

## Wymagania do egzaminu z toksykologii dla studentów IV roku Farmacji w roku akademickim 2025/2026

### Egzamin obejmuje wszystkie treści programowe wykładów i ćwiczeń

#### Cele i zadania toksykologii oraz rys historyczny jej rozwoju

**Podstawowe pojęcia z zakresu toksykologii:** substancja toksyczna, ksenobiotyk, trucizna, toksyna, toksyczność (ostra, podostra i przewlekła), dawka (rodzaje dawek), ekspozycja (ostra, podostra, przewlekła; zawodowa i środowiskowa), zatrucie (ostre, podostre, przewlekłe i wtórne), biomarker (narażenia, skutków zdrowotnych i wrażliwości). Klasyfikacja substancji toksycznych ze względu na stopień toksyczności.

**Podstawowe skróty używane w toksykologii:** LD<sub>50</sub>, NDS, NDSCh, NDSP, DSB, RfD, PTWI, ADI.

**Losy ksenobiotyków w ustroju:** transport ksenobiotyków przez błony biologiczne, metabolizm ksenobiotyków w zależności od drogi podania i narażenia – wchłanianie, dystrybucja, biotransformacja (reakcje I i II fazy biotransformacji, induktory i inhibitory enzymów mikrosomalnych, rola procesów biotransformacji w detoksykacji i aktywacji metabolicznej substancji chemicznych), kumulacja (materialna i czynnościowa) oraz wydalanie.

**Zagrożenia dla zdrowia stwarzane przez substancje chemiczne:** kumulacja w organizmie, zatrucia (ostre, podostre, przewlekłe i wtórne), efekty odległe - działanie mutagenne, kancerogenne (rakotwórcze) i teratogenne, zwiększone ryzyko chorób cywilizacyjnych, choroby zawodowe. Szacowanie ryzyka dla zdrowia stwarzanego przez substancje chemiczne.

**Mechanizmy działania toksycznego ksenobiotyków:** mechanizm receptorowy i pozareceptorowy, mechanizmy specjalne (śmierć komórki, utrata funkcji narządów); mechanizmy kancerogenezy chemicznej (genotoksyczny i epigenetyczny) oraz działania mutagennego i teratogennego. Ksenobiotyki endokrynnie czynne

**Czynniki warunkujące toksyczność ksenobiotyków:** właściwości fizykochemiczne substancji toksycznej (ze szczególnym uwzględnieniem budowy chemicznej), czynniki biologiczne (fizjologiczne - wiek, płeć, stan zdrowia, czynniki genetyczne i żywieniowe) i czynniki środowiskowe (natury fizycznej i chemicznej).

**Interakcje toksykologiczne:** definicja interakcji toksykologicznej, interakcje pomiędzy ksenobiotykami w fazie dostępności, w fazie toksykokinetycznej (na etapie wchłaniania, dystrybucji, biotransformacji i wydalania) i toksykodynamicznej (na etapie działania toksycznego); typy interakcji toksykodynamicznych (działanie addytywne, synergizm, potencjacja, działanie zespolone i antagonizm); interakcje pomiędzy ksenobiotykami, ze szczególnym uwzględnieniem interakcji alkoholu etylowego z ksenobiotykami, w tym lekami, oraz interakcje ksenobiotyków ze składnikami diety, ze zwróceniem uwagi na możliwość wykorzystania substancji odżywczych w profilaktyce zagrożeń dla zdrowia wynikających z narażenia na substancje toksyczne.

**Podstawy leczenia zatruc:** pierwsza pomoc w zatruciach ostrych drogą doustną i inhalacyjną oraz w przypadku kontaminacji skóry i oczu substancją chemiczną; odtrutki nieswoiste i swoiste stosowane w leczeniu zatruc.

**Toksykologia leków:** leki p/zapalne i p/bólowe (pochodne kwasu salicylowego, w tym kwas acetylosalicylowy, kwas p-aminosalicylowy i salicylamid, ibuprofen), paracetamol, metamizol, efedryna, kofeina, barbiturany, sulfonamidy, tetracykliny, pochodne benzodiazepiny, i leki stosowane w chorobach układu sercowo - naczyniowego (glikozydy nasercowe, leki p/arytmiczne, leki stosowane w nadciśnieniu) – mechanizm działania toksycznego, objawy zatrucia ostrego i skutki stosowania przewlekłego oraz diagnostyka zatruc, pierwsza pomoc i odtrutki stosowane w zatruciach tymi lekami; metody oznaczania ilościowego leków w materiale biologicznym i testy ich szybkiej identyfikacji do celów diagnostyki zatruc; leki dostępne bez recepty stosowane jako środki odurzające (dekstrometofan, pseudoefedryna, kodeina, dimenhydrinat).

