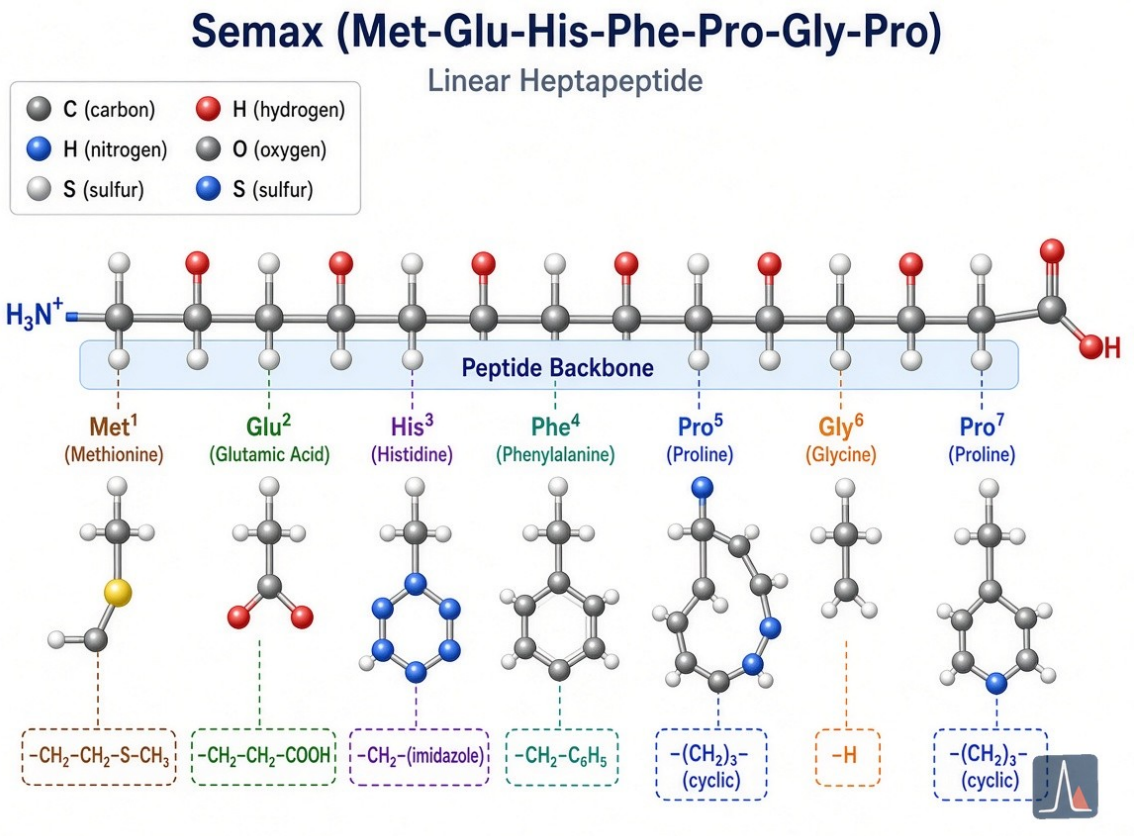
Semax: tożsamość chemiczna i opublikowane oznaczenia

27 listopada 2026

Semax (Met-Glu-His-Phe-Pro-Gly-Pro, $C_{37}H_{51}N_9O_{10}S$, 813,9 Da) jest syntetycznym heptapeptydowym analogiem fragmentu ACTH(4–7) przedłużonym o stabilizujący motyw C-końcowy Pro-Gly-Pro. Dostarczany wyłącznie do badań laboratoryjnych: [Semax](/c

