

LIPID—VÍZ DISZPERZIÓK FÁZISÁTALAKULÁSÁNAK VIZSGÁLATA TERMO-DEPOLARIZÁCIÓS ANALÍZISSEL (TDA)*

SZABON JÁNOS és TÖLGYESI FERENC*

MTA Központi Fizikai Kutató Intézete,

* Semmelweis Orvostudományi Egyetem Biofizikai Intézete, Budapest

A lipid—víz diszperziók fizikai tulajdonságaik alapján a liotróp folyadékkristályok csoportjába tartoznak. A liotróp folyadékkristályok szinte minden élő rendszerben megtalálhatók (sejtmembránok lipid kettősrétege, velő szürke állománya, az idegrostok mielinrétege).

A liotróp folyadékkristályok is, mint általában a folyadékkristályok, optikailag anizotrópok (BATA 1973). Ennek alapján a bennük végbemenő szerkezetváltozások kimutatására felhasználhatjuk a termotróp folyadékkristályok vizsgálatánál már eddig is alkalmazott termooptikai módszereket. Ilyen módszer a termo-depolarizációs analízis (TDA).

Munkánkban ismertetjük a módszer elvét, bemutatjuk a vizsgálatokhoz összeállított mérőrendszert, beszámolunk az első mérési eredményekről, amelyeket DPPC** + víz, ill. DPPC + víz + felületaktív anyag diszperziókon nyertünk. Összehasonlítást teszünk a TDA és DSC módszerek érzékenysége között.

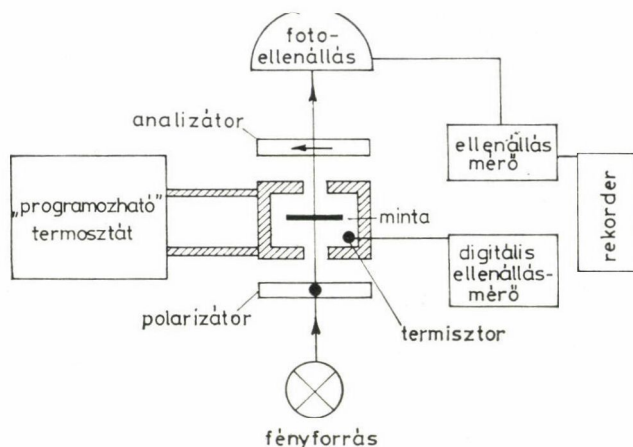
Mérési módszer

A termo-depolarizációs analízis elve igen egyszerű. Ha a vizsgálandó anyagot (folyadékkristályt) síkban polarizált fénnel világítjuk meg, a folyadékkristályok optikai anizotrópiája miatt a fénysugár az anyagon áthaladva depolarizálódik. Ha külső hatásra (pl. melegítésre) a folyadékkristály szerkezete, molekuláinak rendezettsége módosul, az átbocsátott fénysugár depolarizáltsága is változik. Merve a depolarizált fény intenzitását információt nyerhetünk a fázisátalakulás hőmérsékletéről, kinetikájáról.

Az 1. ábrán láthatjuk a fenti elvre épített mérőkészüléket. A kontakt-hőmérős termosztáttal egyenletes sebességgel ($\sim 0,01$ — $4,6$ °C/perc) lehet fűteni, ill. hűteni a mintát. A berendezés optikai része egy polarizációs mikroszkóp keresztezett állású polarizátorokkal. A fényintenzitás mérésére fotoellenállást és analóg kimenetű ellenállásmérőt használunk. A minta, pontosabban a

* X. Membrán Transzport Konferencián 1980. május 13—16. között Sümegen elhangzott előadás.

