

Comparative plant anatomical studies conducted on different soybean (*Glycine max* L.) varieties

Összehasonlító növényanatómiai vizsgálatok szója fajtákon

egedbence@gmail.com

1University of Debrecen MÉK, Department of Applied Plant Biology, H-4032 Debrecen, Böszörményi street 138, MSc student

2University of Debrecen MÉK, Department of Applied Plant Biology, H-4032 Debrecen, Böszörményi street 138, PhD student

3University of Debrecen MÉK, Department of Applied Plant Biology, H-4032 Debrecen, Böszörményi street 138, assistant professor

Szakirodalmi áttekintés

A gyakran XX. századi karriernövényként definiált pillangósvirágúak (*Fabaceae*) családjába tartozó szójabab (*Glycine max* L.) őshazája Kelet-Ázsiában, az é. sz. 20-45°-a között lokalizálódik. Termesztésének központja a II. világháborút követően fokozatosan Nyugatra tevődött át, amit alátámaszt, hogy az USA-ban 33,5 millió ha-on folyik szójatermesztés a világszerte szója által elfoglalt 121,5 millió hektárból. A világon vetésterület alapján az 5. legnagyobb területen termesztett szántóföldi kultúrnövény (Antal, 2005). A világ növényiolaj felhasználásának 20%-a szója származású, magjának magas olaj-(18%) tartalmának következtében olajnövényként kerül a nemzetközi köztudatba (Balikó-Bódis, 2007, Ábrahám, 2016). Kedvező aminosav összetételének köszönhetően olyan növényi alapú fehérjét biztosít, amivel a növekvő népesség optimális fehérjeforrását jelentheti különféle élelmiszertermékek, például tofu, szójatej és különböző húsanalogok formájában. Magyarországon inkább fehérjenövényként tartják számon (Antal, 2005). A szójabab a magyarországi növénytermesztésbe is előtérbe került az elmúlt években, hiszen GMO termékek előállítását hazánkban moratórium tiltja, aminek visszaszorítására, ezáltal a növényifehérje termelés fejlesztésére már születnek javaslatok. Bár a szójabab közepes adaptációs mechanizmussal rendelkező növényként került a hazai köztudatba (Antal, 2005), növényanatómiai jellemzői lehetővé teszik, hogy az egyes fajták fiziológiai tulajdonságaira és adaptációs képességére következtessünk.

A levél morfológiája

A szója ontogenezise során, merisztemoidok működése eredményeként kialakuló levelek botanikailag és morfológiailag négy különböző csoportba sorolhatók (Lersten és Carlson 2016)

A korai vegetatív fázisban a magvak epigeikus csírázásának eredményeként egy sziklevel pár jelenik meg a hajtáson. A sziklevelek feletti internódiumot követő első nóduszról egy pár egyszerű levél ered, majd a vegetatív fázis előrehaladtával kialakulnak a fotoszintetikus lombozatot alkotó, átellenes levélállással jellemezhető hármasan összetett levelek, amelyek alakja az önárnyékolás szempontjából játszik fontos szerepet. A negyedik levéltípus, a profillum, ami a kétszikű növényekre jellemző módon párosan előforduló egyszerű levélpár az egyes oldalhajtások eredési pontjainál. Antal (2005) alapján a csúcslevelek morfológiája a fajtaazonosítás egyik alappillére.

A szójabab dorziventrális (bifaciális) levelének szövettani paraméterei befolyásolhatják a biotikus és abiotikus stresszhatásokkal szembeni ellenálló képességet, így a növényanatómiai paraméterek ismeretében összehasonlíthatók az egyes fajták értékmérő tulajdonságai (Mangena, 2018).

Szövettani vizsgálatok

A levéllemez színi és fonáki oldalát az alsó –és felső epidermisz borítja, körülvéve a mezofillumot. Az epidermiszt lapos, enyhén vastagodott radiális sejtfalakkal rendelkező sejtek alkotják (Lersten and Carlson, 2016).

Sharkey (2015) a lúdfű (*Arabidopsis thaliana*) levelének vizsgálata során megfigyelte, hogy a megfelelő mennyiségű biomassa produkció egyik indikátorának tekinthető a levéllemez vastagsága. Hasonló

eredményre jutott Kisvarga (2020) aki *Ocimum basilicum* vegetatív szerveinél állapította meg, hogy a szöveti paraméterek fontos szerepet játszanak a fajták gyakorlati felhasználásban (Kisvarga és mtsai, 2020).

