Melatonin: chemische Identität und publizierte Assays

26. November 2026

Melatonin (N-[2-(5-Methoxy-1H-indol-3-yl)ethyl]acetamid, C13H16N2O2, 232.28 Da) ist ein von Tryptophan abgeleitetes Indolamin, das ausschließlich als Melatonin für die Laborforschung geliefert wird. Dieses Briefing b

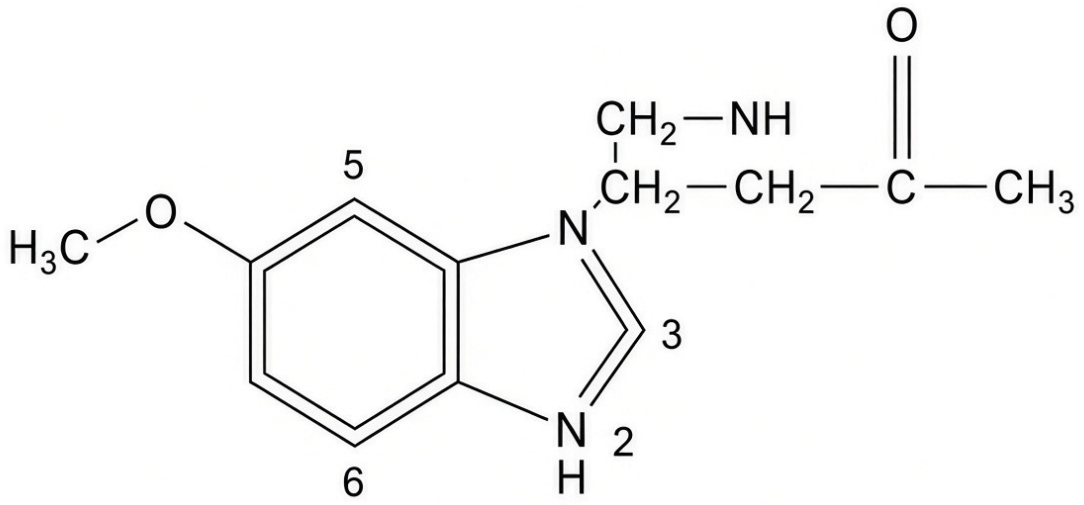
Melatonin: chemische Identität und publizierte Assays

Melatonin ($C_{13}H_{16}N_2O_2$, durchschnittliche Molekülmasse 232.28 Da) ist N-[2-(5-Methoxy-1H-indol-3-yl)ethyl]acetamid (auch als N-Acetyl-5-methoxytryptamin bekannt), ein von Tryptophan abgeleitetes Indolamin, das als primärer hormoneller Output der Säugetier-Epiphyse dient. Ausschließlich für die Laborforschung unter /compounds/melatonin geliefert, wird es in Chronobiologie-, Rezeptorpharmakologie-, Antioxidans- und Neuroprotektionsstudien in zellulären und präklinischen Modellen verwendet. Dieses Briefing stellt seine definitive chemische Identität neben publizierten analytischen Methoden zur Strukturabsicherung, Reinheitsprüfung, Verunreinigungsprofilierung, Stabilitätsbewertung und Quantifizierung in Forschungsmatrices dar. Alle Materialien auf dieser Website sind ausschließlich für die Laborforschung bestimmt und sind keine Arzneimittel. Die Wiedergabe publizierter Studien ist keine Anleitung, ein Rierink-Produkt in irgendeiner Weise zu verwenden.

