpływu ( $IF_5$  letni) publikacji wynosi 196.7, a liczba punktów MNiSW wynosi 3650. Zbiorcza liczba cytowań ma wartość 1060 (28 to liczba autocytowań). Indeks Hirscha dr Anny Beroun wynosi 14 wg *Web of Science, all Databases*.

Prześledzenie tematyki ukazujących się kolejno publikacji kandydatki wskazuje na ustalone zainteresowania naukowe już od wczesnego okresu pracy badawczej i konsekwentną realizację tych zainteresowań w ciągu kolejnych lat pracy naukowej.

Aktywność naukowa dr Anny Beroun jest możliwa również dzięki umiejętności i skutecznym zdobywaniu przez nią funduszy na realizację projektów badawczych. Początkowo była wykonawcą grantu TEAM Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej (2023-2025) a następnie uczestniczyła jako wykonawca projektu Siódmego Programu Ramowego UE Initial Training Network EXTRABRAIN. Od roku 2016 do chwili obecnej dr Anna Beroun była kierownikiem trzech grantów SONATA, HOMING i OPUS a także została kierownikiem pracowni powołanej w ramach programu Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej – Międzynarodowe Agendy Badawcze MAB/2018/10 „Centrum Badań Plastyczności Neuronalnej Chorób Mózgu BRAINCITY”.

Wyniki prac dr Anny Beroun były wielokrotnie prezentowane przez nią lub współpracowników na zjazdach krajowych i międzynarodowych. Od roku 2012 dorobek kandydatki był prezentowany na 14 konferencjach międzynarodowych odbywających się w Polsce (6) i za granicą (8). Początkowo były to prezentacje plakatowe a od roku 2018 do 2023 kandydatka wygłaszała wykłady na zaproszenie organizatorów na uznanych międzynarodowych konferencjach



m.in. takich jak *EBPS Biennial Meeting*, *EMBL Partnership Conference*, *FEBS Congress*. czy *FENS Regional Meeting*.

Powyższa aktywność dr Anny Beroun polegająca na prezentowaniu badań zasługuje więc na uznanie a zaproszenia do wygłoszenia wykładów świadczą o uznaniu jakie jej badania zdobyły w świecie naukowym. Dowodem na opinię o badaniach kandydatki są nagrody przyznawane przez środowiska naukowe, takie jak Stypendium START dla wybitnych, młodych naukowców, przyznane przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej oraz dwie nagrody im. Jerzego Konorskiego, przyznane przez Komitet Neurobiologii PAN i Polskie Towarzystwo Badań Układu Nerwowego . za zrealizowane w Polsce, najlepsze publikacje z dziedziny neurobiologii,

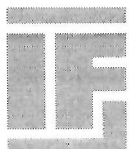
Z aktywnym życiem naukowym wiąże się również przynależność do towarzystw naukowych. Dr Anna Beroun należy do *Society of Neuroscience* od roku 2012 oraz do Polskiego Towarzystwa Badań Układu Nerwowego. Dr Anna Beroun uczestniczy też w pracach redakcyjnych we *Frontiers in Cellular Neuroscience* oraz w *Acta Neurobiologiae Experimentalis* Swoje wiedzę i doświadczenie wykorzystuje również jako osoba oceniająca wnioski o stypendium START dla młodych naukowców Fundacji Nauki Polskiej. Jest również recenzentem prac przesłanych do druku do *Scientific Reports* i *Progress in Neurobiology*.

### **Aktywność dydaktyczna i organizacyjna**

Dr Anna Beroun angażuje się również w pracę dydaktyczną w formie wykładów, warsztatów oraz w formie opieki nad młodymi pracownikami nauki, którzy wykonują prace magisterskie i doktorskie. W ramach odbywających się w Instytucie Nenckiego warsztatów dla uzdolnionych dzieci prowadzi wykłady z podstaw elektrofizjologii. Prowadziła też w roku 2017 warsztaty z optogenetyki na XIII Międzynarodowym Kongresie Polskiego Towarzystwa Badań Układu Nerwowego w Warszawie. W prowadzonej przez kandydatkę pracowni odbywają się od roku 2020 do chwili obecnej letnie praktyki studentów studiów magisterskich. Dr Anna Beroun była opiekunem jednej pracy magisterskiej a także promotorem pomocniczym jednej, zakończonej rozprawy doktorskiej i jest promotorem pomocniczym jednej, będącej w toku, rozprawy doktorskiej.

Działalność dydaktyczna kandydatki nie ogranicza się tylko do pracy ściśle naukowej ale spełnia też bardzo ważną rolę popularyzatorską. Udzieliła wywiadu w radiu RDC na temat





podstaw uzależnienia i plastyczności synaptycznej. Wywiad ukazał się na polskich portalach informacyjnych, takich jak: Radio ZET, Wirtualna Polska, Dzień Dobry TVN, Puls Medycyny, o2.pl, Poradnik Zdrowie, Medycyna Praktyczna i innych, ale też w czasopiśmie zagranicznym *Epoch Times*.

### **Osiągnięcia organizacyjne**

Pomimo, że te ostatnie lata ze względu na pandemię sprawiały wiele trudności w wykonywaniu i prezentacji osiągnięć naukowych, dr Anna Beroun ma osiągnięcia organizacyjne realizowane w ostatnich latach. W roku 2023 była organizatorką cyklicznej, piątej już konferencji *Neurons in Action*, dla której opracowała koncepcję tematyczną, zaprosiła wykładowców oraz brała udział w ocenie i wyborze nagrodzonych plakatów. Zorganizowała też w roku 2021 na *FENS Regional Meeting* w Krakowie symposium, dla którego stworzyła koncepcję tematyczną, zaprosiła wykładowców i przewodniczyła sesji zatytułowanej "*Animal models of drug abuse - towards new neuronal mechanisms and high translational value*".

### **Wniosek końcowy**

Uważam, że dr Anna Beroun posiada niezwykle wartościowy i nowatorski dorobek naukowy, stanowiący istotny wkład do nauki światowej w dziedzinie badań nad mechanizmami uzależnień.

Reasumując stwierdzam, że dr Anna Beroun spełnia wszystkie warunki stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego jakie znajdują się w art. 219 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.). Z pełnym przekonaniem uznaję za uzasadnione przedstawienie dr Anny Beroun do tytułu doktora habilitowanego w dziedzinie: nauki ścisłe i przyrodnicze w dyscyplinie: biologia.

Prof. dr hab. n. med. Barbara Przewłocka

Kraków, 16-03-2024

Zakład Farmakologii Bólu

Instytut Farmakologii im. Jerzego Maja PAN w Krakowie