Julia és munkatársai (2019) eredménye alapján az általuk vizsgált 10 különböző szójafajta levéllemezeinek vastagsága 0,17 és 0,31 mm közé esett (Julia et al., 2019). Legmagasabb értéket (0,31 mm) a Brg/Myp-3, míg legalacsonyabb értéket (0,17 mm) a Grb/Lwt-17 nevű fajta esetében tapasztalták.

Az alkalmazkodási területeiken széles körben termesztett Chippewa 64 és Corsoy szójafajtákon végzett tanulmány szerint, a palisad és szivacsos mezofillum egyidejű megvastagodása eredményezi a levéllemeze vastagodását, illetve megfigyelték, hogy bizonyos esetekben a legvastagabb levelek mezofillumában egy harmadik palisad réteg is kialakulhat (Lugg and Sinclair, 1980).

A kutikula vastagságából a vizsgált fajták szárazságtűrésére lehet következtetni, illetve „első védelmi vonalként” részt vesz a patogénnel szembeni védekezésben, ugyanis fertőzés során a nem optimális kutikulaszerkezettel rendelkező növények termőképessége jelentősen csökkenhet (Julia et al., 2019).

A bőrszöveti merisztemoidok inekvális osztódása során kialakuló trichómák egységnyi felületre eső száma, habitusa és növekedési iránya befolyásolhatja a levelek kártevőkkel szembeni ellenállóképességét, védelmet nyújtanak az erőteljes hőingadozásokkal szemben. A szójabab hajtásain többszörű trichómák alakulnak ki, amelyek egy hosszabb, 0,5-1,5 mm-es disztális, valamint egy rövidebb bazális sejtből állnak, amelyek módosult epidermisz sejtekből emelkednek ki. A trichómák enyhén ferdén helyezkednek el a levelek csúcsa és széle felé, egymástól körülbelül 1mm-es távolságban a levélfelület 10%-át alkotva (Lersten and Carlson, 2016).