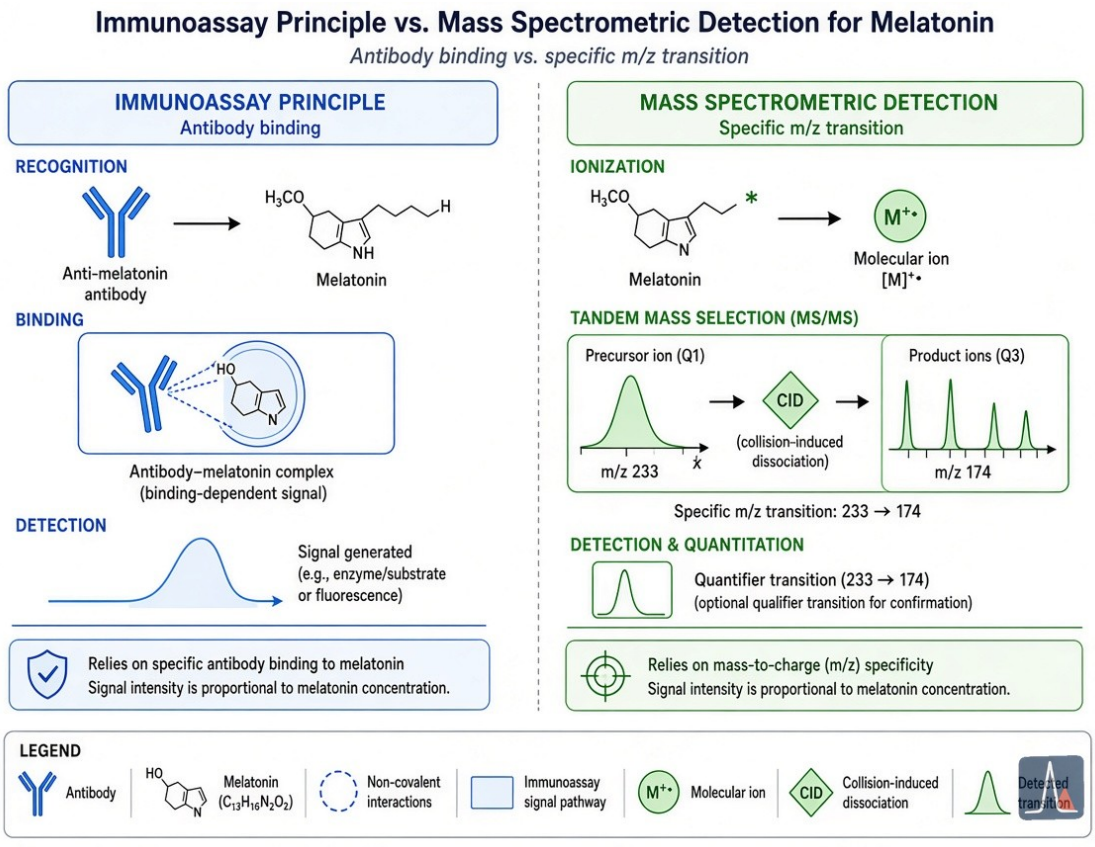
Chemische Identität und Katalogkontext

Melatonin ist als hochreines niedermolekulares Forschungskemikalium katalogisiert und vom Peptidportfolio abgegrenzt. Die CAS-Nummer ist 73-31-4 (PubChem CID 896). Im Labor wird es typischerweise als kristalliner Feststoff oder in Lösungsvehikeln geliefert, die mit In-vitro- und In-vivo-Experimenten kompatibel sind. Analysenzertifikate für Katalogmaterial dokumentieren routinemäßig die Identität über Retentionszeit, UV-Spektrum oder Massenspektrum, die Reinheit über HPLC-Flächennormierung (häufig 98–99.5%) sowie Grenzwerte für Restlösungsmittel oder verwandte Substanzen. Anwender werden daran erinnert, dass die chargenspezifische Verifizierung mit orthogonalen Methoden vor dem experimentellen Einsatz gängige Laborpraxis ist.

Alle hier besprochenen Informationen und Produkte sind ausschließlich für den Labor- und Forschungsgebrauch bestimmt. Nicht für die Anwendung am Menschen oder in der Veterinärmedizin. Nicht zur Diagnose, Behandlung, Heilung oder Vorbeugung von Krankheiten bestimmt.



Chemische Struktur von Melatonin (N-2-(5-Methoxy-1H-indol-3-yl)ethylacetamid).



Konzeptioneller Vergleich von Immunoassay- und LC-MS/MS-Ansätzen zur Melatonin-Analyse.

Alle hier besprochenen Informationen und Produkte sind ausschließlich für den Labor- und Forschungsgebrauch bestimmt. Nicht für die Anwendung am Menschen oder in der Veterinärmedizin. Nicht zur Diagnose, Behandlung, Heilung oder Vorbeugung von Krankheiten bestimmt.