Semax: tożsamość chemiczna i opublikowane oznaczenia

Semax (Met-Glu-His-Phe-Pro-Gly-Pro lub MEHFPGP, $C_{37}H_{51}N_9O_{10}S$, średnia masa cząsteczkowa 813,9 Da) jest syntetycznym heptapeptydowym analogiem fragmentu hormonu adrenokortykotropowego (ACTH)(4–7) przedłużonym o tripeptyd Pro-Gly-Pro w celu zwiększenia odporności na degradację proteolityczną. Dostarczany jest wyłącznie do badań laboratoryjnych: Semax. Niniejsze opracowanie podsumowuje jego określoną strukturę chemiczną oraz główne oznaczenia opisane w opublikowanej literaturze biochemicznej, analitycznej i przedklinicznej, dotyczące potwierdzenia tożsamości, oceny czystości, profilowania stabilności i degradacji, wiązania do błon, koordynacji metali, oznaczania czynników neurotroficznych oraz efektów komórkowych. Relacjonowanie tego, co wykazało opublikowane badanie, nie stanowi wskazówki do stosowania materiału badawczego.



Struktura cząsteczkowa Semax (Met-Glu-His-Phe-Pro-Gly-Pro).

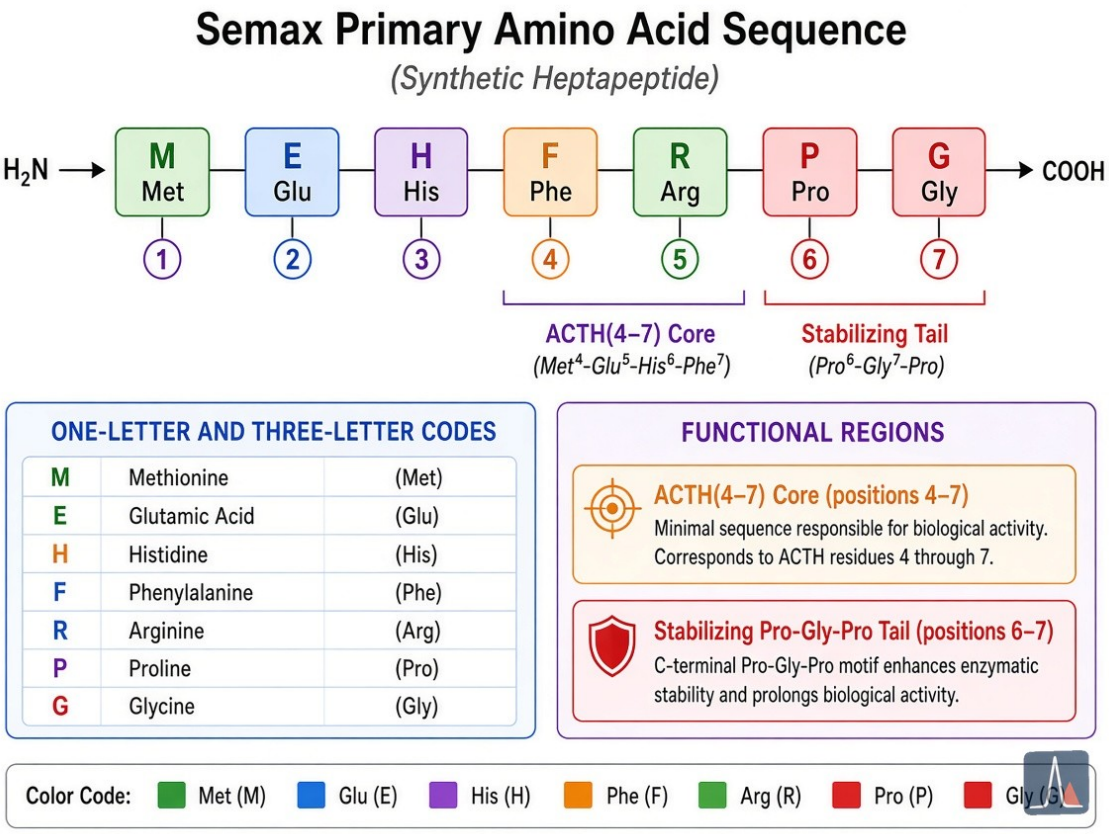
Tożsamość chemiczna i kontekst katalogowy

Wszelkie omawiane informacje i produkty są przeznaczone wyłącznie do użytku laboratoryjnego i badawczego. Nie do stosowania u ludzi ani do użytku weterynaryjnego. Nie są przeznaczone do diagnozowania, leczenia, wyleczenia ani zapobiegania jakiejkolwiek chorobie.