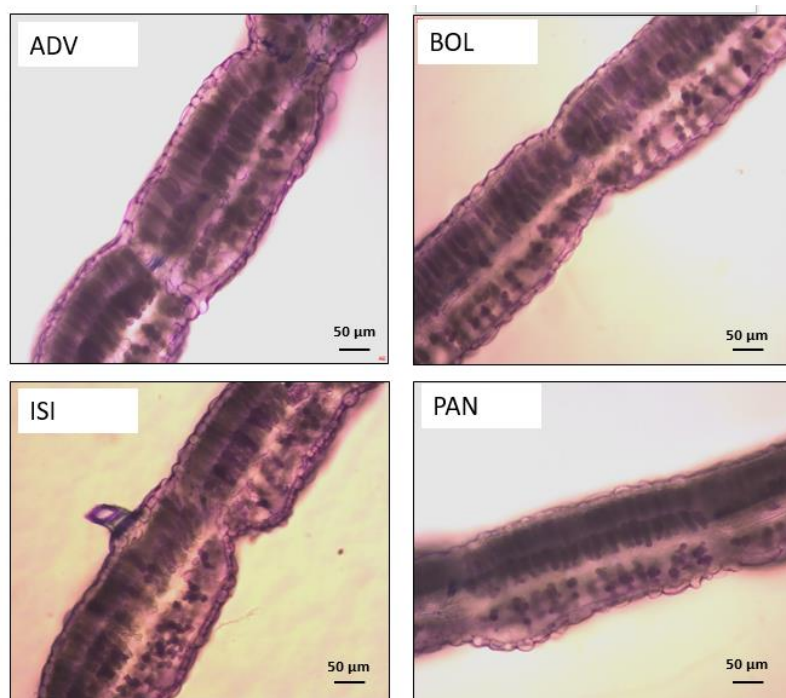
Anyag és módszer

A kísérlet a DE MÉK bemutató kertjében került beállításra, ahol a vetés 2020 májusában valósult meg. A magok vetése 4,52 m² nagyságú parcellákban történt, ahol 24 x 10 centiméteres vetéstávolságot használtunk. A kisparcellás kísérletben randomizált blokk elrendezést alkalmaztunk, amiben 4 fajta *ADVISOR*, *BÓLYI 612*, *PANNÓNIA KINCSE*, *ISIDOR* szerepelt fajtánként 3 ismétléssel. A mintavételezés a vetést követő 47. napon történt. A szegélyhatás elkerülése érdekében az állomány központi, azonos fenológiai stádiumban lévő növények 5. nóduszáról eredő levelek kerültek begyűjtésre. Konzerváláshoz Strasbourger – Flemming oldatot alkalmaztunk, ami glicerín : víz : alkohol 1 : 1 : 1 arányú elegye. A levél szövettani elemzéséhez ismétlésenként 3 különböző növény került felhasználásra. A növényenkénti 15 keresztmetszetet elkészítése pengék segítségével valósult meg, amit a tapasztalati úton szükségesnek vélt 4 órás derítés követett. A metszetek festéséhez 0,2 %-os Toluidinkék festékanyagot alkalmaztunk. A vizsgált paraméterek a következők voltak: Alsó és felső epidermisz, mezofillum, levéllemeze és kutikula vastagság. A keresztmetszetek mikroszkópikus elemzését követően az adatokat one-way ANOVA, Tukey HSD és Welch-próba segítségével hasonlítottuk össze ($p < 0,05$). Az adatok középértékének meghatározása számtani közép, míg eloszlásuk definiálásához szórást alkalmaztunk.

Eredmények

A szójalevél szövettani vizsgálatai

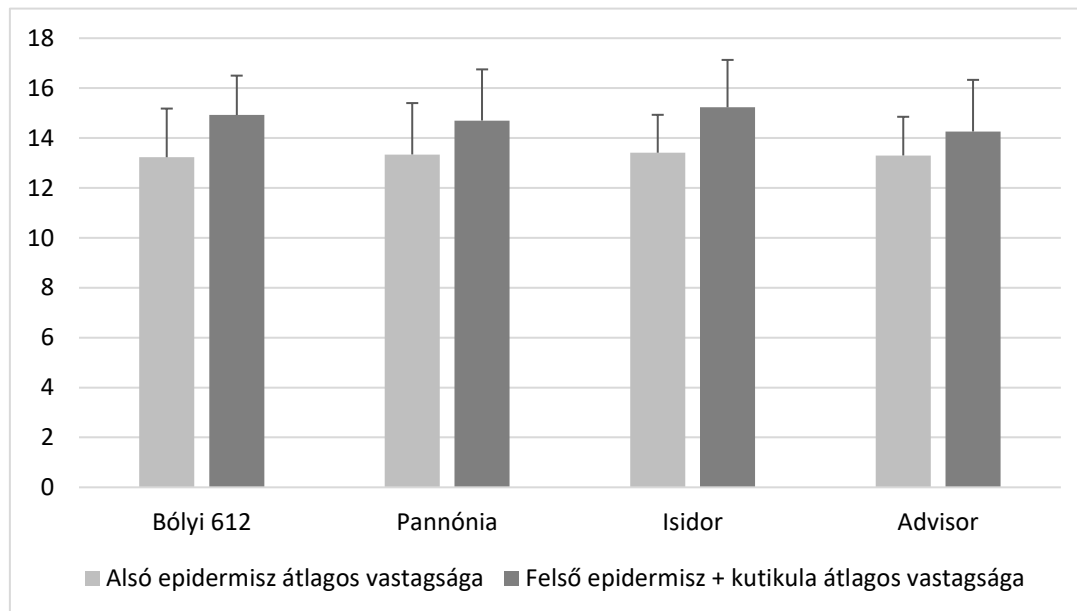
Általános szövettani vizsgálatok során megállapítottam, hogy a szójabab dorziventrális levelének szöveti felépítése egy klasszikus kétszikű növény mintáját követi, tehát három fő szövettípusból áll: bőrszövet, alapszövet, szállítószövet. A leveleket alkotó sejtrétegek száma viszonylagos állandóságot mutat, ami szójabab esetében 7-8 réteg a levéllemezeben. A levél heterogén mezofillumát öt-hat belső sejtrétegből áll. Az adaxiális epidermisz alatt található két réteg palisad parenchima a felületre merőleges irányba megnyúlt oszlopos sejtekből áll, amelyek mindegyike tartalmaz kloroplasztiszt. A szivacsos mezofillum két vagy három sejtrétegből áll az alsó epidermiszig, ahol a sejtek szabálytalanul parenchimatikusak, szembevető intercelluláris terekkel rendelkeznek, valamint kevesebb kloroplasztiszt tartalmaznak, mint a palisad sejtek. Az alsó és felső epidermális felületet egyaránt vékony kutikularéteg borítja (1.ábra).