** DPPC = dipalmitoil-foszfátidilkolin



1. ábra. Mérőkészülék termo-depolarizációs analízisre

minta közvetlen környezetének hőmérsékletét termisztor — digitális ellenállásmérő párral mérjük, miután a termisztort előzőleg hitelesítettük. A hőmérsékletmérés pontossága $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

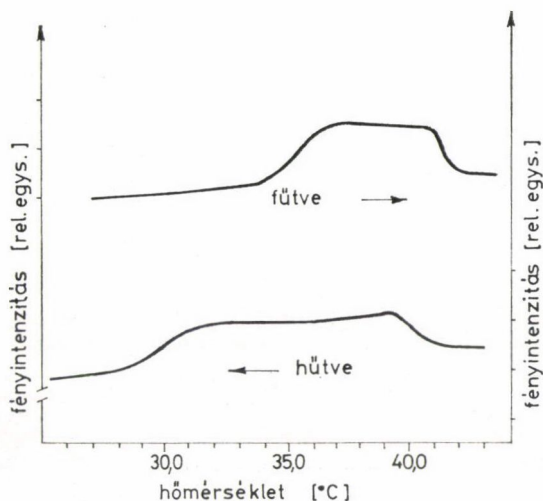
A termotróp folyadékkristályok körében már régóta végeznek TDA vizsgálatokat (BARRALL és SWEENEY 1968, MILLER 1972, SUTER 1974), de liotróp folyadékkristályokon tudomásunk szerint eddig nem történtek ilyen mérések.

Az egyik leggyakrabban vizsgált foszfolipid a DPPC, ezért első méréseinket ezzel az anyaggal végeztük.

Koch—Light gyártmányú DPPC-ből és vízből diszperziót készítettünk úgy, hogy a megfelelő mennyiségeket össze mérve az elegyet — a DPPC fő fázisátalakulási hőmérséklete fölött — $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on összeráztuk. A DPPC koncentrációja 342 mol/m^3 volt. A diszperzióból egy keveset két gondosan megtisztított üveglap közé helyeztünk. A vizsgálandó réteg vastagsága így legfeljebb néhány mikrométer volt.

Mérési eredmények

A fenti módszerrel kapott TDA-görbét a 2. ábrán láthatjuk. Az első fázisátalakulás fűtésnél $34,1\text{—}36,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ között jelentkezik. Ez az ún. „pretransition”. Ez a kristályos — kristályos átmenet, amikor pl. röntgendiffrakciós mérések (JANIAK és mtsai 1976) szerint egyebek mellett a lipid kettősrétegek „meggyűrődnek”. Ebből eredően megnövekszik a fényszórás és ez okozhatja a depolarizált fény intenzitásának növekedését. A jól ismert fő fázisátalakulás („main transition”) $40,7\text{—}41,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ között van, ekkor a lipidmolekulák szén-



2. ábra. DPPC + víz diszperzió TDA-görbéje. A fűtés, ill. hűtés sebessége 0,4 °C/perc

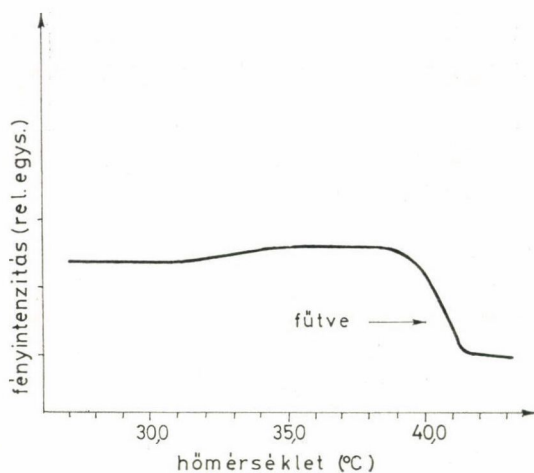
láncainak konformációja ugrásszerűen megváltozik, megnő az ún. „gauche”-ok száma (GABER és mtsai 1978). Méréseink szerint a „pretransition” túlhűthető, hűtésnél 31,3–28,4 °C között zajlik le.

SZŐGYI és mtsai vizsgálták felületaktív anyagok, a nonil-fenil-etilén-oxid polimer sor hatását DPPC liposzómák permeabilitására és e hatás összefüggését az illető anyagok biológiai aktivitásával (SZŐGYI és mtsai 1980). Kísérleteik szerint a leghatékonyabbnak a 9 etilénoxidot tartalmazó tag bizonyult. Ehhez a kísérletsorozathoz kapcsolódva megmértük ez utóbbi felületaktív anyag hatását a DPPC + víz diszperzió fázisátalakulási hőmérsékleteire. A mintakészítés az előzőekben már leírt módon történt, azzal a különbséggel, hogy most a diszperzióhoz az említett felületaktív anyagból is adtunk, 38 mol/m³ koncentrációban. Eredményül a 3. ábrán látható görbét kaptuk.

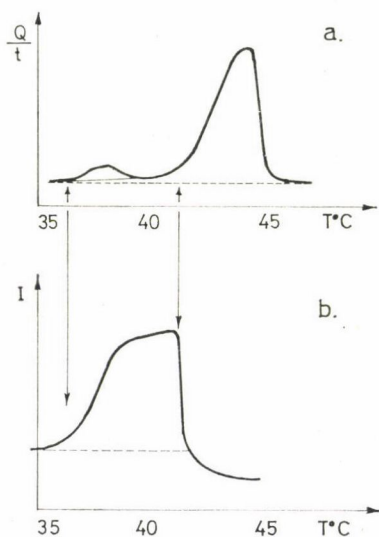
A változás az előbbi görbéhez képest szembevetendő: a „pretransition”-kor fellépő intenzitásnövekedés jelentősen lecsökkent; másrészt mind a két fázisátalakulás az alacsonyabb hőmérsékletek felé tolódott el (31,6–34,5 °C, ill. 40,1–41,2 °C), a „pretransition” jelentősebb mértékben. Ebből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a vizsgált felületaktív anyag a „pretransition” jelenségére van nagyobb hatással.

A fázisátalakulások vizsgálatára az egyik legelterjedtebb módszer a differenciál szkenningskalorimetria (DSC). Annak érdekében, hogy ezzel összehasonlíthassuk a TDA-t, a két módszerrel párhuzamosan végeztünk méréseket. Mintaként ismét a fentebb leírt DPPC + víz diszperzió szerepelt. Eredményünk a 4. ábrán látható.

Az összehasonlításból kitűnik, hogy — ellentétben a DSC-vel — a TDA módszerrel ugyanolyan érzékenyen tudjuk detektálni a „pretransition”-t



3. ábra. DPPC + víz + felületaktív anyag diszperzió TDA-görbéje. A fűtés sebessége 0,4 °C/perc



4. ábra. DPPC + víz diszperzió DSC (a) és TDA (b) görbéje azonos fűtési sebesség mellett

mint a fő fázisátalakulást. Termotróp folyadékkristályokkal végzett mérések tapasztalata szerint van olyan átalakulás, amelyet DSC-vel nem lehet észlelni, TDA-val viszont igen; ez igaz fordítva is (SUTER 1974). Így a két módszer együttes alkalmazása látszik célszerűnek. A TDA módszer további előnye — mint láttuk — hogy nem igényel drága műszert és a vizsgálatokhoz kis anyagmennyiség is elegendő.

IRODALOM

- BARRALL, E. M., J. SWEENEY: *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* **5**, 257 (1968).
BATA, L.: *Folyadékkristályok*, jegyzet KFKI (1973).
GABER, B. P., M. YAGER, W. L. PETICOLAS: *Biophys. J.* **21**, 161 (1978).
JANIAK, M. J., D. M. SMALL, G. G. SHIPLEY: *Biochem.* **15**, 4575 (1976).
MILLER, G. W.: *Thermochimica Acta* **3**, 467 (1972).
SUTER, H.: *G-I-T Fachzeitschrift für das Laboratorium* **18**, 1251 (1974).
SZŐGYI, M., CSERHÁTI, T., SZABON J.: *MTA Biol. Oszt. Közl.* **24**, (1981).