Semax jest zarejestrowany pod numerem CAS 80714-61-0 (wolna zasada), PubChem CID 9811102 oraz InChIKey AFEHBIGDWIGTEH-AQRCPPRCSA-N. W warunkach badawczych często dostarczany jest jako sól octanowa (przybliżona masa cząsteczkowa ~874 Da). Związek umieszczono w katalogu Rierink obok innych peptydów badawczych o profilu nootropowym i neuroprotekcyjnym, takich jak Selank (który dzieli motyw C-końcowy Pro-Gly-Pro) oraz Adamax. Jest traktowany jako liofilizowany proszek o barwie od białej do prawie białej, swobodnie rozpuszczalny w nośnikach wodnych. Wpis katalogowy jest przeznaczony wyłącznie dla wykwalifikowanych badaczy laboratoryjnych prowadzących doświadczenia in vitro, ex vivo lub przedkliniczne modele zwierzęce.

Sekwencja pierwotna i właściwości fizykochemiczne

Sekwencja pierwotna to H-Met-Glu-His-Phe-Pro-Gly-Pro-OH (kod jednoliterowy: MEHFPGP). Obejmuje N-końcowy tetrapeptyd ACTH(4–7) (Met-Glu-His-Phe) połączony z tripeptydem Pro-Gly-Pro. Wszystkie reszty mają konfigurację L oraz wolne końce N i C. Przedłużenie Pro-Gly-Pro opisano jako zmniejszające podatność na karboksypeptydazy. Kluczowe parametry fizykochemiczne obejmują punkt izoelektryczny (pI) około 5,4, ładunek netto w przybliżeniu od –0,8 do –1 przy pH 7,0 oraz wskaźnik GRAVY –0,80. Cząsteczka nie zawiera Trp ani Tyr, co wyklucza silną absorbancję przy 280 nm; oznaczanie ilościowe prowadzi się przy 214–220 nm (wiązanie peptydowe) lub 254 nm (Phe, His). N-końcowa metionina jest podatna na utlenianie do sulfotlenku (+16 Da), co stanowi częste zanieczyszczenie monitorowane w badaniach stabilności. Nie sklonowano molekularnie żadnego dobrze zdefiniowanego receptora o wysokim powinowactwie; opisano natomiast swoiste, wysycalne, zależne od wapnia miejsca wiązania w błonach plazmatycznych podstawy przodomózgowia szczura.