1. ábra - A vizsgált fajták szövettani összehasonlítása

A vizsgált paraméterek statisztikai értékelése

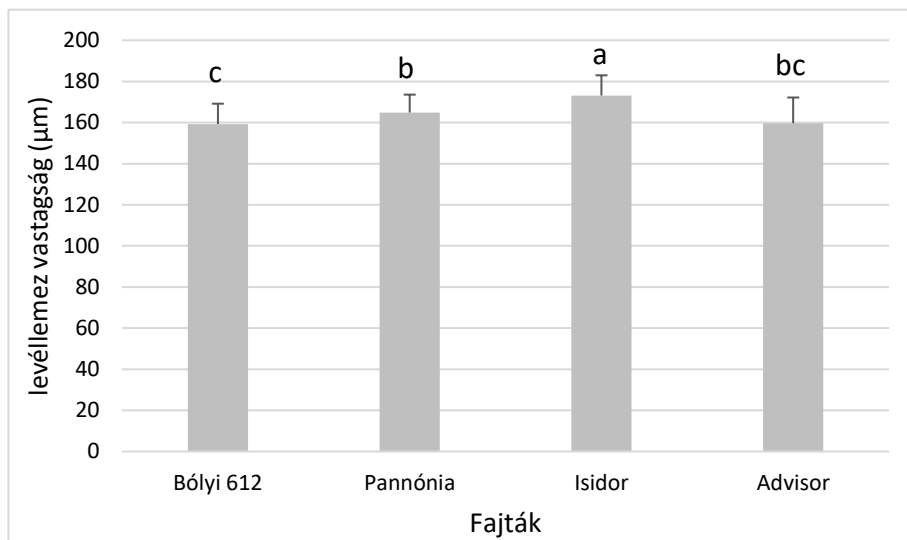
Az általános szöveti jellemzést követően, számszerűsíthető módon kimutatható eltérések meghatározására törekedtünk az egyes fajták értékmérő tulajdonságai között.



2. ábra - Az alsó és felső epidermális sejtek vastagsága fajtánként (átlag $\pm$ SD)

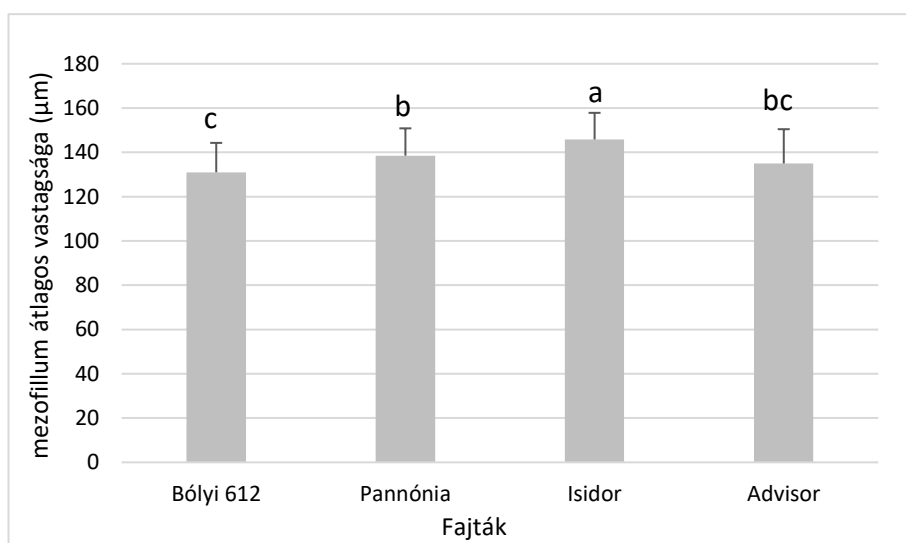
A szójabab *felső és alsó epidermiszének* vizsgálata során a fajták között nem volt tapasztalható szignifikáns különbség (2. ábra). Az általunk végzett mérések alapján a felső epidermális sejtek vastagsága minden esetben nagyobb átlagértékkel jellemezhető, mint az alsó epidermális sejteké. Az alsó epidermisz vastagságának vizsgálata során legalacsonyabb átlagértéket a Bólyi 612 fajta (13,23 µm), legmagasabb átlagértéket az Isidor fajta (13,41 µm) esetében tapasztaltuk, míg a felső epidermisz esetében a minimális átlagérték az Advisor (14,26 µm), maximális átlagérték ismét az Isidornál (15,23 µm) jelentkezett.