Molekülstruktur und physikochemische Eigenschaften

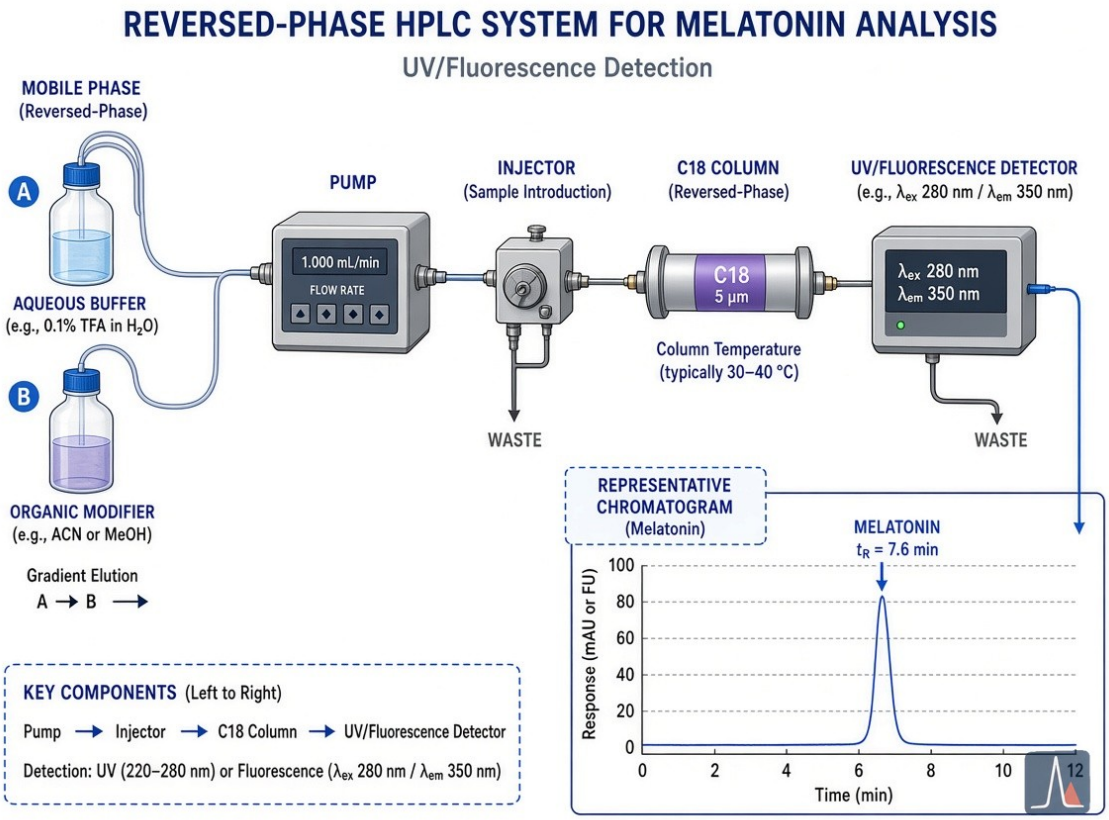
Die Struktur besteht aus einem Indol-Heterocyclus mit einer Methoxygruppe an Position 5 und einer 2-Acetamidoethylkette an Position 3. Diese Anordnung ergibt charakteristische spektroskopische Signaturen: UV-Absorptionsmaxima nahe 223 nm und 278 nm aus dem Indol-π-System sowie eine starke native Fluoreszenz (Anregung ≈ 280 nm, Emission ≈ 340–350 nm). Das Molekül zeigt eine begrenzte Wasserlöslichkeit, löst sich jedoch gut in Ethanol, Methanol, DMSO oder verdünnten alkalischen Lösungen. Es ist licht- und oxidationsempfindlich, sodass geschützte Handhabung und geeignete Lagerung erforderlich sind, um die Bildung von Abbauprodukten wie AFMK oder AMK zu verhindern. Diese physikochemischen Merkmale bestimmen unmittelbar das Design chromatographischer, spektrometrischer und spektroskopischer Assays zur Charakterisierung von Forschungsansätzen.

Publizierte chromatographische Assays für Reinheit, verwandte Substanzen und Stabilität

Umkehrphasen-Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (RP-HPLC) an C18-stationären Phasen ist die primäre Methode zur chemischen Charakterisierung und Reinheitsbewertung. Die USP-Melatonin-Monographie verwendet isokratische Elution (Acetonitril–Phosphatpuffer, pH ≈ 3.5) mit UV- oder PDA-Detektion für den Assay (typische Laufzeit 5 min auf modernisierten Säulen mit 2.5-µm-Partikeln) und Gradientenelution für verwandte Verbindungen und Verunreinigungen (z. B. 5-Methoxytryptamin, 5-Methoxytryptophol). Systemtauglichkeitsparameter umfassen eine Auflösung >2.0 zwischen kritischen Paaren, eine RSD <2.0 % für Wiederholungsinjektionen und geeignete relative Retentionszeiten. Modernisierte Protokolle mit C18-Säulen unter 3 µm oder mit 2.5 µm erreichen einen deutlich höheren Durchsatz, bessere Effizienz, geringeren Lösungsmittelverbrauch und eine niedrigere Umweltbelastung und erfüllen zugleich vollständig die Monographiekriterien für Linearität, Richtigkeit, Präzision und Spezifität. 1 2

Fluoreszenzdetektion (HPLC-FLD) und elektrochemische Detektion (HPLC-ECD) bieten eine erhöhte Empfindlichkeit für Arbeiten im Spurenbereich. Diese Methoden sind stabilitätsanzeigend und trennen Melatonin von Photooxidations- oder Hydrolyseprodukten. Über Studien hinweg berichtete Validierungsparameter zeigen routinemäßig Linearität ($r > 0.999$), Wiederfindungen von 99–103 % und Bestimmungsgrenzen, die sowohl für hochreines Material als auch für niedrig konzentrierte Forschungsproben geeignet sind.

Alle hier besprochenen Informationen und Produkte sind ausschließlich für den Labor- und Forschungsgebrauch bestimmt. Nicht für die Anwendung am Menschen oder in der Veterinärmedizin. Nicht zur Diagnose, Behandlung, Heilung oder Vorbeugung von Krankheiten bestimmt.



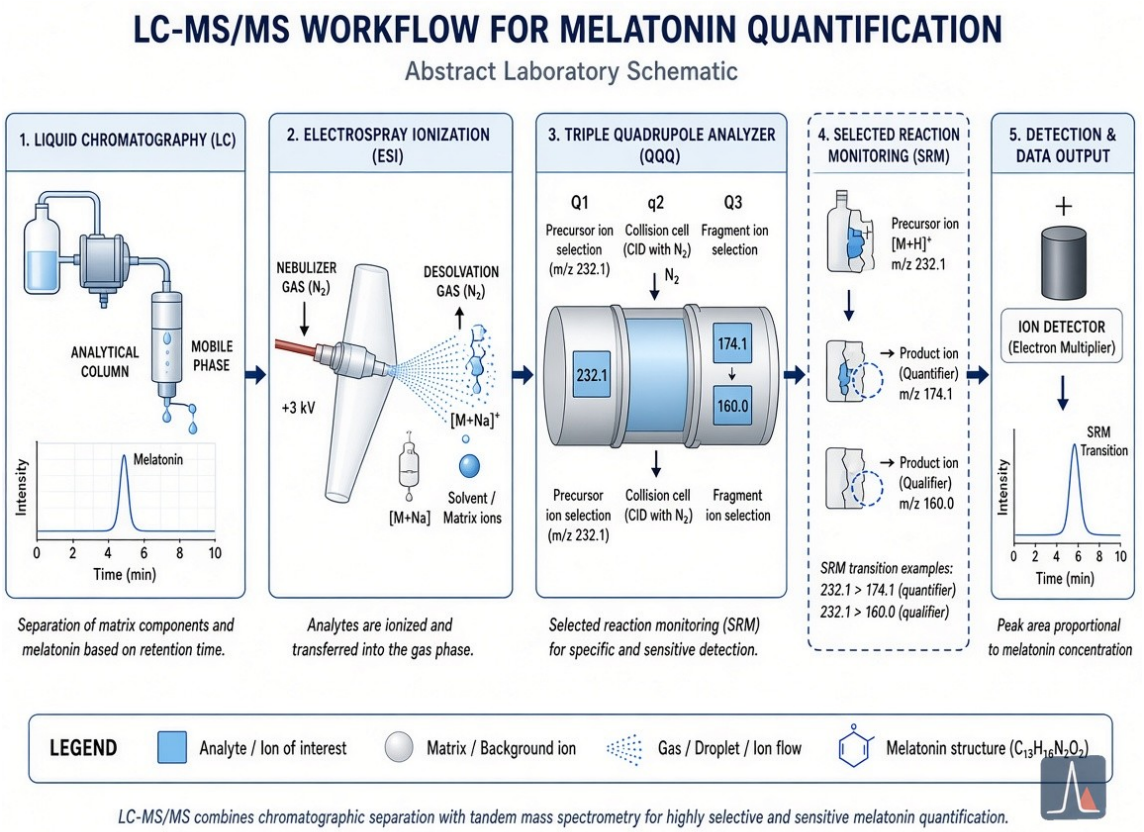
Schematische Darstellung eines RP-HPLC-Assays, der häufig für die Reinheits- und Verunreinigungsprofilierung von Melatonin verwendet wird.

Massenspektrometrische, NMR- und spektroskopische Charakterisierung

Flüssigkeitschromatographie–Tandem-Massenspektrometrie (LC-MS/MS oder UHPLC-MS/MS) gilt weithin als Referenzmethode für die eindeutige Identitätsbestätigung und die hochempfindliche Quantifizierung. Das protonierte Molekülion $[M+H]^+$ bei m/z 233 wird mit charakteristischen Fragmenten überwacht; deuterierte interne Standards (z. B. Melatonin-d4) korrigieren Matrixeffekte. Berichtete Bestimmungsgrenzen erreichen 0.018 pg/µL oder darunter in biologischen Matrices, bei ausgezeichneter Präzision (CV <10 %) und Spezifität. Überkritische Fluidchromatographie–MS/MS (SFC-MS/MS) und GC-MS (nach Derivatisierung) wurden ebenfalls für Melatonin und Vorstufen wie N-Acetylserotonin validiert. 3

Kernspinresonanzspektroskopie (^{1}H-NMR und ^{13}C-NMR) liefert die definitive Strukturzuordnung, mit charakteristischen Signalen für das Indol-NH, das Methoxy-Singulett, die Acetamid-Methylgruppe und die Methylengruppen. Quantitative NMR (qNMR) wird zunehmend zur absoluten Reinheitsbestimmung von Referenzstandards eingesetzt. Ergänzende Techniken umfassen Fourier-Transform-Infrarotspektroskopie (FTIR) zur Bestätigung funktioneller Gruppen (Amid I/II, Indol-NH, C–O–C-Methoxy), UV-Vis-Spektrophotometrie und native Fluoreszenzspektroskopie. Diese orthogonalen Methoden werden in pharmakopöischen und Forschungscharakterisierungen routinemäßig kombiniert, um die Chargenidentität festzustellen und synthetische Nebenprodukte oder Abbauprodukte auszuschließen. 4

Alle hier besprochenen Informationen und Produkte sind ausschließlich für den Labor- und Forschungsgebrauch bestimmt. Nicht für die Anwendung am Menschen oder in der Veterinärmedizin. Nicht zur Diagnose, Behandlung, Heilung oder Vorbeugung von Krankheiten bestimmt.