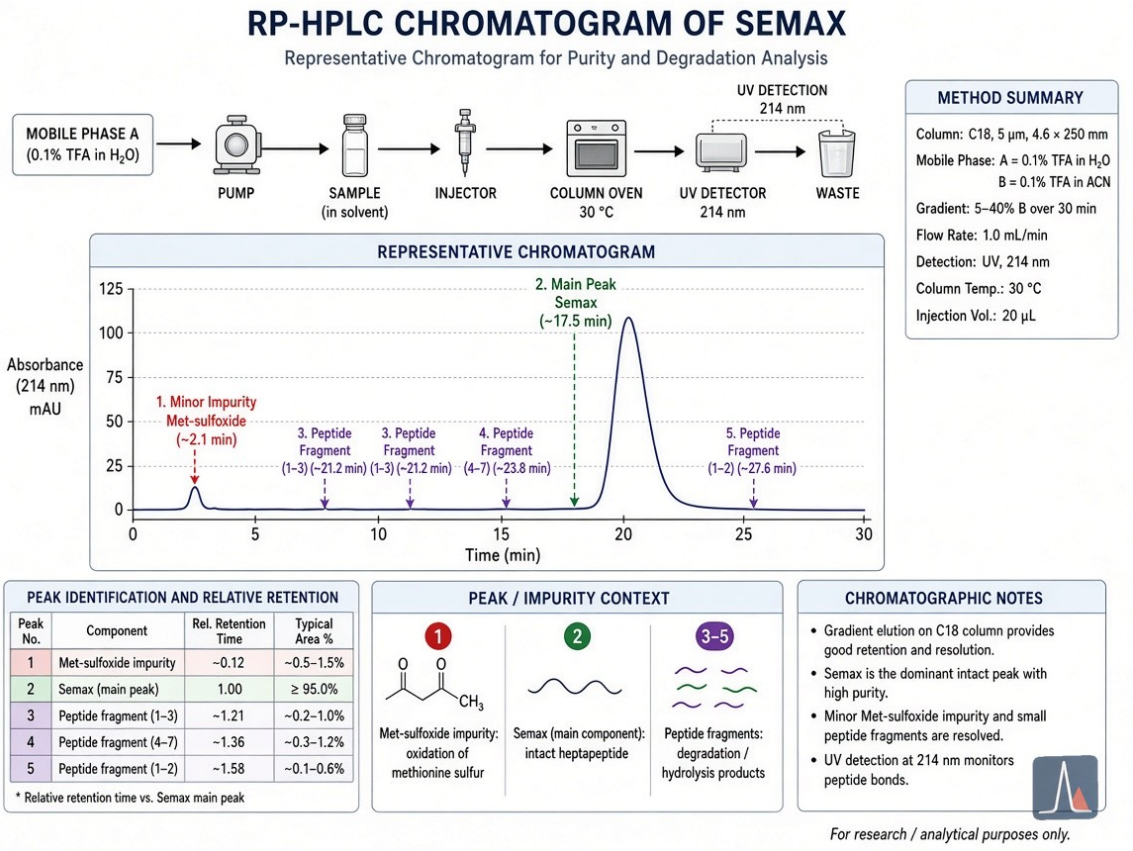


Wszelkie omawiane informacje i produkty są przeznaczone wyłącznie do użytku laboratoryjnego i badawczego. Nie do stosowania u ludzi ani do użytku weterynaryjnego. Nie są przeznaczone do diagnozowania, leczenia, wyleczenia ani zapobiegania jakiejkolwiek chorobie.

Sekwencja pierwotna Semax z rdzeniem ACTH(4–7) i przedłużeniem Pro-Gly-Pro.

Opublikowane oznaczenia chromatograficzne czystości, zanieczyszczeń i stabilności

Wysokosprawna chromatografia cieczowa w układzie faz odwróconych (RP-HPLC) z kolumnami C18, kwaśnymi odczynnikami tworzącymi pary jonowe (0,1 % TFA lub kwas nadchlorowy) oraz gradientami acetonitrylu, z detekcją UV przy 214, 220 lub 254 nm, jest dominującą metodą oceny czystości i profilowania degradacji. Certyfikaty analizy dostawców i prace badawcze rutynowo podają czystość chromatograficzną 98–99,5% (procent powierzchni piku głównego). W literaturze RP-HPLC-UV stosuje się do śledzenia degradacji proteolitycznej Semax (oraz wersji znakowanych trytem lub izotopowo) w surowicy szczura, błonach plazmatycznych oraz hodowlach komórek neuronalnych i glejowych podstawy przodomózgowia. Dominujące szlaki obejmują N-końcową aktywność dipeptydyloaminopeptydazy lub aminopeptydazy (wrażliwą na bestatynę i puromycynę), która kolejno odcina Met-Glu, dając stabilny pentapeptyd HFPGP, a ostatecznie tripeptyd PGP. Semax wykazuje większą stabilność niż macierzysty fragment ACTH(4-10), z opisanymi okresami półtrwania przekraczającymi 1 godzinę w niektórych preparatach błonowych. Sulfotlenek metioniny jest rozdzielany jako pik eluujący wcześniej. Metody te zwalidowano pod kątem selektywności wobec pokrewnych fragmentów i stosowano do generowania krzywych degradacji oraz akumulacji. Metoda kryminalistyczna z 2020 r. również wykorzystywała RP-HPLC jako element ortogonalnego potwierdzenia przed MS.

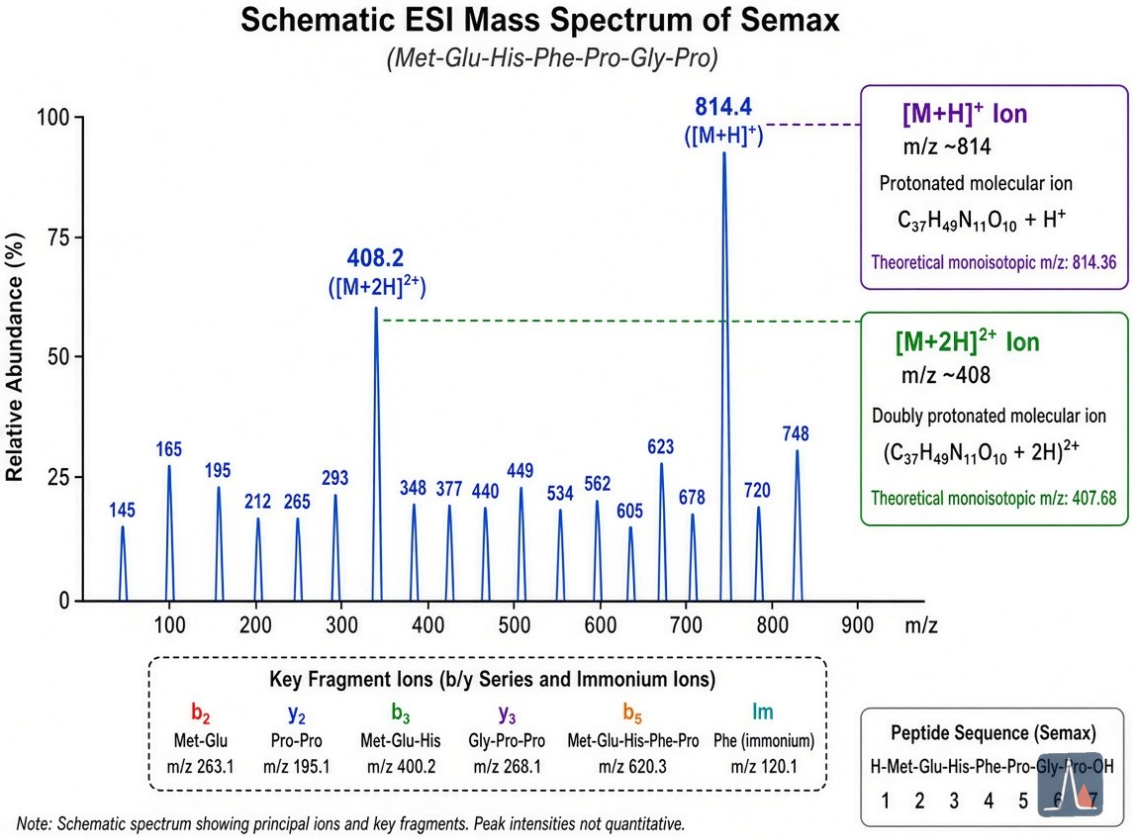


Typowy profil RP-HPLC stosowany do oceny czystości i stabilności Semax.

Oznaczenia spektrometrii mas i potwierdzenie cząsteczkowe

Wszelkie omawiane informacje i produkty są przeznaczone wyłącznie do użytku laboratoryjnego i badawczego. Nie do stosowania u ludzi ani do użytku weterynaryjnego. Nie są przeznaczone do diagnozowania, leczenia, wyleczenia ani zapobiegania jakiejkolwiek chorobie.