**Toksykologia substancji psychoaktywnych i uzależniających:** typy toksykomanii wg WHO (morfinowy, barbituranowo - alkoholowy, kokainowy, cannabis - konopi indyjskich, amfetaminowy, khał, halucynogenów, lotnych rozpuszczalników) i ich charakterystyka szczegółowa; nowe narkotyki syntetyczne (dopalacze); nałogowe palenie tytoniu jako źródło ekspozycji przewlekłej na substancje chemiczne (skład dymu tytoniowego, działanie toksyczne składników dymu tytoniowego, skutki zdrowotne narażenia, w tym efekty odległe); alkoholizm (mechanizm powstawania uzależnienia i skutki zdrowotne nadużywania chronicznego alkoholu etylowego); uzależnienie od leków (lekomania); rodzaje środków dopingujących i aspekty toksykologiczne dopingująco; metody wykrywania i monitorowania stosowania substancji uzależniających i psychoaktywnych (szybkie testy wykrywania oraz metody aparaturowe identyfikacji i oznaczania ilościowego substancji uzależniających i psychoaktywnych i ich metabolitów w materiale biologicznym lub preparatach farmaceutycznych).

**Toksykologia gazów:** gazy duszące chemicznie (tlenek węgla(II), cyjanowodór, siarkowodór) i duszące fizycznie (tlenek węgla(IV), metan, etan, gazy szlachetne) oraz drażniące (tlenki azotu, tlenki siarki, pary amoniaku, chlor, chlorowodór, siarkowodór, fluor i fluorowodór, ozon) – źródła narażenia, mechanizm działania toksycznego, objawy zatruc (ostrych i przewlekłych), biomarkery narażenia; konsekwencje środowiskowe wynikające z zanieczyszczenia powietrza gazami (kwaśne deszcze, smog chemiczny i fotochemiczny, efekt cieplarniany, dziura ozonowa).

**Toksykologia rozpuszczalników organicznych:** charakterystyka ogólna (właściwości fizykochemiczne i toksykologiczne); toksykologia szczegółowa (metabolizm, mechanizm działania toksycznego, objawy zatruc ostrych i przewlekłych, skutki odległe działania) wybranych rozpuszczalników aromatycznych (fenol, benzen, toluen, ksylen, anilina) i alifatycznych – ropa i substancje ropopochodne, alkohole alifatyczne (alkohol metylowy, alkohol etylowy, glikol etylenowy), chlorowcopochodne węglowodorów alifatycznych (chloroform, trichloroetylen, tetrachlorek węgla) oraz disiarczku węgla i acetonu.

**Toksykologia metali:** kadm, ołów, rtęć, chrom, arsen, nikiel, cynk, żelazo, glin, selen, mangan – źródła narażenia, metabolizm, mechanizmy działania toksycznego, skutki zdrowotne narażenia (objawy zatruc ostrych i przewlekłych, skutki odległe); biomarkery narażenia; metale (cynk, selen, glin i chrom) stosowane w preparatach farmaceutycznych lub suplementach diety oraz skutki ich nadmiaru w organizmie.

**Toksykologia pestycydów:** podział pestycydów ze względu na zastosowanie, budowę chemiczną i stopień toksyczności; mechanizmy działania toksycznego i objawy zatruc związkami fosforoorganicznymi i karbaminianowymi, pyretroidami syntetycznymi, związkami bispirydyliowymi oraz pochodnymi kumaryny; diagnostyka zatruc; skutki zdrowotne zanieczyszczenia środowiska i żywności pestycydami; interakcje pestycydów z lekami.

**Toksykologia związków azotu (tlenki azotu, amoniak, azotany(III) i azotany(V), N-nitrozoaminy) oraz cyjanków:** źródła narażenia, toksyczność (mechanizm działania, objawy zatruc ostrych, skutki ekspozycji długotrwałej); diagnostyka zatruc; konsekwencje zanieczyszczenia środowiska związkami azotu.

**Toksykologia żywności:** źródła i rodzaje zanieczyszczeń żywności; substancje dodawane celowo do żywności (konserwanty, przeciwutleniacze, barwniki i inne); zanieczyszczenie żywności składnikami nawozów sztucznych, pestycydami i pozostałościami leków weterynaryjnych; substancje pochodzące z opakowań żywności i procesów jej obróbki; zanieczyszczenia żywności pochodzenia naturalnego (toksyny roślinne i mykotoksyny); substancje toksyczne w żywności pochodzące z zanieczyszczonego środowiska; skutki zdrowotne wynikające ze spożywania zanieczyszczonej żywności.

**Substancje toksyczne pochodzenia naturalnego:** rodzaje trucizn roślinnych (toksoalbuminy, kumaryny, alkaloidy, glikozydy, saponiny, żywice, olejki eteryczne); zagrożenia dla zdrowia wynikające ze spożycia wybranych roślin trujących (bieluń dziedzierzawa, pokrzyk wilcza jagoda, lulek czarny, szczwół plamisty, zimowit jesienny, szalejadawity, wawrzynek wilcze łyczo, tojad mocny, cis pospolity, rącznik pospolity, ciemniźnica biała, naparstnica purpurowa); zatrucia grzybami występującymi na terenie Polski wywołującymi: uszkodzenia narządów mięsnych, zaburzenia psychoneurologiczne, ostre nieżyt żołądkowo - jelitowy, reakcja typu disulfiram - alkohol etylowy, zatrucia toksynami zwierzęcymi (jady osy, pszczoły i żmii zygzakowatej).

**Podstawy toksykologii kosmetyków:** charakterystyka toksykologiczna podstawowych substancji chemicznych używanych w kosmetykach jako przeciwutleniacze, środki konserwujące, emulgatory, barwniki, substancje zapachowe, środki promieniochronne i baza; działania niepożądane kosmetyków (odczyny skórne, podrażnienie oczu i dróg oddechowych oraz działanie układowe). Ocena bezpieczeństwa składników recepturowych kosmetyków i gotowych produktów kosmetycznych.

**Podstawy toksykologii produktów chemii gospodarczej:** toksyczne związki chemiczne stosowane w produktach gospodarstwa domowego; szkodliwość dla zdrowia detergentów i mydeł oraz substancji żrących i wybielających. Pierwsza pomoc w zatruciach preparatami chemicznymi stosowanymi w gospodarstwie domowym.

**Podstawy toksykologii tworzyw sztucznych:** substancje chemiczne (monomery i substancje pomocnicze) stosowane do produkcji tworzyw sztucznych; rodzaje odpowiedzi ustrojowej na kontakt z tworzywami sztucznymi (alergie, procesy zapalne, uszkodzenia narządów i tkanek, zmiany nowotworowe); problemy związane z zanieczyszczeniem środowiska odpadami z tworzyw sztucznych i ich utylizacją.

**Toksykologia środowiskowa i zawodowa:** źródła i rodzaje zanieczyszczeń chemicznych powietrza, wody i gleby; monitoring narażenia zawodowego i środowiskowego: monitoring środowiska (pracy i środowiska naturalnego) i monitoring biologiczny (biomarkery narażenia i skutków zdrowotnych); konsekwencje dla środowiska wynikające z obecności związków chemicznych w powietrzu, wodzie i glebie; skutki zdrowotne zanieczyszczenia środowiska substancjami chemicznymi.

**Metody oceny toksyczności związków i preparatów chemicznych (toksykometria):** cele, kryteria, zakres i etapy badań toksykometrycznych; zależność dawka - efekt i dawka - odpowiedź; badanie toksyczności (ostrej, subchronicznej i przewlekłej) przy różnych drogach narażenia (doustna, inhalacyjna, skórna); badanie działania uczulającego, genotoksycznego, rakotwórczego, teratogennego i wpływu na płodność, rozrodczość i potomstwo oraz opóźnionego działania neurotoksycznego; badania w modelach na zwierzętach oraz metody alternatywne stosowane w badaniach toksykometrycznych (w tym metody stosowane do oceny toksyczności potencjalnych leków) i zasady ich wyboru; ocena toksyczności nanocząsteczek/nanomateriałów; badania toksykologiczne wymagane do rejestracji leków. Wykorzystanie metod toksykometrycznych w badaniach naukowych.

**Analiza toksykologiczna:** cele prowadzenia analiz toksykologicznych, specyfika analizy toksykologicznej, zasady doboru i poboru materiału do badań toksykologicznych (materiał biologiczny i inne próbki); metody wyodrębniania (mineralizacja, destylacja z parą wodną, technika head-space, mikrodyfuzja, ekstrakcja, aeracja), identyfikacji i oznaczania ilościowego (kolorymetryczne, spektrofotometryczne (UV-VIS, ASA), chromatograficzne (TLC, GC, GC/MS, HPLC, LC/MS)) stosowane w analizie toksykologicznej; diagnostyka laboratoryjna zatruc ostrych i przewlekłych, monitoring narażenia zawodowego i środowiskowego – monitorowanie środowiska pracy i środowiska naturalnego (z uwzględnieniem oceny zanieczyszczenia substancjami leczniczymi i ich metabolitami) oraz monitoring biologiczny (biomarkery), metody oceny zanieczyszczeń chemicznych surowców leczniczych, suplementów diety i żywności; zasady interpretacji wyników badań toksykologicznych.