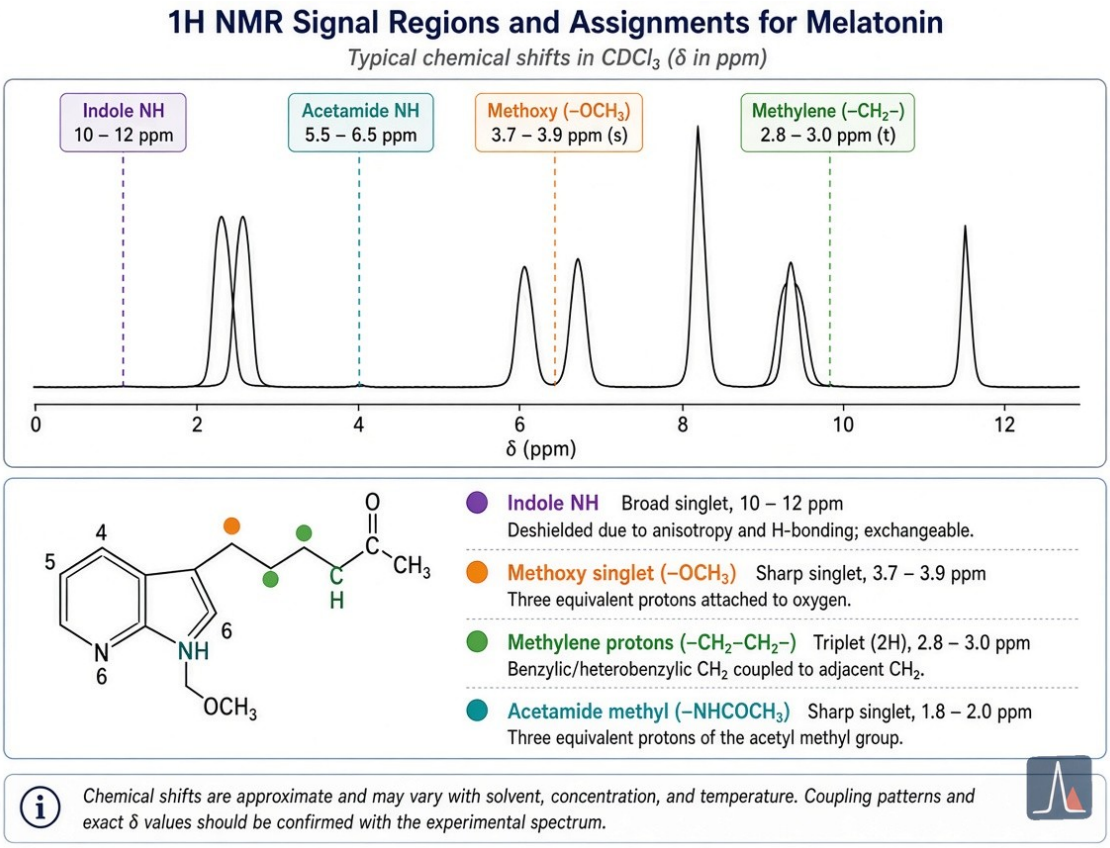
Schema einer LC-MS/MS-Methode, die als Referenz für die Identität und die Quantifizierung von Melatonin im niedrigen Bereich verwendet wird.

Immunoassays, Biosensoren und funktionelle Charakterisierung

Radioimmunoassay (RIA) und Enzyme-linked Immunosorbent Assay (ELISA) wurden umfangreich für Hochdurchsatzmessungen in Plasma, Speichel, Urin, Epiphysenextrakten und Pflanzengeweben publiziert. Ihre Empfindlichkeit erlaubt den Nachweis unter 1–2 pg/mL; eine Kreuzreaktivität mit strukturell verwandten Indolen (Serotoninmetaboliten, N-Acetylserotonin) ist jedoch gut dokumentiert (15–40 % in einigen kommerziellen Kits). Direkte (nicht extrahierte) Assays sind besonders anfällig für eine Überschätzung basaler/tagsüber gemessener Spiegel. Vergleichsstudien mit Massenspektrometrie als Referenz zeigen, dass echtes Tagesplasma-Melatonin typischerweise <1 pg/mL liegt, ein Maßstab, den viele frühe Immunoassays nicht erreichten. Extraktionsschritte (C18-Kartuschen) verbessern die Spezifität. Eine kritische Übersichtsarbeit von 2019 kam zu dem Schluss, dass Immunoassays bei ordnungsgemäßer Validierung für die Markierung der zirkadianen Phase nützlich bleiben, LC-MS/MS jedoch die genauesten Referenzwerte liefert. 5

Neuere Biosensoren mit molekular geprägten Polymeren, Nanomaterialien oder elektrochemischen Transduktoren bieten eine vielversprechende Empfindlichkeit und Tragbarkeit, sind jedoch noch nicht primär für die chemische Identitätsbestätigung von Forschungsmaterial. Die funktionelle Charakterisierung in Labormodellen verwendet häufig Radioliganden-Bindungsassays (mit 2-[^{125}I]-Iodmelatonin oder [^{3}H]-Melatonin) an MT1/MT2-Rezeptoren und nachgeschaltete cAMP-Hemmungsassays zur Bestätigung der Agonistenaktivität, obwohl diese die biologische und nicht die chemische Identität bewerten.