Spektrometrię mas z jonizacją elektrorozpyleniową (ESI-MS lub LC-MS) stosuje się do potwierdzenia masy cząsteczkowej i identyfikacji zanieczyszczeń. Oczekiwane jony to $[M+H]^+$ ≈ 814,35–814,9 m/z oraz $[M+2H]^{2+}$ ≈ 407,7 m/z. Metody LC-MS/MS o wysokiej rozdzielczości i dokładnej masie (HRAM), opracowane do przesiewu zabezpieczonych preparatów „nootropowych", zidentyfikowały Semax na podstawie jonu prekursorowego, charakterystycznych fragmentów b/y oraz jonów immoniowych (np. m/z 110,07 His, 120,08 Phe, 173,09). Semax znakowany izotopowo w połączeniu z HPLC-MS stosowano do ilościowego oznaczania określonych metabolitów w badaniach biodegradacji. Mapowanie peptydowe lub fragmentacja MS/MS potwierdza tożsamość sekwencji i odróżnia utlenienie (+16 Da przy Met[1]) oraz inne modyfikacje. Oznaczenia te są zgodne z zaleceniami sieci urzędowych laboratoriów kontroli leków dotyczącymi identyfikacji nieznanych peptydów.

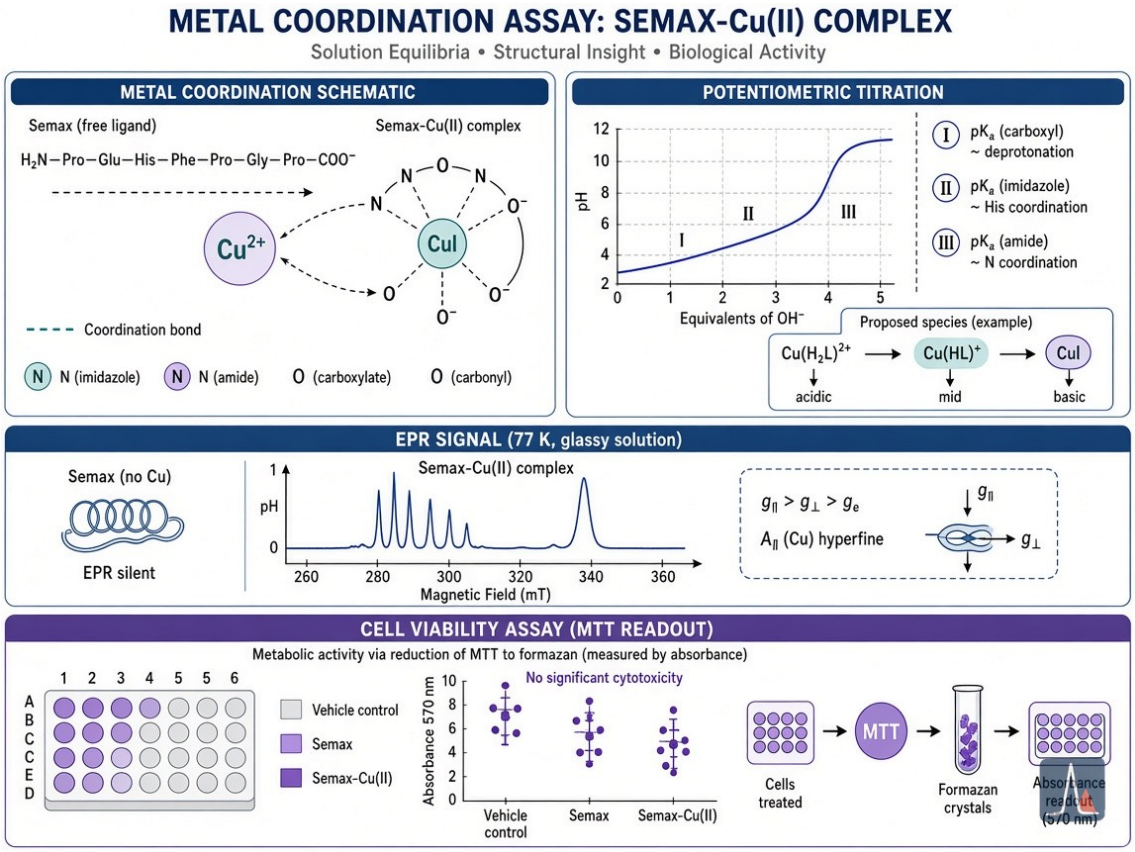


Oczekiwane jony ESI-MS potwierdzające tożsamość cząsteczkową Semax.

Charakterystyka spektroskopowa, biofizyczna i wiązanie metali

Semax wykazuje wysokie powinowactwo do jonów Cu(II). Miareczkowanie potencjometryczne, UV-Vis, dichroizm kołowy (CD), elektronowy rezonans paramagnetyczny (EPR/ESR), MS z elektrorozpylaniem oraz woltamperometrię i woltamperometrię cykliczną stosowano do charakterystyki specjacji kompleksów. Przy fizjologicznym pH dominującym gatunkiem jest $[CuLH_{-2}]^{2-}$ o zniekształconej płaskiej koordynacji 4N (z udziałem aminy N-końcowej, trzech deprotonowanych azotów amidowych oraz słabego apikalnego oddziaływania siarki Met). Acetylacja końca N zmienia geometrię koordynacji i znosi niektóre efekty ochronne. Podobne badania prowadzono z Zn(II). Metody biofizyczne pokazują, że koordynacja metali moduluje aktywność redoks i może zmniejszać cytotoksyczność indukowaną miedzią.

Wszelkie omawiane informacje i produkty są przeznaczone wyłącznie do użytku laboratoryjnego i badawczego. Nie do stosowania u ludzi ani do użytku weterynaryjnego. Nie są przeznaczone do diagnozowania, leczenia, wyleczenia ani zapobiegania jakiejkolwiek chorobie.



Schematyczny przegląd opublikowanych oznaczeń koordynacji Cu(II) i cytoprotekcji dla Semax.

Wiązanie, testy immunologiczne, ekspresja genów i funkcjonalne biotesty

Oznaczenia wiązania radioliganda z użyciem [^{3}H]-Semax wykazują swoiste, odwracalne, zależne od czasu i od Ca^{2+} wiązanie do preparatów błon plazmatycznych podstawy przodomózgowia szczura (K_d ≈ 2,4 ± 1,0 nM, B_max ≈ 33,5 ± 7,9 fmol/mg białka). Testy immunoenzymatyczne typu sandwich (ELISA) oznaczyły szybki wzrost poziomu białka neurotroficznego czynnika pochodzenia mózgowego (BDNF) w podstawie przodomózgowia i hipokampie szczura po podaniu donosowym. Uzupełniające metody qRT-PCR, RT-PCR, Western blot i RNA-Seq mierzą wzrost ekspresji BDNF, NGF, TrkB oraz białek sygnalizacji dalszych etapów (p-CREB, p-JNK, c-Fos, MMP-9) w modelach niedokrwienia, stresu lub hodowli neuronalnych. Testy żywotności komórek MTT na liniach neuroblastoma SH-SY5Y i śródbłonka RBE4 wykazują zmniejszoną cytotoksyczność indukowaną Cu(II) lub glutaminianem w obecności Semax. Metody neurochemiczne HPLC oznaczyły zmiany striatalnego 5-HIAA oraz interakcje z układami dopaminergicznymi. Odczyty behawioralne (warunkowe unikanie, wykonanie labiryntu, modele przeciwbólowe) stosuje się jako dalsze korelaty funkcjonalne, lecz są one wtórne wobec oznaczeń biochemicznych.

Kontekst dowodów, powtarzające się ograniczenia i implikacje katalogowe

Opublikowana literatura dotycząca Semax jest obszerna (głównie przedkliniczne badania

Wszelkie omawiane informacje i produkty są przeznaczone wyłącznie do użytku laboratoryjnego i badawczego. Nie do stosowania u ludzi ani do użytku weterynaryjnego. Nie są przeznaczone do diagnozowania, leczenia, wyleczenia ani zapobiegania jakiejkolwiek chorobie.

pochodzenia rosyjskiego z lat 90. XX w. do lat 20. XXI w.) i silnie ukierunkowana na stabilność, szlaki degradacji, indukcję BDNF i koordynację metali, a nie na klasyczną farmakologię receptorową ani kompleksową analizę konformacyjną NMR. Pozytywne wyniki dotyczące wzrostu BDNF, wiązania do błon i cytoprotekcji opisano w wielu niezależnych modelach gryzoni i komórkowych, udokumentowano jednak także wyniki niekorzystne lub zerowe dla niektórych szlaków monoamin oraz brak sklonowanego receptora. Powtarzające się ograniczenia obejmują silne oparcie na preparatach znakowanych radioizotopowo lub ex vivo, swoistość gatunkową (szczur), ograniczoną walidację ortogonalną między laboratoriami oraz przewagę otwartych lub małoskalowych schematów w jakichkolwiek doniesieniach z udziałem ludzi (żadne z nich nie jest zarejestrowane w głównych międzynarodowych bazach badań). Metody analityczne (RP-HPLC, LC-MS) są solidne i powtarzalne w zakresie tożsamości i czystości, lecz wymagają potwierdzenia ortogonalnego (analiza aminokwasowa, MS/MS), aby wykluczyć zanieczyszczenia izobaryczne lub utlenienie. Użytkownicy katalogu powinni weryfikować partie pod kątem czystości RP-HPLC (>98 %), zgodności tożsamości w LC-MS oraz niskiej endotoksyny. Semax jest pozycjonowany do laboratoryjnego badania sygnalizacji neurotroficznej, stabilności peptydów i oddziaływań metal–peptyd, obok pokrewnych pozycji katalogowych. Wszystkie materiały są przeznaczone wyłącznie do badań laboratoryjnych.

Źródła

Cytowana literatura pierwotna obejmuje rekordy PubMed z DOI/PMID dotyczące degradacji (doi:10.1007/s00726-006-0328-8; PMID 16773243), wiązania do błon i BDNF (doi:10.1111/j.1471-4159.2006.03658.x; PMID 16635254), koordynacji Cu(II) i cytoprotekcji (doi:10.1016/j.jinorgbio.2014.09.008; PMID 25310602), analogu N-acetylowego (doi:10.1016/j.jinorgbio.2016.08.013; PMID 27586814) oraz kryminalistycznego przesiewu LC-MS/MS (doi:10.1002/dta.2717). Konsultowano także dodatkowe dane wspierające z PubChem, baz struktur i prac o metodach analitycznych. Nie formułuje się zaleceń dotyczących dawkowania, twierdzeń terapeutycznych ani zaleceń stosowania u ludzi.

Źródła

• Degradation of the ACTH(4-10) analog Semax in the presence of rat basal forebrain cell cultures and plasma membranes, 2006. https://doi.org/10.1007/s00726-006-0328-8
• The binding of Semax, ACTH 4-10 heptapeptide, to plasma membranes of the rat forebrain basal nuclei and its biodegradation, 2004. https://doi.org/10.1023/b:rubi.0000030127.46845.f0
• Semax, an analogue of adrenocorticotropin (4-10), binds specifically and increases levels of brain-derived neurotrophic factor protein in rat basal forebrain, 2006. https://doi.org/10.1111/j.1471-4159.2006.03658.x
• Semax, an ACTH4-10 peptide analog with high affinity for copper(II) ion and protective ability against metal induced cell toxicity, 2015. https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2014.09.008
• The occurrence of putative cognitive enhancing research peptides in seized pharmaceutical preparations, 2020. https://doi.org/10.1002/dta.2717

Wszystkie omówione informacje i produkty są przeznaczone wyłącznie do użytku laboratoryjnego i badawczego. Nie do stosowania u ludzi ani zwierząt. Nie służą do diagnozowania, leczenia, uzdrawiania ani zapobiegania jakiejkolwiek chorobie.