A szójabab *levéllemez* vastagságának vizsgálata során az Isidor fajta levéllemezének vastagsága mindhárom vizsgált fajtától különbözött, illetve szignifikáns különbség tapasztalható a Bólyi 612 és Pannónia fajták levéllemezének átlagos vastagsága között (3.ábra).



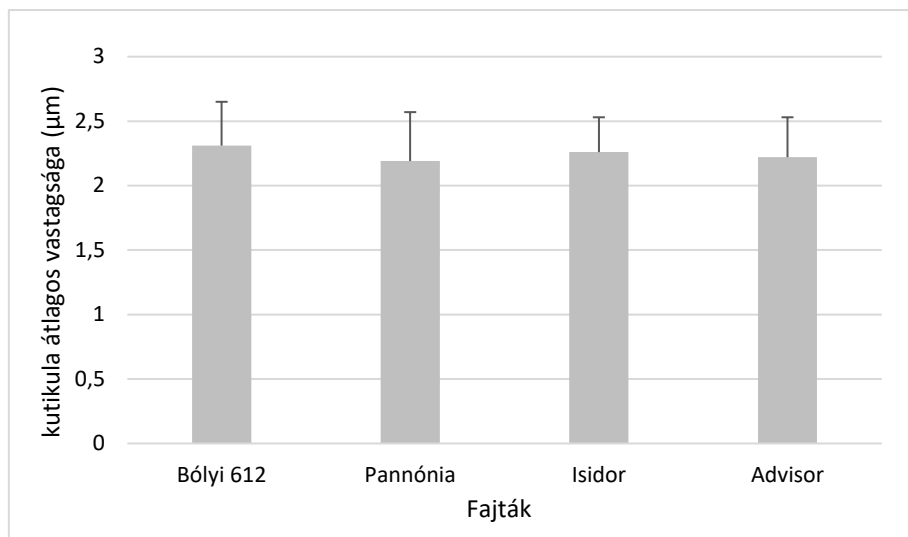
3. ábra - Levéllemez vastagsága fajtánként (átlag $\pm$ SD)

Legmagasabb átlagértékkel az Isidor (173,15 µm), legalacsonyabb átlagértékkel a Bólyi 612 fajta (159,29 µm) volt jellemezhető. A levéllemezvastagság vizsgálata során tapasztalt fajták közötti szignifikáns különbségeket (Jumrani et al., 2017) eredményei is alátámasztják. 12 fajtán végzett kísérleteik során a levéllemez vastagság maximumát az NRC7 (188.1µm), minimumát az NRC37 (142.2 µm) esetében tapasztalták.



4. ábra - Mezofillum vastagsága fajtánként (átlag $\pm$ SD)

A levél *mezofillumának* vizsgálata során a fajták között szintén szignifikáns különbséget sikerült kimutatni (4. ábra). A különbségek a levéllemez esetével megegyező módon voltak tapasztalhatók, tehát az Isidor fajta mezofillum vastagsága mindhárom vizsgált fajta mezofillum vastagságától különbözik, illetve szignifikáns különbség tapasztalható a Bólyi 612 és Pannónia fajták mezofillumának átlagos vastagsága között.