Alle hier besprochenen Informationen und Produkte sind ausschließlich für den Labor- und Forschungsgebrauch bestimmt. Nicht für die Anwendung am Menschen oder in der Veterinärmedizin. Nicht zur Diagnose, Behandlung, Heilung oder Vorbeugung von Krankheiten bestimmt.



Repräsentative NMR-Merkmale zur Strukturabsicherung von Melatonin.

Evidenzkontext, wiederkehrende Limitationen und Katalogimplikationen

Die publizierte Literatur zu Melatonin-Assays umfasst Pharmakopöe-Monographien, analytisch-chemische Fachzeitschriften und Übersichten der Epiphysenforschung von den 1970er-Jahren bis zur Gegenwart. Primärquellen umfassen USP-Modernisierungsstudien, die schnellere, umweltfreundlichere HPLC-Methoden zeigen, LC-MS/MS-Validierungsarbeiten mit Empfindlichkeit im Subpikogramm-Bereich sowie vergleichende Übersichten, die die Massenspektrometrie als Genauigkeitsmaßstab etablieren. Sowohl günstige Befunde (hohe Präzision, niedrige LOD) als auch ungünstige oder Nullbefunde (Immunoassay-Kreuzreaktivität, Überschätzung, Matrixeffekte) sind dokumentiert. Keine einzelne Methode ist universell überlegen; die Wahl hängt von der Forschungsmatrix und der erforderlichen Spezifität ab.

Wiederkehrende Limitationen umfassen Photodegradation bei der Probenhandhabung, Matrixinterferenzen in komplexen biologischen Proben, Interlaborvariabilität, wenn Immunoassays ohne MS-Kreuzvalidierung verwendet werden, und den Bedarf an zertifizierten Referenzmaterialien. Frühe RIA-Methoden ergaben häufig höhere Basalwerte als später MS-bestätigte Bereiche. Für Kataloganwender stützen diese Daten die Abhängigkeit von einer orthogonalen Bestätigung – typischerweise RP-HPLC-PDA für Reinheit und Abgleich der Retentionszeit, ESI-MS für die Bestätigung des Molekülions sowie NMR oder FTIR für die Strukturidentität – bei der Verifizierung von Forschungsmaterial. Chargenspezifische COAs sollten die Übereinstimmung mit diesen Techniken dokumentieren. Forschende, die zirkadiane, antioxidative oder rezeptorvermittelte Effekte untersuchen, profitieren davon, matrixgeeignete,

Alle hier besprochenen Informationen und Produkte sind ausschließlich für den Labor- und Forschungsgebrauch bestimmt. Nicht für die Anwendung am Menschen oder in der Veterinärmedizin. Nicht zur Diagnose, Behandlung, Heilung oder Vorbeugung von Krankheiten bestimmt.

vollständig validierte Assays zu wählen und vollständige Methodendetails zu berichten.

Melatonin ergänzt andere Katalogeinträge wie Glutathion und NAD in der Redox- und Neurobiologieforschung. Laboruntersuchende werden ermutigt, die spezifischsten verfügbaren Methoden anzuwenden, um eine reproduzierbare Charakterisierung der gelieferten Forschungsverbindung sicherzustellen.

Quellen

Primärliteratur aus PubMed, USP-Monographien und analytischen Fachzeitschriften (Kennaway-Übersicht 2019; USP-Modernisierungsstudien 2024; LC-MS/MS- und HPLC-Validierungsarbeiten). Alle Zitate entsprechen begutachteten Methodenentwicklungs-, Validierungs- oder Vergleichsstudien. Vollständige DOIs und PMIDs sind in den referenzierten Publikationen verfügbar.

Wortzahl: ≈ 1,720

Alle besprochenen Informationen und Produkte sind ausschließlich für den Labor- und Forschungsgebrauch bestimmt. Nicht für den menschlichen oder tierärztlichen Gebrauch. Nicht dazu bestimmt, eine Krankheit zu diagnostizieren, zu behandeln, zu heilen oder zu verhindern.

Alle hier besprochenen Informationen und Produkte sind ausschließlich für den Labor- und Forschungsgebrauch bestimmt. Nicht für die Anwendung am Menschen oder in der Veterinärmedizin. Nicht zur Diagnose, Behandlung, Heilung oder Vorbeugung von Krankheiten bestimmt.