5. ábra - Kutikula vastagsága fajtánként (átlag $\pm$ SD)

A *kutikula* esetében nem volt kimutatható szignifikáns különbség a fajták között. A fajták kutikula vastagságának elemzése alapján legalacsonyabb átlagértéket a Pannónia, legmagasabb átlagértéket az Bólyi 612 fajta esetében tapasztaltam, amiből nagyobb szárazságtűrőképességre lehet következtetni.

Konklúzió

A szójabab (*Glycine max* L.) vegetatív szerveinek vizsgálata kimutatta, hogy általános szöveti felépítése egy klasszikus kétszikű növény mintáját követi. A levéllemez három fő szövettípusból épül fel; bőrszövet, alapszövet, szállítószövet. A fajták közötti összehasonlító szövettani mikroszkópos elemzés során minimális eltérések tapasztalhatók a levél esetében. A tapasztalható minimális eltérések a következők voltak: trichómák száma, szilárdító alapszövetek sejtsorai, szállítónyalábok száma, elrendeződése.

Számszerűsíthető módon kimutatható eltéréseket sikerült meghatározni az egyes fajták növényanatómiai paramétereit között, amit (Jumrani et al., 2017) eredményei is alátámasztanak. A levéllemez adatainak statisztikai kiértékelését követően a vizsgált 5 paraméterből 4 esetében az *ISIDOR* fajta érte el a legmagasabb átlagértéket, ami alapján optimális értékmérő tulajdonságokra számíthatunk.

A levéltömeg-növekedés egyik meghatározó faktorának számító levéllemez vastagság kvantifikálása során is kiemelkedett az *ISIDOR* a vizsgált fajták közül, ami nagyobb mennyiségű biomassza produkcióra ad következtetést és fajtaelőnyt jelenthet (Sharkey, 2015).

Irodalomjegyzék

1. Antal – Izsáki: Növénytermesztés 1. (2005)
2. Julia, N, S Zubaidah, és H Kuswantoro. 2019. „Morphological and Anatomical Characteristics of Leaves of Ten Soybean (*Glycine Max* L. Merrill) Lines”. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 276 (június): 012027. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/276/1/012027>.
3. Jumrani, Kanchan, Virender Singh Bhatia, és Govind Prakash Pandey. 2017. „Impact of Elevated Temperatures on Specific Leaf Weight, Stomatal Density, Photosynthesis and Chlorophyll Fluorescence in Soybean”. *Photosynthesis Research* 131 (3): 333–50. <https://doi.org/10.1007/s11120-016-0326-y>.
4. Lersten, Nels R., és John B. Carlson. 2016. „Vegetative Morphology”. In *Agronomy Monographs*, szerkesztette Richard M. Shibles, James E. Harper, Richard F. Wilson, és Randy C. Shoemaker, 15–57. Madison, WI, USA: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr16.3ed.c2>.

5. Lugg, D. G., és T. R. Sinclair. 1980. „Seasonal Changes in Morphology and Anatomy of Field-grown Soybean Leaves ¹”. *Crop Science* 20 (2): 191–96.
<https://doi.org/10.2135/cropsci1980.0011183X002000020011x>.
6. Mangena, Phetole. 2018. „Water Stress: Morphological and Anatomical Changes in Soybean (Glycine Max L.) Plants”. In *Plant, Abiotic Stress and Responses to Climate Change*, szerkesztette Violeta Andjelkovic. InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.72899>.
7. Sharkey, Thomas D. 2015. „The Relationship between Leaf Area Growth and Biomass Accumulation in Arabidopsis Thaliana”. *Frontiers in Plant Science* 6: 21.
8. Balikó - Bódis: A szója termesztése (2007)
9. Kisvarga, Szilvia, Döme Barna, Szilvia Kovács, Gábor Csatári, Ibolya O. Tóth, Miklós Gábor Fári, Péter Makleit, Szilvia Veres, Tarek Alshaal, és Nóra Bákonyi. 2020. „Fermented Alfalfa Brown Juice Significantly Stimulates the Growth and Development of Sweet Basil (Ocimum Basilicum L.) Plants”. *Agronomy* 10 (5): 657. <https://doi.org/10.3390/agronomy10050657>.

A prezentáció AZ INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI MINISZTERIUM ÚNKP-20-2-1 KÓDSZÁMÚ ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK A NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS ALAPBÓL FINANSZÍROZOTT SZAKMAI TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT.