

Eötvös Loránd Tudományegyetem
Természettudományi Kar
Földrajz- Földtudományi Intézet
Meteorológiai Tanszék

A móri borvidék éghajlati adottságainak elemzése

Szakdolgozat

Készítette:

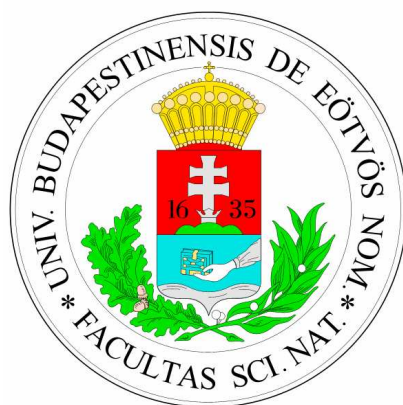
Mesterházy Ildikó

Földtudomány BSc–meteorológus szakirány

Témavezető:

Dr. Mészáros Róbert

adjunktus



Budapest, 2011.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
2. A szőlő életfunkcióit befolyásoló tényezők	5
2.1. A szőlő életszakaszai	5
2.2. Ökológiai tényezők	7
2.2.1. Biotikus tényezők	7
2.2.2. Edafikus (talajtani) tényezők	8
2.2.3. Klimatikus tényezők	8
2.2.3.1. Sugárzás	8
2.2.3.2. Hőmérséklet	9
2.2.3.3. Nedvesség	11
2.2.3.4. Szél	12
2.2.3.5. A szőlőtermesztés klímaindexei a nemzetközi szakirodalomban.....	13
2.3. A művelésmód szerepe	15
2.4. A klímaváltozás hatásai a szőlőtermesztésre	16
3. A móri borvidék bemutatása	20
3.1. Táj- és település-földrajzi helyzet	20
3.2. Földtani jellemzők	20
3.3. Talajviszonyok	21
3.4. Vízügyi adottságok	23
3.5. Növényföldrajz	24
3.6. Éghajlati viszonyok	24
4. A móri borvidék éghajlati adottságai a szőlőtermesztés tükrében	26
4.1. Napsugárzás	26
4.1.1. A radiotermikus index Magyarországon, illetve a móri borvidéken	26
4.2. Lég- és talajhőmérséklet	29
4.2.1. Fagykárbecslés Magyarországon: Az F-index	30
4.2.1.1. A szőlő téli kritikus hőmérsékleti értékeinek gyakorisága Magyarországon	30
4.3. Szél	35
4.4. Csapadék, párolgás és légnedvesség	35
5. A felhasznált adatbázis	36
6. Módszer és eredmény	37
7. Összefoglalás	42
Köszönetnyilvánítás	43
Irodalomjegyzék	44
Függelék	46

1. Bevezetés

Magyarországon éghajlati adottságai miatt mindig nagy szerepe volt a mezőgazdaságnak és ezen belül a szőlőtermesztésnek is. Mór térségében már a római korban is műveltek szőlőskerteket, de igazán jelentős áttörés csak a XVII–XVIII. század folyamán történt, amikor kapucinus szerzetesek és német telepesek érkeztek a vidékre. Ekkor forrt össze Mór neve az Ezerjő szőlő- és borfajtával. Jó években, amikor beindul a szürkerothadás, ami egy gombás fertőzés, kiváló aszú készíthető az Ezerjő fajtából (Bodnár, 2007). 1928-ban önálló borvidékké vált Mór és környéke, amely korábban az ászár-neszményi borvidékhez tartozott (Török és Mercz, 1997; Schwatz, 2002).

Ahhoz, hogy megértsük, mi tette Mórt az Ezerjő hazájává, meg kell ismernünk a szőlő és környezete közti kapcsolatot. Dolgozatomban először a szőlőnövény életének szakaszait mutatom be, mely hazánkban éves ciklikusságot mutat. Ezt követően sorra veszem azokat a környezeti tényezőket, melyek hatást gyakorolnak a szőlő fejlődésére. Ezen belül az éghajlat szerepével foglalkozom részletesebben, de megemlítek más, például talajtani vagy élettani hatást is, melyek nem hanyagolhatók el egy terület szőlőtermesztési lehetőségeinek leírása során. Az elmúlt évtizedekben több olyan mérőszámot határoztak meg, melyek az egyes térségekre jellemző (döntően éghajlati) adottságok segítségével írják le egy terület termőképességét és azt, hogy mely fajták termesztésére ideálisak az adott körülmények. Ha ezeknek az indexeknek a számításakor klímamodellek adatait is figyelembe vesszük, kimutatható, hogy a késői érésű fajták termesztése biztosabbá válhat, és emellett várhatóan a vörösbor adó szőlőfajták aránya is nőni fog.

A szőlő életének, és az azt befolyásoló tényezőknek jellemzése után, a móri borvidék bemutatásával folytatom dolgozatomban. A táj- és település-földrajzi jellemzést követően a Móri-árok és a Vértes, melyek területileg a móri borvidéket alkotják, kialakulásának, talajtani, vízrajzi, növényföldrajzi és éghajlati adottságainak bemutatása következik.

Azt, hogy az előzőekben leírt klimatikus tényezők milyen hatással vannak a szőlőtermesztésre a móri borvidéken, egy önálló fejezetben fejtem ki. Bemutatom a sugárzási és hőmérsékleti viszonyok, valamint a szél és a csapadék szőlőtermesztésre gyakorolt hatását a móri borvidék esetében.

Végezetül saját adatfeldolgozás segítségével támasztom alá a korábban már bemutatott hatásokat. A rendelkezésemre álló hőmérsékleti, csapadék, növényfenológiai és termés adatokból csak közelítő számításokat tudtam végezni, de a tendenciák ebből is

láthatók. A szőlő terméshozama nemcsak az időjárástól függ, hanem talajtani és élettani tényezőktől is, így az egyes évek termésének minőségét nem lehet kizárólag a klimatikus viszonyok függvényében vizsgálni. Ugyanakkor a móri borvidék kis területéből fakadóan ezen tényezőkkel kapcsolatban általános becsléssel élhetünk.

2. A szőlő életfunkcióit befolyásoló tényezők

A hazánkban túlnyomórészt elterjedt szőlőfaj, illetve annak faj- és fajtahibridei, a mediterrán eredetű eurázsiai kerti szőlő (*Vitis vinifera*), mely nagy hő és fényigényű (*Dunkel et al.*, 1981). A szőlőnövény állandó kapcsolatban van környezetével, melynek legfontosabb ökológiai tényezői az éghajlati (klimatikus) adottságok, a talajviszonyokkal kapcsolatos (edafikus), és az élő (biotikus) tényezők. Ha a szőlőtőke ideális ökológiai környezetben él, akkor életfunkciói kedvezőek, vagyis fejlődésében semmilyen rendellenesség nem következik be (*Botos és Hajdú*, 2004).

2.1. A szőlő életszakaszai

A szőlőtőke élete az ültetéstől az elhalásig tart. Az ültetést követően a szőlőnövény életfolyamatait teljes mértékben környezete szabályozza. A növény ritkán hoz már az első évben is termést. Miután a szervezete legnagyobb mértékben kifejlődött, jellemzően csak azután terem. Magyarországon intenzív termesztési mód mellett 25–30 évig él egy szőlőnövény. Fejlődésének végső szakasza az elöregedés. Ez lehet biológiai vagy üzemi öregedés. Az előbbi a tőke törzsén és ágain jelentkező szövetelhalások, gyengébb hajtások és kevesebb termés formájában jelentkezik. Üzemi elöregedésről beszélünk, mikor a tőke termőképessége már annyira lecsökken, hogy fenntartása már nem gazdaságos.

Az említett életúton belül a mérsékelt övezetben egy évről évre ismétlődő ciklus szerint zajlik a szőlő fejlődése. Ezt biológiai ciklusnak nevezzük. Ennek két szakasza van. A tenyészidő vagy vegetációs periódus¹ a szőlőnövény életének azon szakasza, mely a nedvkeringés megindulásától a lombhullásig tart. Ezt minden esetben egy téli nyugalmi szakasz követ.

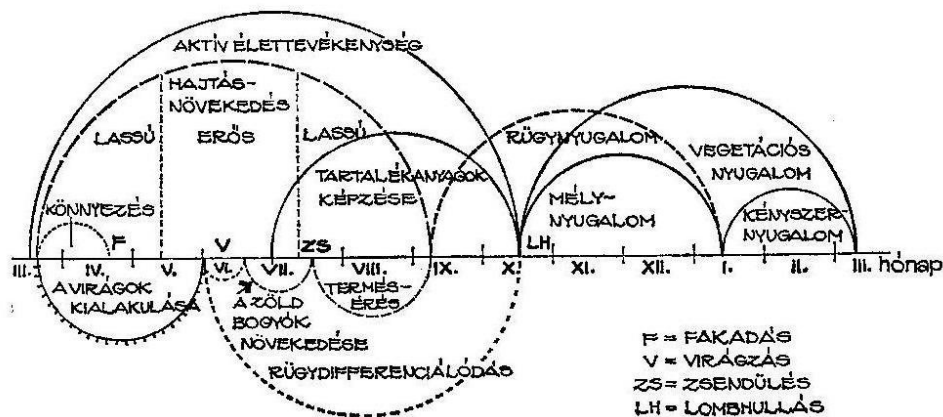
A vegetációs periódus további szakaszokra, úgynevezett vegetációs vagy fenológiai fázisokra lehet bontani. Ezek a fázisok vagy követik egymást, vagy egyes szakaszok több fázison keresztül is tarthatnak (1. ábra).

A vegetációs periódus első fázisa a könnyezés, mely a nedvkeringés beindulását jelzi. Az elnevezés arra utal, hogy ha ekkor a tőkén sebet ejtünk, abból nedv szivárog. Ezzel azonban vigyázni kell, mert ha a könnyezési nedv ráfolyik a rügyre, akkor „bevakíthatja”, ami azt jelenti, hogy a rügy nem hajt ki. A könnyezés Magyarországon általában február végén, március elején következik be, amikor a talaj 20 cm-es mélységében a hőmérséklet

¹ Praktikus okokból ezt a szakaszt április 1-től szeptember 30-ig számoljuk (*Kiss*, 1992). Néha azonban a tavaszi rügyfakadástól az érés bekövetkeztéig (*Varga et al*, 2007).

már legalább 8 °C.

Ezt követi a rügyfakadás, mely többnyire a március vége és április közepe közti időszakra tehető. A fakadás idejét a levegő hőmérséklete határozza meg. Ha a napi átlaghőmérséklet tartósan 10 °C feletti, megindul a rügyfakadás, mely a hajtásnövekedéssel folytatódik. Ez utóbbi folyamat is függ a levegő hőmérsékletétől, de a tápanyag-felvételi viszonyoktól is. Ebből következik, hogy a növekedés üteme változó. Általában májusban fokozódik, majd virágzáskor lelassul, melyet egy újbóli erősödés követ. Zsendüléskor ismét lassul a növekedés, majd megáll.



1. ábra: a szőlő évi biológiai ciklusai és vegetációs fázisai (Forrás: Oláh, 1979)

A virágzás időszaka május vége, június eleje. Ez a folyamat optimális körülmények között (25 °C körüli napi középhőmérséklet) körülbelül egy hétig tart. Természetesen vannak meg nem termékenyült virágok is, melyek a későbbiek folyamán lehullnak. Ha ez tömegesen jelentkezik, elrúgásról beszélünk. Ez legtöbbször hűvös és csapadékos vagy meleg és száraz időben jelentkezik.

Kedvező esetben, ha a virágzást követően is 25 °C a napi középhőmérséklet és a szőlő táplálkozása és vízfelvétele is optimális, akkor a bogyók gyorsan fejlődnek. Így július elejére már akár a borsószem nagyságot is elérhetik. A zöld bogyók növekedése alatt, mely folyamat a zsendülésig tart, nagy a szőlőnövény tápanyagigénye. A zöld bogyókban még sok a sav és kevés a cukor, mely az érés során markánsan megváltozik. A termés érése a zsendüléstől a teljes éréig tart. Kedvezőtlen esetben túlérés is bekövetkezhet. Az érés során a cukor felhalmozódik, a sav pedig csökken a bogyókban. Teljes éréstől beszélünk, mikor a cukor már nem áramlik a bogyókba, a magvak barnák és csírázóképesek. De ez a folyamat könnyen csaphat át túlérésbe, mikor a cukorgyarapodás relatív, mert a párologtatás miatt

csökken a bogyók nedvességtartalma. Ennek végső állapota az aszúsodás.

A vegetációs periódus a hajtáséréssel, majd az ezt követő lombhullással zárul. Júliusban a hajtások tövén barnulást lehet észrevenni, mely fokozatosan halad felfelé. A hajtásérés során a levelekből cukor áramlik a gyökérzetbe és a tőke idősebb részeibe, ahol ez keményítő és cukor formájában raktározódik. Ezzel egy időben vagy kissé utána kezdődik a lombszíneződés. Ezt követi a lombozat lehullása, mely Magyarországon optimális időjárási körülmények között október végén, november elején zajlik. Korai fagyok hatására előbb is bekövetkezhet a lombhullás. Ez a cukorgyarapodásra és a vesszők beérésére is károsan hat. Emellett megnő a vesszők téli elfagyásának veszélye is.

A lombhullás után kezdődik meg a téli nyugalmi idő. Ennek két szakasza van. Az első a mélynyugalmi szakasz, mely Magyarországon körülbelül január elejéig tart. Ez azt jelenti, hogy a rügyek a kihajtáshoz kedvező körülmények körött is csak 60–70 nap múlva hajtanak ki ismét. Ha a rügyek kihajtását csak a számukra kedvezőtlen (hideg) környezeti körülmények akadályozzák, akkor beszélünk kényszernyugalmi szakasról. Fontos azonban megjegyeznünk, hogy mindez csak a szőlőnövény föld feletti részére vonatkozik. Ugyanis a gyökérzetnek nincs fiziológiai nyugalmi ideje. A gyökér növekedése az életműködésére kedvező viszonyok között folyamatos. Ha azonban a talaj hőmérséklete 6–8 °C-ra csökken a gyökerek növekedése leáll, és bekövetkezik a kényszernyugalmi szakasz (Oláh, 1979).

2.2. Ökológiai tényezők

2.2.1. Biotikus tényezők

Biotikus tényezők alatt elsősorban az egyes fajták eltérő tűréshatárait értjük. Ugyanarra az extrém körülményre teljesen eltérő válaszokat adnak az egyes fajták. Egy 1981-es vizsgálat során (Csapó, 1984) kiderült, hogy az átlagosan 59,2%-os fagykárosodási értéket eredményező felmérésben volt olyan fajta, mely 100%-os, míg más csak 7–10%-os károsodást szenvedett. A fajtán túlmenően a fagyűrészt a szőlő életciklusa is befolyásolja. Mélynyugalmi fázisban a szőlő sejtjeiben keményítő van túlsúlyban, ami a kényszernyugalmi fázisban fokozatosan alakul át cukorrá, mely a szőlő viszonylagos fagyűrészt képeséget növeli, mert a cukorral telt sejtek fagyáspontja alacsonyabb, mint a keményítővel telteké. Ezenkívül a nyugalmi fázist megelőző vegetációs fázis hatása is érvényesül a fagyűrésben. Nevezetesen az, hogy a rügyek mennyire tudtak beérni, illetve mennyire tudott a növény felkészülni a télre (Csapó, 1984).

Emellett az aszályra hajlamos területeken ügyelni kell rá, hogy az aszályt jó tűrő

fajtákat válasszanak a gazdák. Az aszálykár megelőzendő különbözők művelésformák terjedtek el az egyes vidékeken, melyről a „2.2.3.3. Nedvesség” című fejezetben bővebben esik szó (Horváth, 2008).

2.2.2. Edafikus (talajtani) tényezők

A talaj nemcsak életteret biztosít a szőlőnek, de adottságai nagyban befolyásolják a termés minőséget is. Áttételesen a bor is magában hordozza a szőlőnövény talajának jellemzőit (agyagásványok, mikro- és makroelemek, víz) (Botos és Hajdú, 2004). A talajok jellemzésekor a talaj és a talajképző kőzet mechanikai összetétele mellett az egyéb fizikai, kémia és biológiai tulajdonságokat is figyelembe kell venni. Ezek összessége adja meg a talaj típusát. A szőlőtermesztésre alkalmas talaj kiválasztásánál a legfontosabb tényezők, melyeket figyelembe kell venni, a talaj kötöttsége, humusztartalma, vízáteresztő képessége, mésztartalma, és kémhatása (Oláh, 1979). Szerencsére a szőlő sokféle talajon termeszthető. Kivételt elsősorban a szélsőségesen szikes talajok képeznek, melyek nem biztosítják a szőlőnövény számára a megfelelő mennyiségű és minőségű tápanyag- és vízfelvételt. Ezek a folyamatok a talaj pH értékétől erősen függenek. Jelentősége elsősorban a vörösbort adó szőlőfajtáknál van, mert a bogyók színanyagának összetételét és minőségét egyaránt módosíthatja. A talaj tápanyag-szolgáltató képességét elsősorban vízellátottsága határozza meg, mely a klimatikus viszonyoktól erősen függ.

A szőlőfajta fennmaradása szempontjából elengedhetetlen a megfelelő minőségű szaporítóanyag megléte. A legalább 85%-ban kvarcot tartalmazó homoktalajon a szőlőt saját gyökerű dugvány telepítésével lehet szaporítani, míg az egyéb kötött jellegű talajon kizárólag gyökeres oltványt szabad telepíteni a filoxéravész elkerülése végett (Botos és Hajdú, 2004).

2.2.3. Klimatikus tényezők

A szőlőnövény életfunkcióira legnagyobb befolyást a klimatikus tényezők fejtik ki. Ezek közül a legjelentősebb szerepe a sugárzási viszonyoknak, a hőmérsékletnek, a nedvességnek, valamint a szélnek van.

2.2.3.1. Sugárzás

A szőlő fényigényes növény, de jól tudja hasznosítani a szórt fényt is (Oláh, 1979). A fény pozitívan befolyásolja a rügyek termékenységét, a hajtások és bogyók érését, cukor- és színanyagtartalmát, valamint a fürtök és a hajtások betegségekkel szembeni edzettségét. A

túl erős fény ugyanakkor károsan hathat a növényre, perzselést okozhat (*Botos és Hajdú, 2004*). A sugárzás eloszlása azonban, még kis területen sem egyenletes. Függ a földrajzi szélességtől, a tengerszint feletti magasságtól és a lejtőkíttetségtől. Emellett még számos olyan tényező van, melyek a helyi adottságokat módosíthatják. Az állomány sugárzásviszonyait az említetteken kívül a sor- és tőtávolság, a sorok iránya, a művelésmód és a zöldmunkák, mint a hajtásválogatás és a csonkázás is befolyásolja. A termőhely fényviszonyait a napsütéses órák számával – azaz a napfénytartammal – jellemezhetjük. Ez megadja, hogy egy év alatt mennyi ideig érte direkt sugárzás a felszín. Ez az érték Magyarországon a vegetációs időszakban 1200–1500 óra között változik általában (*Oláh, 1979, Szőke és Novák, 2005*).

2.2.3.2. Hőmérséklet

A szőlő hőigényes növény. A környezeti tényezők közül a legfontosabb szerepe a hőmérsékletnek van. Döntően az évi középhőmérséklet határozza meg, hol lehet szőlőtermesztéssel foglalkozni. Szabadföldi szőlőtermesztésre csak a 9–21 °C évi középhőmérsékletű izotermák között van lehetőség. A legkiválóbb területek azonban a 10–16 °C izotermák között helyezkednek el (*Oláh, 1979*). Szőlőtermesztésre tehát nagyjából az északi szélesség 20. és 50., valamint a déli szélesség 20. és 40. foka között van lehetőség. Ebből a széleskörű földrajzi elterjedésből is látszik, hogy a szőlő jó ökológiai alkalmazkodóképességekkel rendelkezik (*Varga et al., 2007*).

Ezek az átlagértékeken túl pontosabban jellemezhetjük az egyes szőlőtermesztő tájakat az effektív és a hatásos hőösszeg segítségével. Az effektív hőösszeget úgy számítjuk ki, hogy a vegetációs idő minden napjának középhőmérsékletét összeadjuk. Ha összeadjuk minden olyan nap középhőmérsékletének 10 °C felett eső részét, mely nap középhőmérséklete meghaladta a 10 °C-ot, akkor megkapjuk a hatásos (aktív) hőösszeget. Hőmérsékleti adatok alapján a vegetációs időt a következők alapján állapítjuk meg. A vegetációs idő első napja az a legkorábbi nap az adott évben, mikor a levegő napi átlaghőmérséklete eléri a 10 °C-ot. Utolsó napja pedig az őszi 10 °C napi középhőmérséklet megszűnésének napja (*Oláh, 1979*).

A aktív hőösszeg alapján csoportosíthatjuk az egyes szőlőfajtákat (1. táblázat) (*Botos és Hajdú, 2004*).

Magyarország esetében az aktív hőösszeg 1400–1600 °C, ezért az igen kései érésű szőlőfajták beérése bizonytalan.

Fajta	Aktív hőösszeg
Igen korai érésű	690–850 °C
Korai érésű	850–1150 °C
Középerésű	1150–1350 °C
Kései érésű	1350–1600 °C
Igen kései érésű	1600 °C felett

1. táblázat: szőlőfajták csoportosítása az aktív hőösszeg alapján (Botos és Hajdú, 2004)

Ám nem csak az egyes szőlőfajták hőigénye különbözik ennyire. Egy adott fajta esetében is az egyes vegetációs fázisokban más-más az ideális hőmérséklet a növény számára. A rügyfakadáshoz legkevesebb 10 °C szükséges, míg 12–13 °C a virágzáskori alsó határ. A bogyóéréskor igényli a szőlő a legtöbb hőt. Legkevesebb 16–17 °C szükséges ekkor a növény számára. Viszont az érés befejezéséhez már 13 °C is elegendő. Az ezeknél alacsonyabb hőmérséklet lelassítja a szőlő életfolyamatait. A növény zöld részei nagyon rosszul viselik a hideget. A duzzadó rügyek és a már érett fürtök –5 °C léghőmérséklet esetén elfagynak, míg a kifakadt rügyek és az őszi levelek már –1 °C hőmérsékleten elpusztulnak.

Bár a téli nyugalmi időszakban a szőlő az ezeknél alacsonyabb hőmérsékleteket is viszonylag jól tűri, mégis vannak bizonyos határok, melyeken túl már nagymértékű károsodást szenved a növény. A tartósan –15 °C alatti hőmérséklet már fagykárokhöz vezethet. A –20 °C alatti hőmérséklet pedig néhány nap alatt súlyos károkat okozhat. A fagyérzékenység nemcsak fajonként, hanem növényrészenként is változik. A talajhoz közeli tőkerészek jobban károsodnak a hideg hatására, mint az 1–2 m magasan lévőek. Az eddigiek a szőlő föld feletti részére vonatkoztak. A szőlő gyökérzete sokkal érzékenyebb a fagyhatásra. Az európai fajták gyökerei már –5 °C hőmérsékleten is elfagynak. Itt természetesen a talaj hőmérsékletét értjük. Szerencsére a termőtőkék gyökerének többsége 40–80 cm mélyen van, így azok általában kemény teleken sem károsodnak.

Vannak azonban felső hőmérsékleti korlátai is a szőlő életfolyamatainak fenntarthatóságának. 35 °C hőmérséklet felett a levelek és a bogyók megperzselődhetnek, a fotoszintézis pedig leáll (Oláh, 1979; Horváth, 2008). Ilyen körülmények között csökken a bogyók cukor- és savtartalma és a légzés intenzív lesz. Ennek hatására romlik a mustfok,² a

² A magyar és a klosterneuburgi mustfok azt mutatja, hogy 1 kg must hány dkg cukrot tartalmaz (Török és Mercz, 1997)

szőlőfürtök és végső soron a borok minősége (Hajdú, 2005).

Mind a túl magas, mind a túl alacsony hőmérséklet károsan hat a szőlőre. Azonban a védekezést nehezíti, hogy szabálytalan időközönként van fagy, illetve aszály. Általában 8–10 évente beszélhetünk fagyos, és 5–6 évente aszályos évről Magyarország esetében (Botos és Hajdú, 2004).

2.2.3.3. Nedvesség

A szőlő fejlődését nagyban befolyásolja a rendelkezésre álló vízmennyiség. A tápanyagok felvételében, szállításában és a növény sejteinek felépítésében is meghatározó a víz. A növény a gyökerén keresztül a talajból jut nedvességhez. Azonban nem minden vizet tud a talajból felvenni. A szőlő számára csak a gravitációs³ és a kapilláris⁴ víz hasznos, míg a kolloidális⁵ (más néven higroszkópos) vizet nem képes felvenni a növény. Azt a vizet, melyet a növények a talajban fellépő nagy kötési energia miatt nem tudnak felvenni, holtvíznek nevezzük. Azt a pontot, amikor a talajban már csak a higroszkópos víz van, tehát a növény már nem képes azt felvenni, hervadási pontnak nevezzük, utalva arra, hogy ekkor a növény hervadni kezd. Azt, hogy ez az állapot mikor következik be, nem csak a talaj, hanem a növény is befolyásolja. A hazánkban is elterjedt eurázsiai fajták szívóereje például nagyobb, mint az amerikai fajtáké, így több vizet képes a talajból hasznosítani. A felvett vízből azonban mindössze 5% fordítódik a tápanyagforgalomra. A maradék 95% a sejtek felépítéséhez kell. A szőlőnek 1 g testanyag felépítéséhez 250–300 g vízre van szüksége. 1 ha szőlő átlagosan naponta körülbelül 20–30 t vizet használ fel. Ez azt jelenti, hogy 1 m² területről egy nap alatt 2–3 kg vizet vesz fel a szőlő. Emellett a víz egy részét el is párologtatja, így szabályozva saját hőmérsékletét. 1 m² levélfelület 1 óra alatt 16–28 g vizet párologtat. Ez az érték a nap folyamán változik. Legerősebb a párologtatás (transzspiráció) a déli órákban, míg reggel és kora délután ez az érték sokkal kisebb. Emellett a növény egyes részei sem azonos mértékben párologtatnak. A fiatalabb növényi részek élettevékenysége aktívabb, ezért ott jóval nagyobb a párologtatás is. Emellett a párologtatás fajtafüggő is. A szőrös levelű fajták például az átlagosnál többet párologtatnak.

Látható, hogy a szőlőnek a vízigénye erősen változó. A vízfelhasználás nagymértékben függ a vegetációs fázistól. A legtöbb vizet természetesen az a szakasz igényli, amikor a fejlődés a legaktívabb (2. táblázat). Így tehát a tenyészidőszak első

³ Gravitációs víz: az a vízmennyiség, amely bekerül a talajba, de a gravitációval szemben a szemcsék vonzása nem képes megtartani, ezért a mélybe szívárog

⁴ Kapilláris víz: a gravitációs erőt meghaladja a kapilláris erő

⁵ Kolloidális/higroszkópos víz: a vízgőz megkötése során keletkező vízmennyiség

felében a szőlő kevésbé érzékeny a szárazságra, mint a másodikban. (Oláh, 1979; Kiss, 1992; Botos és Hajdú, 2004; Szőke és Novák, 2005).

Szakasz	Vízfelhasználás aránya a vegetációs időszakban
Rügyfakadástól virágzásig	2%
Virágzás kezdetétől a végéig	10%
Kötődéstől zsendülésig	43%
Zsendüléstől beérésig	45%

2. táblázat: a szőlő vízfelhasználása a vegetációs időszakban felhasznált összes vízmennyiség függvényében (Oláh, 1979)

Bár a hazánkra jellemző 600 – 650 mm átlagos évi csapadékösszeg megfelelő a szőlő számára, de a szélsőséges eloszlás, és a jégeső gyakran okoz károkat. Ha egy hosszú száraz periódus után hirtelen nagy mennyiségű csapadék hullik, az megrepesztheti a bogyókat, és rothadáshoz vezethet (Horváth, 2008). A szőlő számára a vegetációs periódusban 240–320 mm csapadék ideális. Az ennél több már kedvezőtlen a növény szempontjából (Varga et al., 2006).

A párás környezetben gyakran jelennek meg gombás kórokozók (lisztharmat, peronoszpóra, szürkerothadás), melyek a termés minőségét és mennyiségét is csökkentik azáltal, hogy a bogyók rothadását idézik elő, és emellett hatásukra csökken a bogyók beltartalmi értéke is (Hajdú, 2005).

Megfelelő időjárási körülmények között a szőlőt nem kell öntözni. Azokon a területeken, ahol számítani lehet aszályra, különböző módszerekkel előzik meg a károkat, melyek a bogyók héjának megvastagodása, a levelek besodródása, illetve akár lombhullás is lehet. A Földközi-tenger mediterrán medencéjében bevált módszer a vízvesztés csökkentésére, a fészek alakú tökekialakítás. Ez azt jelenti, hogy a hajtásokat a földön körbevezetik, és ezzel csökkentik a növény vízvesztését. A Kanári-szigeteken pedig kis gödörbe ültetik a szőlőt, melyet a szél felől gyakran kis kőrakással is védenek. Ennek a módszernek is párolgatás csökkentő szerepe van (Horváth, 2008).

2.2.3.4. Szél

A szélnek nem akkora a befolyása a szőlő életfunkcióira, mint a hőmérsékletnek vagy a nedvességnek, mégsem lehet figyelmen kívül hagyni, mert módosítja a szőlő környezetének víz- és hőviszonyait. Csökkenti a páratartalmat, ezért párolgatást serkentő szerepet is betölt. Legszembetűnőbb jótékony hatása azonban a virágok megporzásban van. Azonban

kártékony is lehet, mert mechanikai károkat okozhat a szőlőben. Itt viszont nem csak a nagy erejű szellőkések következtében leszaggatott levelekre és letördelt vesszőkre kell gondolni, hanem a homoktalajok felett a homokverésre is (Oláh, 1979, Kiss, 1992).

2.2.3.5. A szőlőtermesztés klímaindexei a nemzetközi szakirodalomban

A szőlő minőségét, és azt, hogy milyen szőlőfajta termeszthető egy adott területen, természetes és emberi tényezők egyaránt befolyásolják. Ennek alapján több klímaindexet használnak a kutatók a szőlőskertek minőségi jellemzésére. Ezek legtöbbször klimatikus tényezőkből – többnyire hőmérséklet és csapadék adatokból – vezeti le a minőségi mérőszámot.

A leggyakrabban az ún. Huglin-féle heliothermikus indexet (heliothermal index, HI) használják:

$$HI = d * \sum_{04.01.}^{09.30.} \frac{[(T - 10) + (T_x - 10)]}{2}, \quad (1.)$$

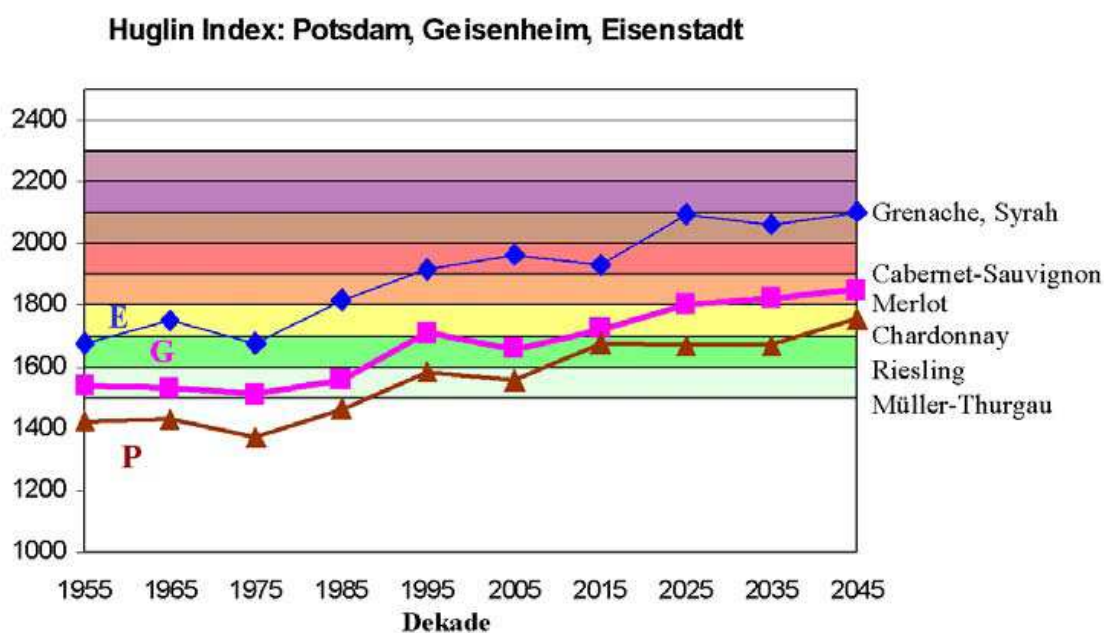
ahol d a földrajzi szélességtől függő érték, ami 1,02-től (északon a 40° földrajzi szélesség környéke) 1,06-ig (északon az 50° földrajzi szélesség környéke) változhat, T az átlagos, T_x pedig a maximum léghőmérséklet (°C). A felírt egyenletből látható, hogy a Huglin-féle index csak a vegetációs időszak (április 1. – szeptember 30. az északi félgömbön) hőmérsékleti értékei alapján határozza meg a termőhely minőségét. A különféle értékek alapján megkülönböztethetünk nagyon meleg, meleg, mérsékelt meleg, mérsékelt, hideg, és nagyon hideg területeket (3. táblázat).

Termőhelyi osztályok	Heliothermal index
Nagyon meleg	3000 < HI
Meleg	2400 < HI ≤ 3000
Mérsékelt meleg	2100 < HI ≤ 2400
Mérsékelt	1800 < HI ≤ 2100
Hűvös	1500 < HI ≤ 1800
Nagyon hűvös	HI ≤ 1500

3. táblázat: Termőhelyek osztályozása a heliothermikus index alapján (Tonietto and Carbonneau, 2004)

Stocks et al. (2003) két németországi és egy osztrák termőhelyet vizsgáltak ezzel az indexszel (2. ábra). Kutatásaik során az 1950-től 2050-ig terjedő időszakot elemezték. A

klímaváltozás várható hatásait is figyelembe vették és kimutatták, hogy néhány évtized alatt kár jelentősen átalakulhat a termőhelyekre jellemző fajták aránya (bővebben lásd: 2.4. A klímaváltozás hatásai a szőlőtermesztésre című fejezetben).



2. ábra: Huglin-féle index Potsdam (P), Geisenheim (G) és Eisenstadt (E) esetében 1950–2050 közti időszakra (évtizedes bontásban). Jobb oldalon az ideális szőlőfajta megnevezése látható (Forrás: Stock et al., 2003).

A hűvös éjszakák index (cool night index, CI) számításánál általában a vegetációs időszak utolsó hónapját veszik figyelembe. Tehát az északi félgömbön a szeptemberi értékek a fontosak. Ennek az indexnek korrigáló szerepe van, mely javítja a szőlőskertek minőségi mutatóinak pontosságát. Tehát másodlagos jelentőségű, de nem elhanyagolható a szőlő szín- és aromaanyagainak képződése szempontjából. Ez az index tulajdonképpen az adott hónap napi minimum hőmérsékleteinek átlagát adja meg °C-ban. Ennek alapján négy csoportot különböztethetünk meg (4. táblázat) (Tonietto and Carbonneau, 2004).

Termőhelyi osztályok	Cool night index
Nagyon hűvös éjszakák	$CI \leq 12$
Hűvös éjszakák	$12 < CI \leq 14$
Mérsékelt éjszakák	$14 < CI \leq 18$
Meleg éjszakák	$18 < CI$

4. táblázat: Termőhelyek osztályozása a hűvös éjszakák index alapján (Tonietto and Carbonneau, 2004)

A szárazság index (dryness index, DI) a szőlőskertek talajának vízellátottságára utal.

Ennek a mutatónak a számításakor számos folyamatot figyelembe kell venni (például az evaporációt, a csapadékot és az elfolyást). A szárazság index – a heliotermikus indexhez hasonlóan – a vegetációs időszak adataiból számítható. Ez az index a vegetációs időszak alatti víztartalmat, vagyis a növények számára a talajból felvehető vízkészletet fejezi ki mm-ben, és a következő egyenlet alapján számítható:

$$DI = W_0 + P - T_v - E_s, \quad (2.)$$

ahol, W_0 a vegetációs időszak kezdetén a talaj víztartaléka, P a csapadék, T_v a potenciális transpiráció értéke és E_s a talajból történő direkt evaporáció értéke. Ez alapján négy csoportba sorolhatók a szőlőskertek (5. táblázat) (Tonietto and Carbonneau, 2004).

Termőhelyi osztályok	Dryness index
Nagyon száraz	$DI \leq -100$
Mérsékelten száraz	$-100 < DI \leq 50$
Szub-humid	$50 < DI \leq 150$
Humid	$150 < DI$

5. táblázat: Termőhelyek osztályozása a szárazság index alapján (Tonietto and Carbonneau, 2004)

Az itt felsorolt indexek alapján Tonietto és Carbonneau közel száz szőlőültetvényre – köztük számos európai és amerikai régióra – végezték el a számításokat, és a fenti három index alapján osztályokba sorolták a területeket. Ennek alapján például a francia Bordeaux szőlőskertjei hűvös éjszakákkal jellemezhetők, ezenkívül a heliotermikus index alapján mérsékelt, vízgazdálkodásukat tekintve pedig szub-humid besorolást kaptak (Tonietto and Carbonneau, 2004).

2.3. A művelésmód szerepe

Az egyre változékonyabbá váló időjárás hatásainak mérséklése elsősorban a szőlőültetvény megfelelő művelésével valósítható meg. Mivel a szőlő a működéséhez szükséges anyagok jelentős részét (víz, tápanyagok) a talajból veszi fel, ezért fontos a talaj megfelelő művelése. A nedvesség- és tápanyagfelvételt a talaj hőmérséklete és levegőtartalma is jelentősen befolyásolja. Emellett a napsugárzás a talajban alakul át hőenergiává, ami a szőlő körüli tér hőmérsékletére és nedvességtartalmára is hat. Tehát a talajművelés a szőlő életterét képező talaj víz- és hőháztartásának, valamint a megfelelő tápanyagképződést és -

raktározást szolgálja. Magyarország éghajlati viszonyai szükségessé teszik, hogy az őszi és téli csapadékot minél hatékonyabban juttassuk a talajba, és gondoskodjunk a tartós tárolásról, hogy a szőlőnek a nyugalmi időszak alatt is mindig kellő mennyiségű nedvesség álljon rendelkezésére. Ezért fontos az őszi mély talajmunka. Ennek során kerülni kell az olyan szántást, mely után barázda maradhat, mert télen ebbe a barázdába behullik a hó és elfolyik a területről, vagyis nem kerül be a talajba, így a szőlő nem képes azt felvenni. A szántás során enyhén egyenetlenné vált felszín azonban képes a csapadékot megkötni, ami később a talajba szivároghat. Fontos, hogy legalább háromévente minden második sorban végezzük el a mélyszántást, mert ez a talajt lazítja és levegőzteti.

A hagyományos szőlőművelést ma már sok helyen az integrált szőlőtermesztés váltotta fel. Ez utóbbinak célja a természetes állapot visszaállítása. Ez azt jelenti, hogy a szőlősorok között állandó növénytakaró borítja, így elősegítve a talaj megfelelő működését. Sajnos a magyarországi viszonyok ezt a művelésmódot nem teszik lehetővé, mert nincs elegendő csapadék (750–850 mm évente) és a dombvidékeink talajai sem megfelelők ehhez (túl nagy a duzzadási és zsugorodási hajlam). Viszont a nyugalmi időszakban a gabonával, illetve repcével történő talajtakarás hazai körülmények között is ajánlott. Az ősszel vetett takarónövényzet megakadályozza a hóé elfolyását, emellett szerves anyagot is biztosít.

Hatásos lehet még a szalmatakarás is, mely amellet, hogy szerves anyagot biztosít, csökkenti a talaj vízvesztését is. Azonban három év alatt ez a takaró elvékonyodik, a természetes gyomflóra agresszív elmei felszaporodnak, ezért célszerű azt követően a hagyományos mélyszántást elvégezni, vagy meghagyni a természetes gyomflórát.

Fontos szólni az elmúlt évtizedben a szőlőtelepítés terén bekövetkezett szemléletváltásról. A piac igényeinek megfelelően nőtt a tőkék száma, így csökkentették az egyedi tőketerhelést. Ennek eredményeképpen azonban csökkent a sorközök nagysága, így a közvetlen napfény nagyobb beesési szögben éri a szőlő talaját, és az eső is lassabban szárad fel, mivel változik az ültetvény hőháztartása. A szélmozgás növényállományon belüli csökkenése pedig a peronoszpóra fertőzés kialakulását eredményezheti (Varga, 2005).

2.4. A klímaváltozás hatásai a szőlőtermesztésre

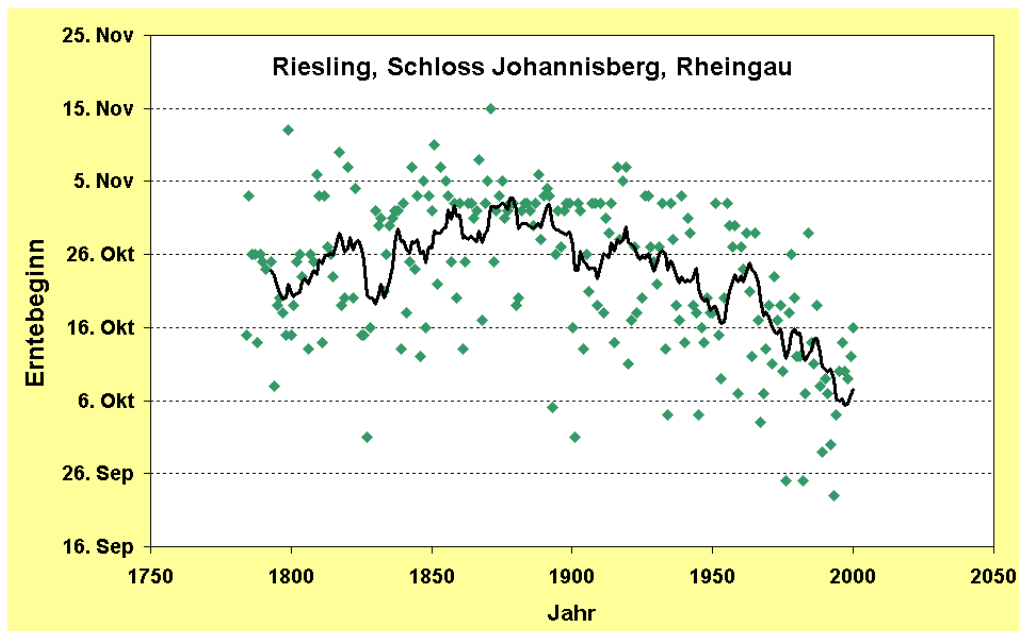
Az éghajlat folyamatosan változik, aminek a szőlőtermesztésre, mint a mezőgazdaság egy fontos ágára, jelentős hatása van. Az 1700-as években – az úgynevezett kis jégkorszakban – például 17 szőlőfaj (köztük a *Vitis britannica* és a *Vitis islandica*) tűnt el a földről (Horváth, 2008).

Az utóbbi évtizedekben egyértelmű tendenciák láthatók az emberi tevékenység klímára gyakorolt hatásával kapcsolatban. Emelkedik a földi átlaghőmérséklet és a felszín közeli ózon és szén-dioxid mennyisége. Gyakoriak az aszályos időszakok és ezzel egyidejűleg a felhőszakadásszerű csapadék hullások éves száma is nő. Emellett az egymást követő évek csapadékadatai lényegesen eltérnek. Gyakoribbak a nagy (akár 10–15 °C-os) téli középhőmérsékleti ingások, és a telet követő tavaszi időszak lerövidül, így a nyár hirtelen köszönt be (Horváth, 2008; Varga, 2005). Ezek mindegyike hat a szőlő évi biológiai ciklusaira; vegetatív és generatív tevékenységére (Zanathy, 2008). Az ózon feldúsulásának és nagyobb mértékű ülepedésének következménye leginkább a Toscanában elterjedt Sangiovese szőlőfajta levelén okozott elváltozásokat. A szén-dioxiddal kapcsolatban folyamatos a vizsgálat. Az emelkedő mennyiség miatt valószínűleg nagyobb lesz a szőlők cukortartalma. Emellett számos kutató végzett vizsgálatot a szőlőültetvények szén-dioxid kibocsátásának és elnyelésének pontos leírása céljából. Ennek során megállapították, hogy Champagne körzetében a szőlőültetvények körülbelül ugyanannyi szén-dioxidot bocsátanak ki, mint amennyit felhasználnak (3,8 t/ha). Olaszországban van olyan terület, ahol a felhasználás értéke több mint másfélszerese a champagne-i értéknek. Valószínűleg azonban ennél kevesebbet bocsát ki, így a szőlőültetvények a szén-dioxid megkötésben is fontos szerepet játszanak (részleteket lásd Horváth, 2008 munkájában).

Az utóbbi évtizedekben tapasztalható melegebb időjárás miatt biztonságosabbá válik a késői érésű fajták beérése (Horváth, 2008). Ez az időjárási változás kedvezően hat a vörösborszőlők termesztésére is, így várható ezek arányának megnövekedése a fehérborszőlőkkel szemben. Ennek oka, hogy a meleg időben intenzívebbé válik a színanyagok termelődése (Zanathy, 2008). A kutatók előrejelzései alapján várhatóan 2020-as évekre a 2000-es évekbeli vörösbort-, illetve fehérbort adó szőlők termőterületi viszonyai a következőképpen fognak változni: a vörösbort adó szőlők száma magháromszorosodik a fehérbort adó szőlők kárára. Ez a tendencia jól látható a 2. ábrán is. A kisebb értékekhez tartozó Müller–Thurgau, Riesling és Chardonnay fehérbort, míg a nagyobb értékekkel rendelkező Merlot, Cabernet–Sauvignon, Grenache és Syrah vörösbort adó fajták. Érés tekintetében a következő sorrend állítható fel: Müller–Thurgau (legkorábban), Chardonnay, Riesling, Merlot, Cabernet–Sauvignon, Syrah és Grenache (legkésőbb). Látható, hogy ez a sor nagyon hasonlít az ábrán (2. ábra) látható sorrendre. Tehát összességében elmondható, hogy valószínűleg biztonságosabbá fog válni a kései érésű fajták termesztése, és a vörösbort adó fajták aránya is nőni fog a fehérbort adók rovására (Stock et al., 2003; Keller, 2010).

A melegedés a szőlőszemek sav és cukor tartalmára is hat. Várható a savtartalom csökkenése és a cukortartalom növekedése (Horváth, 2008). A nyári hónapok átlaghőmérsékletének 1 °C-kal történő emelkedése a must savtartalmát 2–3 ezrelékkal csökkenti, cukortartalmát pedig 20–30 grammal növeli literenként (Zanathy, 2008). Ezen folyamatok következménye, hogy előbb lehet szüretelni (Horváth, 2008). Hagyományosan a szüret ideje kötött volt Magyarországon: az Alföldön szeptember 29-én, a Dunántúlon október 12-én vagy 15-én, Tokajban pedig október 28-án lehetett elkezdni a szüretet (Zanathy, 2008). Ma ehhez képest akár egy hónappal korábban is lehet szüretelni egyes fajtákat. A szüret pontos idejének meghatározására több index született. Ilyen a hőingadozást is figyelembe vevő Fregoni mutató és a Gladstone index is, mely a 19 °C feletti értékeket nem veszi figyelembe az effektív hőösszeg számításnál. E kettő közül a Gladstone index értéke reprezentálja jobban a leszüretelt szőlő mustjának minőségét (Horváth, 2008).

A gyors növekedés lehet előnyös is. A májusi melegben a megszokottnál gyorsabban növekednek a hajtások, így az atkáknak nem marad elég idejük a nagyarányú károsításra. A jobb fényviszonyok a rügycék termékenységét is fokozzák. A virágok nyílási időszaka is lerövidül, de ezzel javulnak a megporzás és a megtermékenyülés feltételei is (Zanathy, 2008).



3. ábra: A rajnai rizling szüretelésének kezdete a Rajna völgyében 1784–2000 közti időszakban. A görbe az évtizedenkénti átlagokat mutatja (Forrás: Stock et al., 2003).

Kutatók vizsgálták a rajnai rizling minőségében történt és várható változásokat. Ennek kapcsán hat paramétert (átlagos napi sugárzás virágzástól az érés kezdetéig, forró napok száma: fakadástól virágzásig és éréstől a szüretig, átlagos napi középhőmérséklet: virágzástól az érés kezdetéig és éréstől a szüretig, átlagos csapadék éréstől a szüretig) vizsgálták, melyek befolyásolják a szőlő minőségét. Megállapították, hogy a vizsgált paraméterek változásának a szőlő minőségére pozitív és negatív hatása egyaránt van. A minőségi vizsgálat kapcsán a kutatók azt is megállapították, hogy az elmúlt évszázad során egyre korábbra tolódott a rajnai rizling szüretelésének időpontja (3. ábra) (*Stock et al.*, 2003).

3. A móri borvidék bemutatása

3.1. Táj- és település-földrajzi helyzet

A móri borvidék, hazánk 22 borvidéke közül az egyik legkisebb, de híres történelmi borvidéke, az Észak-Dunántúli borrégió része. Területe a Bakony és Vértes hegység között található, a Móri-árok Vérteshez közelebbi oldalán. Összesen hat település tartozik hozzá: Mór, Csókakő, Csákerény, Pusztavám, Söréd és Zámoly (lásd Függelék⁶). Területén jelenleg körülbelül 350 ha-on folyik szőlőtermesztés.



4. ábra: Magyarország borvidékei⁷

3.2. Földtani jellemzők

A Móri-árok morfológiai arculata eltér a Dunántúl egyéb területeitől, ezért rész tájnak tekinthető (Kiss, 1992), bár az újabb irodalmak kistájként definiálják (Dövényi, 2010). Az elnevezéstől függetlenül ez a terület szerkezetét tekintve sasbérce szerkezetű árkos süllyedék, amely többszöri szakaszos süllyedés eredményeként jött létre. A földtörténeti középidőben (Mezozoikumban) keletkeztek a területet alkotó fő kőzetek: a triász földolomit és a dachsteini mészkő. A Vértes északnyugati felére a dachsteini mészkő jellemző, mely kelet felé haladva fokozatosan megy át triász földolomitba (Kiss, 1992). Ezek felett találjuk

⁶ A móri borvidék panoráma és domborzati térképe (Ezerszó Bt. és Tájoló 98 Bt. közös kiadványa, 2002)

⁷ Középiskolai földrajzi atlasz, Cartigraphia Kiadó, 2006 pp. 19.

a Kainozoikumban – pontosabban az eocénban – bekövetkezett tengerelöntés, majd az ezt követő fokozatos szárazföldi feltöltés eredményeként képződött agyagos, homokos, homokköves, márgás rétegsorokat. Fiatalabb szárazföldi, és tengeri üledékek, valamint homokos, kavicsos folyóvízi hordalék – az Óssárvíz hordaléka – teszi még változatosabbá a móri borvidék földtani képét. A táj szerkezetében, és képében az utolsó jelentősebb változások a pleisztocén alatt következtek be. Függőleges kéregmozgások hatására északnyugati–délkeleti irányban feldarabolódott az árokfenék. Az árokfelszín pedig az erózió és a löszképződés alakította át.

A táj mai felszínére a sasbércszerű hegyhátak, a keskeny vízválasztó gerincek, a töréslépcsős felszínek, valamint a tanúhegyek jellemzők (Erdős, 2002).

3.3. Talajviszonyok

A Móri-árok talajai túlnyomórészt agyagbemosódásos barna erdőtalajok és réti talajok (6. táblázat). Fontos azonban megjegyezni, hogy a móri borvidék nem azonos területileg a Móri-árokkal, bár e kettő területe gyakran fedi egymást. Az árok északi harmadának magasabb térszíneinek löszös és más periglaciális üledékein alakultak ki agyagbemosódásos barna erdőtalajok. A löszös kőzeteken keletkezett talajok mechanikai összetétele vályogos, kedvező vízgazdálkodású. A periglaciális üledékeken képződött változatok mechanikai összetétele homok, vízgazdálkodása kedvezőtlen. A kedvezőbb termékenységű változatokat szántók (60%) és szőlőskertek (10%) borítják. A kevésbé kedvező termékenységű változatokra településeket (25%) építettek. Az erdőborítottság közelítőleg 5%-ot tesz ki.

Az alacsonyabb térszínek löszös üledékeit barnaföldek fedik. Ezek termékenysége kedvező, ezért főleg szántóként (50%), erdőként (10%), legelőként (15%) és szőlőskertekként (5%) hasznosítják a területeket. A maradék területet (20%) települések és víztározók foglalják el.

A teljesség kedvéért meg kell említeni még a réti talajokat és a lápos réti talajokat, de ezeken a talajokon szőlőtermesztés nem folyik. Többnyire szántóknak és réteknek adnak otthont ezek a talajok. (Dövényi, 2010)

Emellett gyakoriak a móri szőlőskertek talajaként a különféle váztalajok, de ezek a területek már nem a móri-árokhoz tartoznak. Szintén a peremvidék taljai közé tartozik a löszös finomhomokon vagy dachsteini mészkövön képződött humuszkarbonát talaj, illetve a dachsteini mészkövet vagy triász földolomitot borító rendzina talaj is (Kiss, 1992).

Területi részarány	Talajtípus	Lejtőkategóriák erdő nélkül			Erdő
		0–5 °	5–17 °	17–25 °	
36%	Agyagbemosódásos barna erdőtalaj	65	25	5	5
15%	Barnaföldek (Ramann-féle barna erdőtalaj)	70	20	-	10
2%	Mészlepedékes csernozjom	90	10	-	-
44%	Réti talajok	95	-	-	5
3%	Lápos réti talajok	90	10	-	-

6. táblázat: Talajtípusok területi megoszlása a Móri-árokban (Dövényi, 2010)

Bár ezek a talajtani csoportok többnyire jellemzik az adott terület termőképességét, mégis fontossá vált már a XIX. században a telkeket művelésmód szempontjából is jellemző földminősítési rendszer bevezetése. Az első ilyen rendszer „aranykorona-értékben” fejezte ki a földek minőségét. Ez a földeket a művelésből származó tiszta haszon és az átlagtermés alapján jellemezte. Bár mai napig ez a rendszer az alapja a földjáraadék kifizetésének, a kártalanítási megítéléseknek és más járadékok meghatározásának, mégis elavultnak ítélték, és helyette 1979-ben bevezették a nagyüzemi mintateres földértékelési rendszert. Ez a genetikus talajtani adatokat is figyelembe vevő osztályozás a földek minőségét a talajértékszámmal jellemzi. Ez egy 1-től 100-ig terjedő skála. Ha ezt a mérőszámot a terület éghajlati, hidrológiai, domborzati jellemzőivel módosítjuk, úgy megkapjuk a termőhelyi értékszámot, mely ilyen értelemben a terület természeti viszonyok által meghatározott termékenységét fejezi ki (7. táblázat). Ezt a módszert a szőlőtermesztésben később a szőlőtermőhelyi kataszter bevezetése írta felül. Ez a rendszer 18 szempont alapján osztályozza a területeket. Ezek között a tényezők között meteorológiai és talajgenetikai adottságok összehasonlítása egyaránt szerepel. A besorolás szempontjai a következők: téli fagy, tavaszi és őszi fagy, talajtípus, talajképző közet, talaj kémhatása, fizikai talajféleség, vízgazdálkodás, humusztartalom, termőréteg vastagsága, területi homogenitás, terület vízgazdálkodása, erózió mértéke, égtáji fekvés, tengerszint feletti magasság, domborzat, környezet, területhasznosítás, valamint az útviszonyok. Ennek alapján három csoportba soroltál a telkeket: „telepítésre kiválóan alkalmas” (250 <), „alkalmas” (201–249), „alkalmatlan” (200 >). A felsorolásból kimaradt 200-as érték a teltételesen alkalmas területeket jelöli. Ezek alapján a legkisebb pontszám, amit egy terület kaphat, 25, a legnagyobb pedig 400. Ennek alapján a móri borvidékhez tartozó hat település szőlőskertjeire a következő átlagértékek születtek: Csókakő 235 ha (349 pontértékátlag),

Pusztavám 103 ha (334), Csákberény 266 ha (332), Söréd 50 ha (319), Mór 1250 ha (312) és Zámoly 90 ha (295) (8. táblázat) (Kiss, 1992).

Település neve	Szőlőterület (ha)	1 ha-ra eső átlagos	
		aranykorona érték	termőhelyi értékszám
Mór	947,4	77,30	30
Csókakő	141,3	103,08	50
Csákberény	108,4	97,73	47
Zámoly	37,2	48,51	51
Pusztavám	34,9	70,89	35
Söréd	4,4	104,31	48
Összesen	1273,6	83,63	43,5

7. táblázat: A móri borvidékhez tartozó települések szőlőterülete és földminőségének mutatószámai (1989.) (Kiss, 1992)

Település neve	mg. műv. ter.* (ha)	Szőlőterület		A termőhely minősítése			Minősített szőlőtermő terület a mg. műv. ter.* arányában (%)
		(ha)	mg. műv. ter.* arányában	Szőlőkataszteri osztályok (ha)		Összesen (ha)	
				telepítésre kiválóan alkalmas	alkalmas		
Mór	7016,3	937,2	13,4	871	379	1250	17,0
Csókakő	686,0	139,5	20,3	235	-	235	34,2
Csákberény	2206,8	108,6	4,9	182	84	266	12,0
Zámoly	3838,7	37,6	0,9	90	-	90	2,3
Pusztavám	1349,2	36,2	2,7	103	-	103	7,6
Söréd	560,1	4,4	0,7	50	-	50	8,9

* mg. műv. ter. = mezőgazdaságilag művelt terület

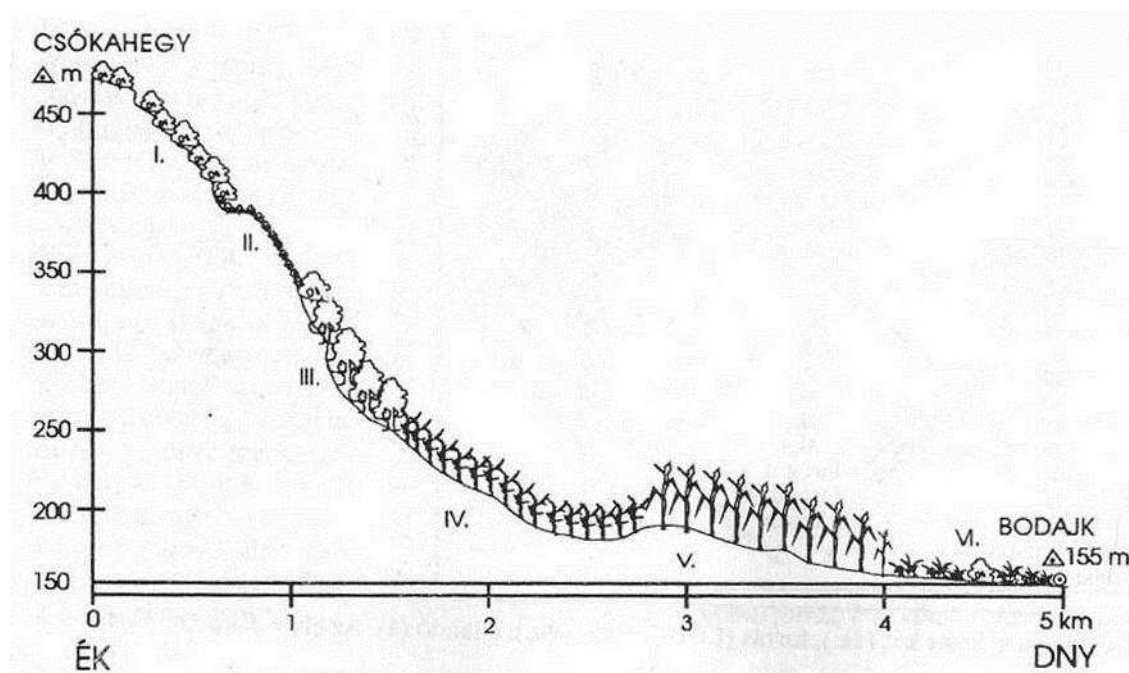
8. táblázat: A szőlőterületek termőhelyi minőségének alakulása a móri borvidéken (1990.) (Kiss, 1992)

3.4. Vízrajzi adottságok

A térség vízhálózata fiatal, újpleisztocén–holocénkori. Vizei két dunai részvízgyűjtőhöz – a Sárvíz és az Általér vízgyűjtőjéhez – tartoznak. Legjelentősebb felszíni vízfolyása a Mór–Bodajki vízfolyás, melynek több mellékveze van, de ezek közül számos csak időszakos. Így a Móri-árok mérsékelten vízhiányos terület. Felszín alatti vizekben sem bővelkedik, bár talajvízkészlete 2–4 m mély, ami jelentékeny mennyiségnek tekinthető. Rétegvízkészlete azonban korlátozott. Természetes állóvize nincs (Kiss, 1992; Dövényi, 2010).

3.5. Növényföldrajz

A körzetről északkelet–délnyugati metszetet készítve látható a növénytakaró zónás szerkezete (5. ábra). A természetes és a kultúrtáj növényei rendre elkülönülnek egymástól. A Csóka-hegy legmagasabb régióit a csereszömörccés, molyhos tölgyes karsztbokor erdők uralják. Ez alatt sziklagyepek, majd molyhos tölgy- csererdők jellemzik a területet. Lefelé haladva ezt követi a szőlő zóna és a szántóföldi művelés zónája. A Móri-árok belsejére vízi és ártéri növénytársulások jellemzők (Kiss, 1992).



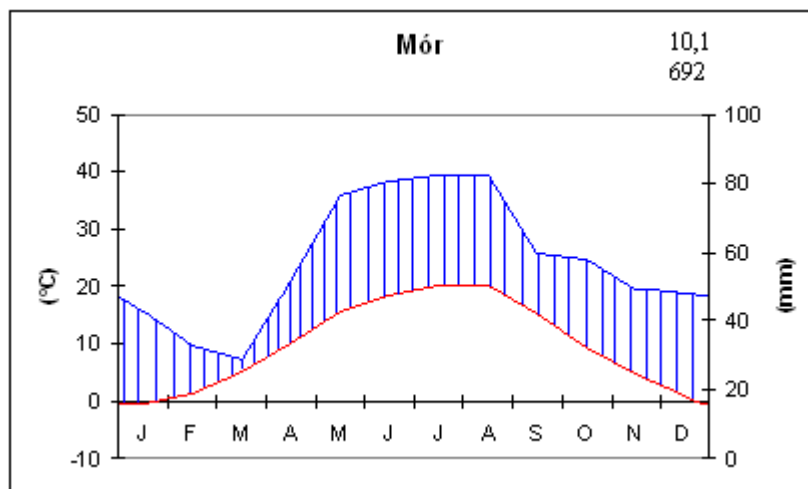
5. ábra: A Móri-árok északkelet–délnyugati irányú metszete, a természetes növénytakaró és a kultúrtáj komplex zónájával: I. Csereszömörccés, molyhos tölgyes karsztbokor erdők, II. Sziklagyepek, III. Molyhos tölgy-cser erdőállomány, IV. Szőlőzóna, V. Szántóművelés zónája, VI. Vízi és ártéri növénytársulások (Forrás: Kiss, 1992).

3.6. Éghajlati viszonyok

Éghajlati szempontból a Dunántúli-középhegység, így a móri borvidék is röviden a Köppen-féle cfbxx” betűkkel jellemezhető. Ezen betűk jelentése rendre: meleg, mérsékelt öv, kontinentális jelleg; nedves, tehát csapadék minden hónapban esik; a legmelegebb hónap középhőmérséklete 22 °C alatt van; tavaszvégi, nyári csapadékmaximum; őszi csapadékmaximum ritkán. Péczely György azonban kicsit másként jellemzi a területet. Ő a Móri-árok északi részét mérsékeltlen hűvösnek és mérsékeltlen száraznak, míg a déli területeket mérsékeltlen hűvösnek és száraznak nevezi. A két nevezéktan természetesen nem

mond ellent egymásnak, csak más–más viszonyítási alaptól származtatják a kifejezéseket (Kiss, 1992; Péczely, 1979).

Az árokjelleg jelentősen befolyásolja a táj éghajlatát. Csapadékképződés szempontjából a Móri-árok szerepe rendkívül érdekes. A Csóka-, illetve az Antal-hegyről leszálló hideg légtömeg többszöri ütközés után a cirkulációs folyamatok hatására turbulens mozgást végez. Ennek eredményeként megindul az orografikus felhőképződés, mely száraz évjárat esetén ritkán ad csapadékot, ellenben nedves évben sok csapadékot ad, még akkor is, ha a környék csapadékmentes. Ezért Mór térségében a környékhez képest gyakrabban esik az eső (évente átlagosan 692 mm). Az árokjelleg további következménye, a gyakori északnyugat–délkelet irányú légmozgás. Az intenzívebb légmozgás gátolja a szőlők gombás betegségeinek kialakulását és a fagyokat is mérsékli (Kiss, 1992). Ezen kívül a Vértes védelmet jelent a szőlőskertek számára az északi légáramlatokkal szemben és így a téli erősebb lehűlések ellen is, mert a lesikló hideg légtömeg a 200 m-es magasságkülönbség miatt többnyire a szőlők felett vonul el (Halász, 1981). Az évi középhőmérséklet 10,1 °C, ami lehetővé teszi a szőlő gazdaságos termesztését (6. ábra).



6. ábra: Mór klímadiagramja 1959–1988 közötti mérési adatok alapján (Kiss, 1992 nyomán)

4. A móri borvidék éghajlati adottságai a szőlőtermesztés tükrében

Magyarország földrajzi szélesség szempontjából a szőlőtermesztés északi határán fekszik, így a természetet elsősorban az alsó és felső orográfiai határ szabja meg. A felső határt a tengerszint feletti magassággal lehet jól közelíteni. A magasság növekedésével csökken a vegetációs időszak effektív és aktív hőösszege, késik a vegetáció megindulása, s egy bizonyos határon túl a hőösszeg nem elegendő a beéréshez. Magyarország északi területein ez a felső határ 300 m körüli, míg dél felé haladva az érték akár a 400 m-t is elérheti. Ez alapján a móri borvidéken csak 300 m magasságig van esély a szőlő beérésére. A szőlő sugárzásellátottságára nagy hatással van még az expozíció, vagyis a lejtési szög és az égtájrány, melyek áttételesen az aktív hőösszeget is markánsan befolyásolhatják. Látható, hogy a tengerszint feletti magasság és az expozíció együttesen szabják meg a szőlőtermesztés felső határát. Az alsó határ meghatározása azonban nem ilyen egyszerű. Általában ott húzható meg, ahol a vegetációs idő alatti, valamint a téli fagyok okozta gyakori károsodások már nem teszik lehetővé a szőlő gazdaságos termesztését (*Dunkel et al.*, 1981).

A tengerszint feletti magasság mellett a lejtők iránya is fontos mikroklimatikus szempontból. A Móri-árok peremterületei közül a délnyugati kitétségű lejtők ideálisak szőlőtermesztésre.

4.1. Napsugárzás

A mezőgazdák számára rendkívül fontos a napfénytartam. Ez Mór térségére átlagosan 1900–2000 óra/év. Természetesen az eloszlás nem egyenletes. A tenyészidőszakban 1450–1500 óra a napsütéses órák száma.

Egy másik fontos mérőszám a globálsugárzás, vagyis a teljes évi besugárzás energiaérték egységnyi felületre. Ez a térségben 4400–4500 MJ/(m²*év), tenyészidőszakban pedig átlagosan 3300 MJ/(m²*év) (*Kiss*, 1992).

4.1.1. A radiotermikus index Magyarországon, illetve a móri borvidéken

A magyarországi szőlőtermesztést elsősorban a fény- és hőmérsékleti adottságok határozzák meg, mivel ezek az értékek gyakran minimálisak a szőlő szempontjából. A termőhely fény- és hőmérsékleti viszonyainak jellemzésére *Branas* (lásd *Dunkel et al.* (1981) cikkében) a következő összefüggést írta fel:

$$B=A \cdot H \cdot 10^{-6}, \quad (3.)$$

ahol A a vegetációs időszak aktív hőösszege (°C) és H a vegetációs idő alatt csillagászatilag lehetséges napfénytartam (óra). Branas szerint ahol a B index értéke 2,6 alatt marad, ott nem lehetséges a szőlő gazdaságos termesztése. Azonban ez a formula csak nagyobb területek jellemzésére alkalmas. Olyan kis ország esetében, mint Magyarország, ahol az északi és déli területek között a vegetációs időszak egészére vonatkozó napfénytartam óraösszegeiben csak 38 óra az eltérés, gyakorlatilag a Branas-féle indexet csak az aktív hőösszeg határozná meg.

A hazai termőhelyek jellemzésére ezért dolgozták ki *Dunkel et al.* (1981) néhány évvel Branas után a radiotermikus indexet. Ennek a szőlőültetvényeink sugárzás és hőmérséklet ellátottságát komplexen jellemző éghajlati indexnek a kidolgozása során a kutatók néhány szőlőfajta 25–30 éves adatsorát vették alapul. A munka során fő fenológiai fázisokat (rügyfakadás–virágzás, virágzás–zsendülés, zsendülés–érés), a termés mennyiségét és minőségét is igyekeztek számításba venni. Végül az alábbi összefüggést írták fel:

$$R=(A \cdot G/n) \cdot 10^{-2}, \quad (4.)$$

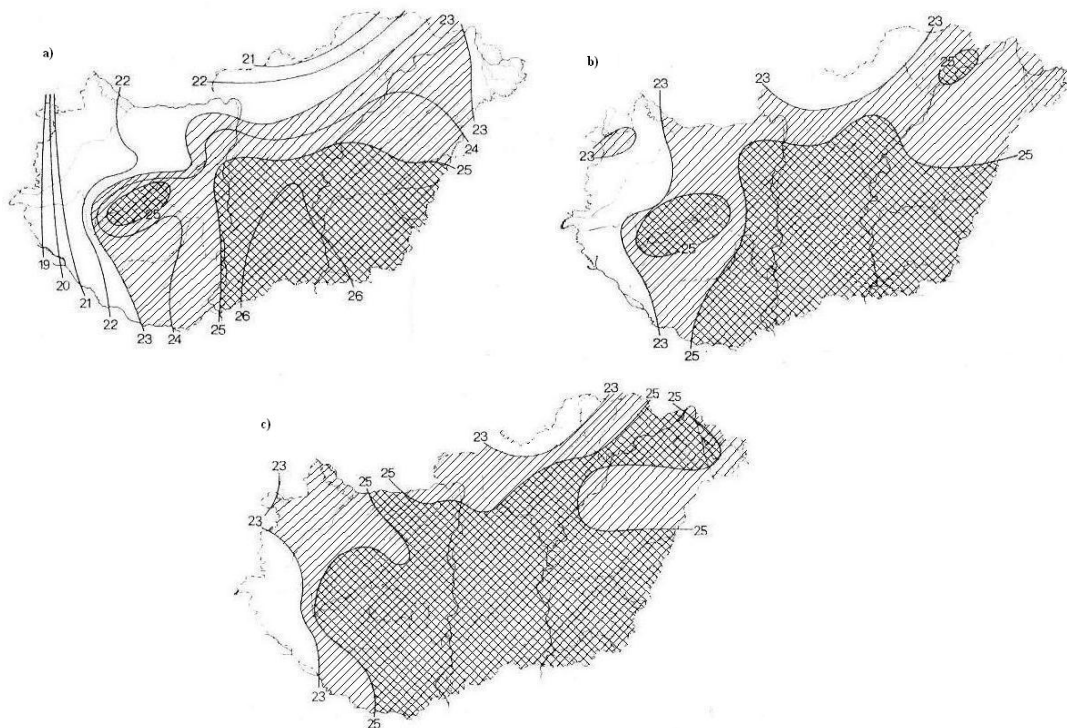
ahol, A a vegetációs időszak aktív hőösszege (°C), G a globálsugárzás a vegetációs időszak alatt (J/cm²) és n vegetáció hossza (nap). Ezzel az R értékkel jellemezhetünk egy területet szőlőtermesztés szempontjából. Három kategóriát különböztethetünk meg. Ezeket a 9. táblázat foglalja össze.

Minősítés	R érték
nem jó	$R \leq 23$
jó	$23 < R \leq 25$
kiváló	$25 < R$

9. táblázat: A szőlőtermő terület minősége és a radiotermikus index kapcsolata (*Dunkel et al., 1981*)

A vizsgált 25 év adataiból kapott értékeket a 7/a. ábra mutatja. Látható, hogy az alföldi területek többnyire a kiváló és a jó kategóriába esnek. A hegy- és dombvidéki területek értékei sokkal rosszabbak. Alig néhány borvidékünk éri el a jó vagy a kiváló kategóriát. A móri borvidék ez alapján szőlőtermesztésre alkalmatlan, habár a tapasztalatok

nem ezt mutatják. Ennek oka, hogy az összefüggés nem veszi figyelembe az expozíció hatását. Az expozíció miatt megnövekedett hőmérséklet és sugárzásbevételnek a termés mennyiségére és minőségére is jótékonyan hathat. A kedvező lejtóadottságoknak köszönhető a korai rügyfakadás, a nagyobb virágzásintenzitás, erőteljesebb fejlődés és növekedés, és mindezekkel összefüggően nagyobb terméshozam. Lehet azonban az expozíciónak negatív hatása is. A többletenergia a talajok kiszáradását is előidézhetheti, ami nem teszi lehetővé, hogy a szőlő elegendő nedvességhez jusson, és így nem képes megfelelő ütemben fejlődni.



7. ábra: a radiotermikus index a) sík területre, b) 7%-os kelet–dél–nyugat irányú lejtőkre, c) 15%-os kelet–dél–nyugat irányú lejtőkre számított értékeinek területi eloszlása, 25 évi (1951–1975) átlaga (Dunkel et al., 1981)

A korrekció készítésekor a szakemberek az expozíció hatását elsősorban a direkt sugárzás kapcsán vették figyelembe. De fontos megjegyezni, hogy a szőlő életében a szórt sugárzástöbbletnek is jelentős szerepe van. A vizsgálatok során a kutatók rájöttek arra, hogy az expozíciónak elsősorban a tenyészidőszak elején és végén, valamint télen érvényesül legerőteljesebben a pozitív hatása, vagyis akkor, amikor a mi éghajlatunkon a szőlő számára a sugárzási- és hőmérsékleti tényezők kevésbé hatnak. Természetesen változatos a lejtők dőlésszöge és iránya, ezért a 7/b. és 7/c. ábrán átlagértékekkel

jellemezzük az egyes területeket. Az irányt minden esetben a szőlő számára leginkább kedvező irányok, vagyis a dél felé eső 180°-os térrész átlagértékével jellemezzük.

Látható, hogy ezekkel a korrekciókkal jelentősen megnőtt a jó és a kiváló minőségű területek aránya. Ennek alapján a móri borvidék már a kiváló kategóriába esik. Természetesen az ábrák számos szempontból nem kielégítőek. Nem különítik el azokat a területeket, melyek a felső orográfiai határon túl esnek. Ezenkívül az átlagértékek elfedik a területi különbségeket. Nevezetesen, hogy a délies lejtőkre magasabb, míg a nyugatias és keleties lejtőkre a radiotermikus index alacsonyabb értékű.

Fontos azonban megjegyezni, hogy a tenyészidőszak optimális sugárzás- és hőmérsékletellátottsága csak szükséges, de nem elégséges feltétele a jó szőlőtermésnek (*Dunkel et al.*, 1981).

4.2. Lég- és talajhőmérséklet

A levegő éves átlagos hőmérséklete Mór térségében 9–11 °C. Egyezményesen ez 2 m-es magasságra értendő. Egy 1959–1988 között zajló mérés eredménye is hasonló mutatót mutatott (10,06 °C). Emellett mezőgazdasági szempontból nagyon fontos a tenyészidőszak átlaghőmérséklete is. Ez a Móri-árokban 16–16,4 °C. A fent említett időszakban ez az érték 16,61 °C volt. Megjegyzem, hogy az egyszerűség kedvéért tenyészidőszakként az április 1. és szeptember 30. közti időszakot tekintettük.

Az átlagos érték mellett lényeges a hőmérséklet évi menete is. Az évi közepes hőingás 21 °C körüli értéket mutat. Fontos még az első, illetve az utolsó fagy dátuma. Ez a vizsgált időszak figyelembe vételével rendre október első fele, illetve április második fele. Éves átlagban 100 fagyos nap van a területen. A téli napok (maximum hőmérséklet 0 °C) száma természetesen ennél kevesebb. Körülbelül 30 ilyen nap van egy év során. Zord nap (az átlaghőmérséklet –10 °C alatt van) pedig mindössze 12 átlagosan. Másik szélsőséges eset, amikor túl magas a hőmérséklet. Ezen belül beszélhetünk nyári napokról (minimum hőmérséklet 25 °C), illetve hőségnapokról (minimum hőmérséklet 30 °C), melyek rendre 50–60, illetve 25–30 alkalommal fordulnak elő átlagosan egy évben.

Főleg mezőgazdasági területeken fontos a rendszeres talajhőmérséklet mérés. A talaj hőmérsékletét nagyban befolyásolja a talaj típusa. Teljesen eltérő hőháztartása van egy fekete színű hordalékos talajnak, illetve egy homokterületnek. A talajok esetében az extrém alacsony hőmérséklet okozza a legnagyobb károkat. Viszont a fent vázolt léghőmérsékletekből nem felétlenül lehet következtetni a talaj állapotára. Itt elsősorban a hótakarónak van jelentős szerepe. A hó szigetelő anyagként funkcionál, így megvédi a

talajban lévő növényrészeket a nagyobb károsodástól (Kiss, 1992; Dövényi, 2010).

4.2.1. Fagykárbecslés Magyarországon: Az F-index

A hazai időjárási körülmények között a fagykár gyakori, ezért kiemelt szerepet kapnak az ezzel kapcsolatos vizsgálatok. A fagy éves szinten a termés 14,1%-át pusztítja el.

Mivel a fagytűrést számos körülmény befolyásolja, melyek rendszerint az adott ültetvényre jellemző egyedi tulajdonságok, ezért az index kidolgozásában a kutatók átlagértékeket használtak. Azt állapították meg, hogy a fagykárt leginkább a léghőmérséklet negatív szélső értékei okozzák. Ennek alapján két kritikus léghőmérsékleti határt állapítottak meg a tudósok: -17 °C -ot és -21 °C -ot (Csapó, 1984). A kevésbé fagytűrő fajták már -17 °C alatt is fagykárt szenvednek. A -21 °C alatti hőmérsékletet azonban már egyetlen fajta sem viseli el fagykárosodás nélkül (Dunkel és Kozma, 1981).

4.2.1.1. A szőlő téli kritikus hőmérsékleti értékeinek gyakorisága Magyarországon

Ennél az elemzésnél szem előtt kell tartani, hogy a szőlő nyugalmi állapotának két szakasza van: mélynyugalmi (november 1.–január 10.) és kényszernyugalmi (január 11.–március 10.) szakasz.

68 meteorológiai állomás 30 éves (1950–1979) 2 m magasságban mért hőmérsékleti adatsorából a kutatást végző szakemberek csak a fagypont alatti nagy minimum értékekkel foglalkoztak. Ezeknek az eredményeknek segítségével a móri borvidékről a következők mondhatók el.

A móri borvidéken legfeljebb 10–30 évenként egyszer mérhetnek -21 °C -nál alacsonyabb hőmérsékletet a szőlő mélynyugalmi szakaszában. A kényszernyugalmi szakaszban azonban 2–3 évente kell számítani -21 °C -nál alacsonyabb értékekre.

A másik kritikus érték (-17 °C) esetében is azt tapasztaljuk, hogy a mélynyugalmi fázisban ritkább. Körülbelül 3–4 évente fordulnak elő ekkor ilyen alacsony értékek. A kényszernyugalmi fázisban évente akár többször is előfordulhatnak -17 °C -nál kisebb értékek (Dunkel és Kozma, 1981).

Visszatérve az F-indexes vizsgálatokhoz: Ha a fent említett kritikus hőmérsékleteket (-17 °C és -21 °C) is figyelembe véve ábrázoljuk az abszolút minimumokat, akkor a tapasztalatunkkal ellentétes megállapításokra juthatunk a fagykárokkal kapcsolatban. Ennek az az oka, hogy nemcsak az abszolút minimum értéke fontos, hanem a lehűlést megelőző felmelegedési időszak hossza, az ekkori maximumok vagy a hőmérsékleti ugrás nagysága

és időtartama is. Látható, hogy a hangsúly elsősorban az átmeneti szakaszon van. A felmelegedés és a lehülés határát a +10 °C (a szőlő biológiai 0°-a) és a -10 °C értéknél húzták meg a tudósok. Az ezen értékek közötti időszak átlaghőmérsékleteit semleges hőmérsékletnek nevezzük. Ezen megállapításokat is figyelembe véve felírhatjuk az F-indexet a következő alakban:

$$F = \left[\frac{\sum_{i=1}^k (t_{\max})_i}{k} \right] - \left[\frac{\sum_{i=1}^j (t_{\min})_i}{j} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^m v_i}{m} \right) \right], \quad (5.)$$

ahol, t_{\max} a felmelegedési időszak napi maximum hőmérsékletei (°C), t_{\min} a lehülési időszak napi minimum hőmérsékletei (°C), v_i értéke pedig 0, ha $t_{\min} \geq -10$ °C és $\frac{(t_{\min})_i + 10}{10}$, ha $t_{\min} < -10$ °C, valamint j,k,m szimbólumok jelölik a napok számát.

Az 1980-as évek elején 120 meteorológiai állomás adatai alapján 3 tételre kiszámított F-indexeket Csapó Piroska térképen ábrázolta (8. ábra). Látható, hogy Mór térsége mindhárom évben 22 és 27 közti értékkel szerepel a térképeken. Ez azt jelenti (10. táblázat), hogy a móri borvidéken az 1980-as évek elejének telein gyenge, illetve közepes fagykárt szenvedtek a szőlők. Az is látható a térképekből (8. ábra), hogy a móri borvidék a hazai borvidékek sorában fagykár szempontjából közepes kategóriában foglal helyet (Csapó, 1984).

Fagykár mértéke	F-index értéke	F _m -index értéke
nincs fagykár	$F \leq 20$	$F_m \leq 23$
szórványos fagykár (rügykár 10%-ig)	$20 < F \leq 22$	$23 < F_m \leq 25$
gyenge fagykár (rügykár 25%-ig)	$22 < F \leq 25$	$25 < F_m \leq 28$
közepes fagykár (rügykár 50%-ig)	$25 < F \leq 27$	$28 < F_m \leq 30$
erős fagykár (rügykár 75%-ig)	$27 < F \leq 30$	$30 < F_m \leq 33$
igen erős fagykár (rügykár 75% felett)	$30 < F$	$33 < F_m$

10. táblázat: F-, és F_m-indexekből következtetett fagykár (Csapó, 1984 és 1988-alapján)

Csapó összehasonlítást végzett a becsült és a tényleges fagykárokkal. Ebből kiderült, hogy az F-index síkvidéki területen alkalmas a károk becslésére, dombvidéken azonban nagy eltérések adódtak a becsült és a tényleges érték között (11. táblázat). Ennek oka elsősorban a domborzat okozta hatásokban keresendő. A pontosság megállapítására a következő módszert használta: pontosnak minősültek azok az eredmények, ahol 0–25%

tényleges rügykár esetén a becsült érték ettől 5%-nál kisebb mértékben tért el. Ám 25% feletti kár esetén a 10%-os eltérés még pontosnak számított. Megközelítően pontos volt az a becslés, melynél a becsült és a tényleges érték közti eltérés a 15%-ot nem haladta meg. Ennél nagyobb eltérés esetén a becslés pontatlan volt.

	Síkvidék		Hegy –dombvidék		Sík–hegyvidék együtt	
	%	esetszám	%	esetszám	%	esetszám
Pontos	43,1	22	44,4	8	43,5	30
Megközelítően pontos	47,1	24	27,8	5	42,0	29
Pontatlan	9,8	5	27,8	5	14,5	10

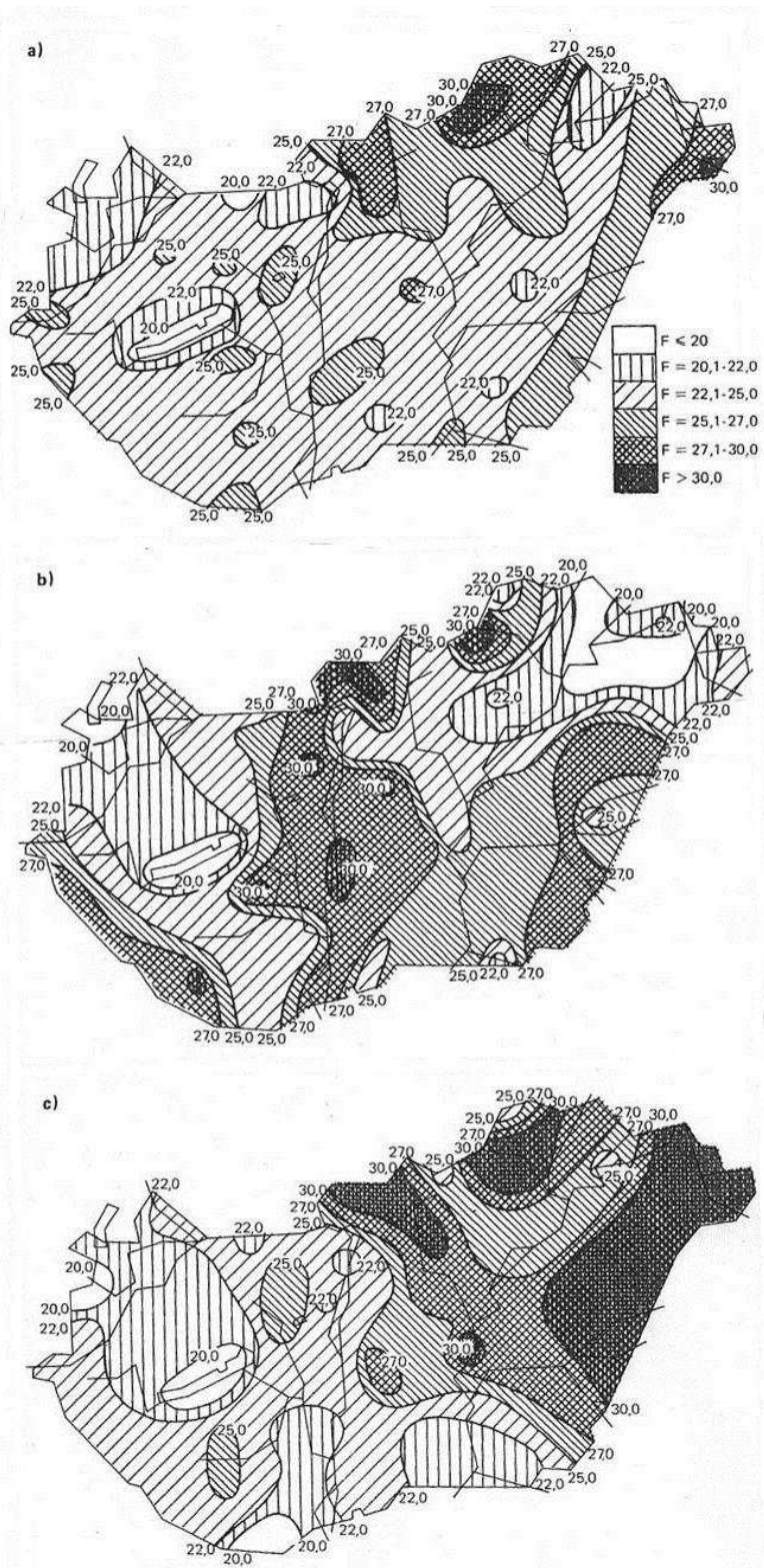
11. táblázat: Az F-indexszel végzett rügykárbecslés eredményei (Csapó, 1988)

Ezen eredmények alapján Csapó az F-indexet úgy korrigálta, hogy abban figyelembe vette a semleges hőmérsékletű időszak hosszát is. Itt azt vette alapul, hogy nagyobb a fagykár, ha a semleges időszak rövid, és kisebb, ha ez az időszak hosszú. Így született meg az F_m -index, mely a korábbi F-indextől csak egy u szorzótaggal tér el, mely értékű a következők (12. táblázat):

u korrekciós tag értéke	semleges hőmérsékletű napok száma
1,5	0–3
1,4	4–6
1,3	7–9
1,2	10–12
1,1	13–15
1,0	15 <

12. táblázat: A korrekciós tag értékei (Csapó, 1988)

Az így kapott becslések sokkal közelebb álltak a valósághoz, mint az F-index esetén (13. táblázat). De még így sem lehet pontos fagykárjelentést adni ezekből a hőmérsékleti adatokból, mert a lejtőkiettség, a fajtaösszetétel, a sor és a tőtávolság, a tél beállta előtti betegségek, és még számos tényező befolyásolja a fagy hatását a szőlőültetvényekben. De így is az F_m -index körülbelül 90%-ban pontos, illetve megközelítően pontos becslést ad sík- és hegyvidéki területekre egyaránt. Kis mértékű változás vezetett be ezek után Csapó (a felmelegedés határát 10 °C-ról 5 °C-ra helyezte), de ezzel kapcsolatban nem közölt a szerző új eredményeket.

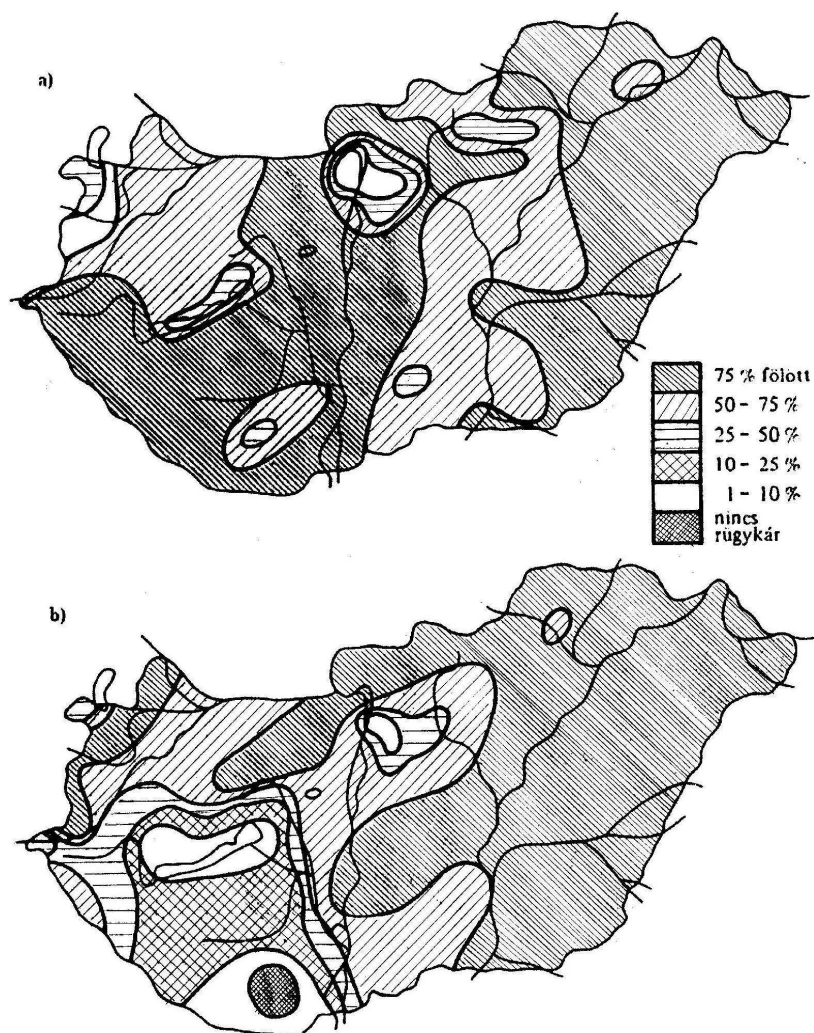


8. ábra: Az F-index területi eloszlása a) 1979/80, b) 1980/81, c) 1981/82 (Csapó, 1984)

Az F_m -indexszel is készültek térképek (9. ábra). Ebből az látszik, hogy a móri borvidék magyarországi viszonylatban fagyveszélyes. De természetesen itt is csak átlagos értékekről van szó, mert a fagykár mértékét számos tényező befolyásolja (Csapó, 1988).

	Síkvidék		Hegy –dombvidék		Sík–hegyvidék együtt	
	%	esetszám	%	esetszám	%	esetszám
Pontos	75,6	102	52,6	60	65,6	166
Megközelítően pontos	14,8	20	35,1	40	23,7	60
Pontatlan	9,6	13	12,3	14	10,7	27

13. táblázat: Az F_m -indexszel végzett rügykárbecslés eredményei (Csapó, 1988)



9 ábra: Az F_m -index területi eloszlása a) 1984/85, b) 1986/87 (Csapó, 1988)

4.3. Szél

A domborzati adottságok jelentősen befolyásolják a szél irányát, és némiképp nagyságát is. A Móri-árokban így érthető módon az északnyugati szelek dominálnak. Bár kisebb átlagsebességgel ugyan, de a délkeleti szelek sem ritkák. A szelek átlagsebessége kevéssel haladja csak meg a 3 m/s-os értéket (*Kiss, 1992; Dövényi, 2010*).

4.4. Csapadék, párolgás és légnedvesség

Mint tudjuk a csapadék a területegységenként leginkább változó időjárási elem. Ez a számadatokból is látszik. Az 1961–1990 közti időszak adatai alapján az északi területek csapadékosabbak. Ott átlagosan 580–610 mm, míg délen 550–580 mm csapadék hullik egy évben. Természetesen nemcsak térbeli, hanem időbeli eloszlása is van a csapadéknak. Általánosságban a Móri-árokra a következő éves menet jellemző: a tél végi mélypontot (január: 35–36 mm) követően tavaszi emelkedő tendencia figyelhető meg, mely egy tartós nyári maximumban (május: 70–75 mm) csúcsosodik ki, és zárul egy augusztus–szeptemberi kisebb mélypontot követő, a nyárinál alacsonyabb őszi–téli maximummal, mely a borok minőségét rontja.

A területen a csapadékos napok (legalább 1 mm csapadék) átlagos száma – a XX. századi méréseket figyelembe véve – 95, míg 10 mm-t elérő csapadékú nap mindössze 15–20 van egy évben. A hótakarós napok (legalább 1 cm összefüggő hótakaró) száma közelítőleg 40. Ezeken a napokon 1–85 cm között változik az átlagos hóvastagság. Ez a mennyiség az éves csapadéknak mindössze 15–20%-a (*Kiss, 1992; Erdős, 2002; Dövényi, 2010*).

A csapadék és az elpárolgott vízmennyiség között a hidrotermikus koeficiens teremt kapcsolatot. Ezt az értéket úgy kapjuk, hogy a lehullott csapadék mennyiségét elosztjuk a hőösszeg egy tizedével. A helyi mérések alapján ez az érték Mór térségében, 0–1,5 -nél kisebb érték (*Kiss, 1992*).

5. A felhasznált adatbázis

A móri borvidék területén jelenleg négy helyen végeznek meteorológiai méréseket (Csákberény, Csókakő, Mór, Zámoly). Korábban Móron két állomás működött. Egy a Kecsehegy és egy másik műszer a Koronahegyen rögzített adatokat. Ma a Koronahegyen, a Zichy pincénél (Csókakő), az Orondi szőlőhegyen (Csákberény), és a Zámolyi szőlőhegyen folyik mérés. Ezek a pontokon agrometeorológiai állomásokat helyeztek el, mely a hő- és vízháztartás komponenseinek mérésére szolgál. Emellett kapcsolódhatnak ehhez a méréshez egyéb különleges mérések és kultúr- és vadnövény-fenológiai megfigyelések (*Szőke és Novák, 2005*). A jelenleg működő négy állomáson Lufft Opus 200 típusú adatgyűjtő üzemel. Ezek mindegyikéhez csatlakozik hőmérséklet és csapadékmérő szenzor. A műszer félóránként rögzít csapadék (0,2 mm pontosságú) és hőmérsékleti (0,01 °C pontosságú) adatokat. Ezekből az adatokból heti összesítés készül a vegetációs időszakban, mely a heti csapadékösszeget és az átlaghőmérsékletet tartalmazza külön-külön mindegyik állomásra. Ezek az adatok rövidtávon a növényvédelmi előrejelzések készítése céljából fontosak. Így értesülhetnek a gazdák a lisztharmat (*Uncinula necator* Schw.), a peronoszpóra (*Plasmopara viticola*) vagy a szürkerothadás (*Botrytis cinerea* Pers.) fertőzés veszélyéről.⁸ Emellett fenológiai megfigyeléseket is végeznek a mérőhelyek környékén, melyről szintén készítenek feljegyzéseket és heti összefoglalókat.

Minden vegetációs időszak végén a Mór és Pusztavám Közös Hegyközség Választmánya értesíti a gazdákat a szüret legkorábbi időpontjáról. Természetesen ezek az időpontok fajta szerinti bontásban szerepelnek, mert minden fajtának más az éréshez szükségei fény-, hő- és csapadéki igénye.

A szüretet követően a gazdák fajtánként lejelentik a hegybíróságon a termés mennyiségét (q-ban) és a mustfokot, melyet a hegybíróságon összesítenek a móri borvidék egészére, de természetesen a fajtánkénti bontás megmarad. Tehát a rendelkezésemre álltak a munka során a következő adatok: (1) heti csapadékösszegek, (2) heti átlaghőmérsékletek, (3) néhány fenológiai, illetve növényvédelmi információ minden állomásra a 2006 és 2010 közti időszakra, (4) a szüret legkorábbi időpontjaira történt javaslatok 2007 és 2010 között, (5) valamint az éves termésátlagok, terület és mustfok adatok a móri borvidék egészére 2006 és 2010 között.⁹ Ezen kívül használtam nyomtatásban megjelent adatsorokat is.¹⁰

⁸ A gombás betegségek latin nevei a Kiss Á.-tól (1992) származnak

⁹ Az itt felsorolt adatokat Frey Szabolcs, hegybíró bocsátotta rendelkezésemre

¹⁰ (*Antal és Nagy, 2007–2011*) és (*Kiss, 1992*)

6. Módszer és eredmény

A móri borvidéken sokáig szinte kizárólag Ezerjő fajtát termesztettek, de mára másik hat fajtának is jelentős a területe. A 14. táblázatból látható, hogy jelentős változáson ment át a móri borvidék az elmúlt 20 év során. Nemcsak a fajtaösszetétel változott nagymértékben, hanem a termőterület mérete is. Az akkori és mostani termőterületet az eltérő gazdálkodási formákból eredő eltérő nyilvántartás miatt nem lehet összehasonlítani, de az megállapítható, hogy a szőlőskertek területe drámaian lecsökkent. Ez azonban nem változtatott azon a tényen, hogy a móri borvidéken döntően fehérbort adó szőlőt termesztenek mind a mai napig.

Fajta	Terület* (ha) 1990.	%	Terület (ha) 2006–2010	%
Leányka	182,6	20,4	5,0	1,5
Ezerjő	165,6	18,5	58,9	17,5
Tramini	128,9	14,4	64,2	19,1
Rizling szilváni	61,5	6,9	17,0	5,0
Zöldveltelini	61,5	6,9	38,9	11,6
Chasselas	54,7	6,2	0,0	0,0
Ezerfürtű	51,9	5,9	24,0	7,1
Irsai Olivér	45,7	5,1	0,5	0,0
Chardonnay	39,1	4,4	41,0	12,2
Rajnai rizling	33,7	3,7	27,8	8,3
Csabagyöngye	29,6	3,3	0,8	0,0
Olaszrizling	15,0	1,7	1,6	0,1
Királyleányka	14,1	1,6	18,2	5,4
Egyéb	9,1	1,0	38,1	12,2
Összesen	893,0	100,0	336,0	100

* nagyüzemi szőlőültetvények

14. táblázat: A móri borvidék szőlőültetvényeinek fajtaösszetétele

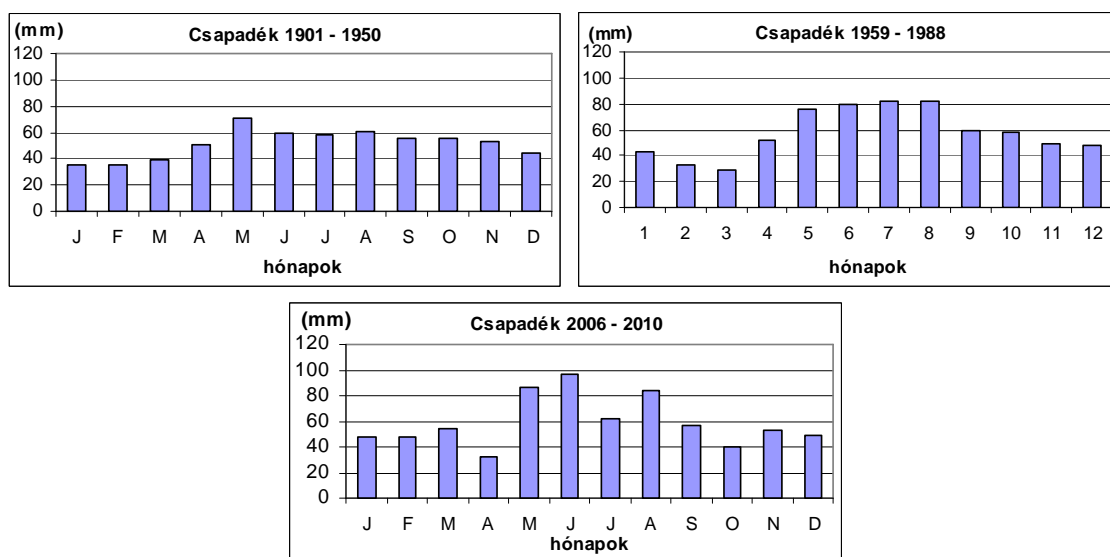
A következőkben a 2006–2010 közti időszakot fogom részletesebben kifejteni. Amint azt korábban már leírtam, a móri borvidéken jelenleg hét olyan fajta van (mind fehérbort adó), amelyet 10 ha-nál nagyobb területen termesztnek. Ezek a következők: Chardonnay, Ezerfürtű, Ezerjő, Királyleányka, Rajnai rizling, Tramini és Zöld ventelini. Ezek többnyire korai, illetve közép érésűek, kivéve a Rajnai rizlinget, ami kései érésű (*Török és Mercz, 1997*). A fajtaösszetétel nem véletlenszerű, mivel a móri borvidéken

1300–1400 °C körül alakul az aktív hőösszeg. Ez derült ki a 2006–2010-es adatsor vizsgálatából. Itt meg kell jegyezni, hogy napi felbontású adatok hiányában csak közelítő számítást lehetett végezni. De talán így is látható, hogy az aktív hőösszeg a közép érésű fajtáknak kedvez (1. táblázat). Az pedig, hogy ezek a fajták mind közép vagy bőtermők (Török és Mercz, 1997), valószínűleg gazdasági okokra vezethető vissza.

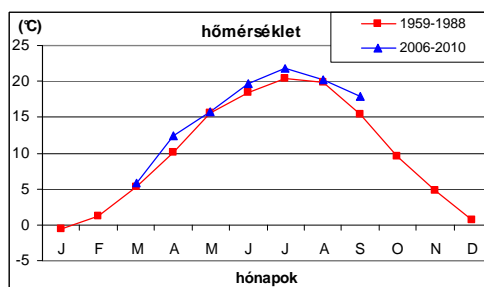
Mint számos területen, a szőlészetben is a kiváló minőség elérésére törekednek a gazdák. Ez azonban nem könnyű, mert a szőlő fejlődését döntően saját környezete szabályozza, amelyekre a gazdáknak – kevés kivételtől eltekintve (például öntözés) – nincs hatásuk. Ezért rendkívül különböző minőségű termésű évek követhetik egymást.

Bár számos adat a móri borvidék különböző pontjaira (a mérőhelyek környékére) vonatkoznak, mégis átlagolással kell élnünk, mert a terméssel kapcsolatos adatsorok a borvidék egészére vonatkoznak. Ez az átlagolás megtehető, mivel közeli helyekről van szó, így az eltérések többnyire nem számottevők.

Az archív és az elmúlt pár év csapadék adatait (10. ábra) összevetve látható, hogy a csapadék éves eloszlása megváltozott. Ez akár kedvező is lehet a szőlő szempontjából, mert a nyári csapadék aránya nőtt meg, ami fontos a növény fejlődése szempontjából, mert ekkor a legintenzívebb a sejtkezződés és így a vízfelhasználás is. Ugyanakkor a hőmérsékleti adatokból (11. ábra) kitűnik, hogy a tavaszi és nyári hőmérséklet is megemelkedett, ami egyrészt jótékony hatással van a szőlők fejlődésére, mert tavasszal felgyorsul a rügyek növekedése, így az atkák kártétele csökken, viszont a nyári magas hőmérséklet gátolja az életfunkciók megfelelő működését.

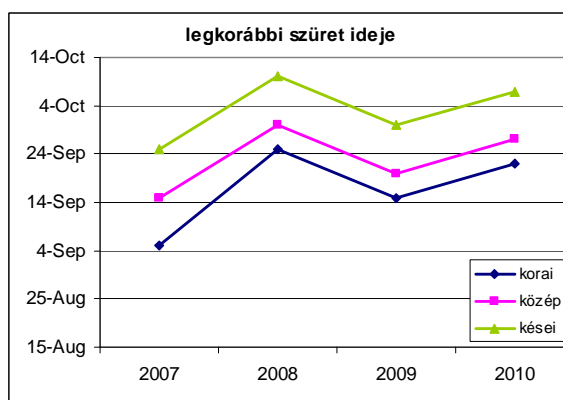


10. ábra: A móri borvidék csapadékviszonyai



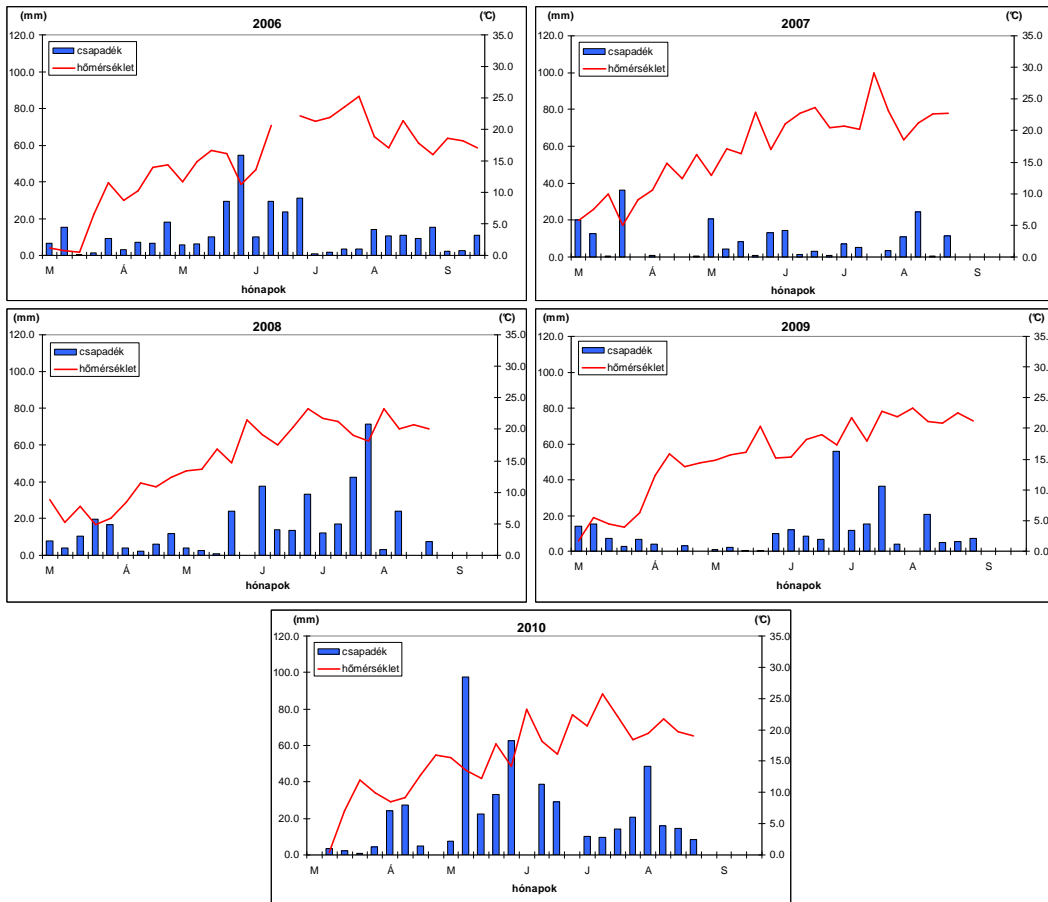
11. ábra: A móri borvidék hőmérsékleti viszonyai

Ezek után érdemes az egyes éveket (jelen esetben 2006 és 2010 között) külön-külön szemlélni. A különböző évek eltérő csapadék és hőmérsékleti viszonyai miatt a szőlőt más-más ütemben fejlődnek, így a szüret ideje is minden évben más (12. ábra). A legszembetűnőbb talán a 2007-es év, mikor a teljes fejlődési szakasz az átlagosnál korábbra tolódott, így a szüretelni is korán lehetett. A 13. ábráról leolvasható, hogy a 2007-es év első felében rendkívül kevés csapadék hullott. A tenyészidőszakban összesen közelítőleg 290 mm esett, ami kimondottan kedvező a termés szempontjából. Emellett a vegetációs fázis első felében az átlagosnál melegebb volt, ami nagyban hozzájárult a fenológiai fázisok korábbra tolódásához (14. ábra). Mindezen körülmények átlagos termésmennyiséget és mustfokot eredményeztek.

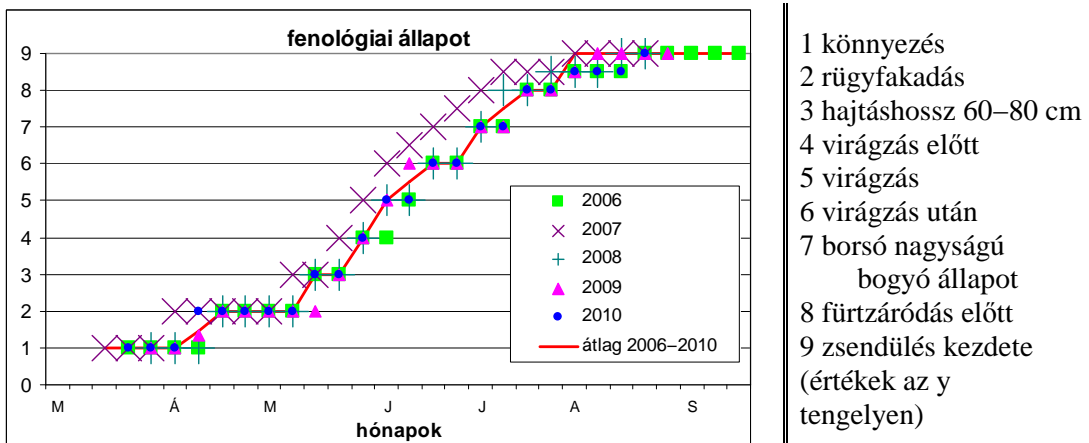


12. ábra: A legkorábbi szüret időpontja a móri borvidéken

A másik szembetűnő dolog a 2010-es rossz termés (a termésátlag és a mustfok is alacsony volt). Ennek a fő oka a sok csapadék. Csak a tenyészidőszakban 770 mm esett, ami több mint kétszerese az ideális mennyiségnek. A sok csapadék gyakori borultsággal jár, így a hőmérséklet a megszokottnál alacsonyabb volt ebben az évben a vegetációs periódusban. Bár a szüret későre tolódott, ez nem tudta kompenzálni a nyári kedvezőtlen körülményeket. Ezenkívül a párás időjárás kedvezően hatott a kórokozók megjelenésére (Varga et al., 2006). A korábbi évek átlagához képest sokkal gyakoribb volt a szürkerothadás- és a peronoszpóra-fertőzés veszélye. Mindezek összessége okozta a 2010-es rossz termést.



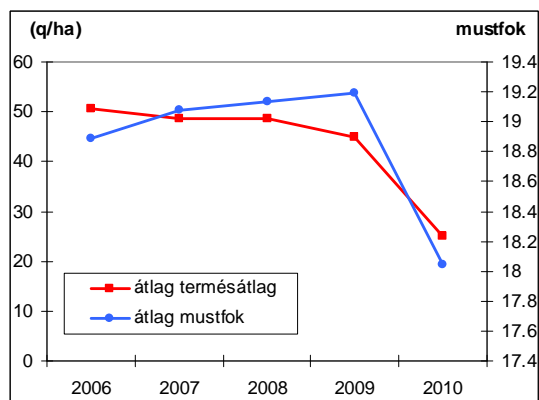
13. ábra: A móri borvidék csapadék és hőmérsékleti adatainak éves eloszlása (2006–2010)



14. ábra: A szőlők fenológiai állapota a móri borvidéken (2006–2010 és a több évtizedes átlag)

- 1 könnyezés
- 2 rügyfakadás
- 3 hajtáshossz 60–80 cm
- 4 virágzás előtt
- 5 virágzás
- 6 virágzás után
- 7 borsó nagyságú bogyó állapot
- 8 fürtzáródás előtt
- 9 zsendülés kezdete (értékek az y tengelyen)

A vizsgált öt év során 2009-ben volt a legjobb és 2010-ben a leggyengébb a termés minősége. Ez a 15. ábráról is látszik, mivel a termés minőségét a cukortartalma határozza meg. Minél magasabb a mustfok, tehát minél több cukor van a mustban, annál jobb a termés minősége.



15. ábra: Szüreti eredmények (termésátlag és mustfok) a móri borvidéken (2006–2010)

Bár a meteorológiai tényezők rendkívüli mértékben befolyásolják az évjáratokat, mégsem szabad csak ezekre az adatokra támaszkodni a vizsgálatok során, mert előfordulhat olyan környezeti hatás is, mely nem meteorológiai eredetű, de a termés mennyiségét is minőségét nagyban meghatározza. Itt gondolhatunk valamilyen fertőző betegségre, tűzvészre vagy például talajvízszennyezésre.

7. Összefoglalás

A dolgozatban ismertettem a szőlő életszakaszait, és az ezeket befolyásoló klimatikus, edafikus és biotikus tényezőket. Szakirodalmi adatok és elemzések feldolgozása során áttekintettem a magyarországi szőlőtermesztés lehetőségeit jellemző mérőszámokat, elsősorban az éghajlati adottságokra fókuszálva. Ezután részletesen elemeztem a móri borvidék sajátosságait. Magyarországon, és ezen belül a móri borvidéken az egyes évek időjárási viszonyai markánsan befolyásolják az éves termés minőségét. A rendelkezésemre álló adatsorokkal elemzéseket végeztem a móri borvidéken termelt szőlőfajtákra vonatkozóan 2006 és 2010 közötti időszakra. Összességében elmondható, hogy egyértelmű összefüggés mutatható ki a termésátlag és közvetve a bor minősége, valamint a tenyészidőszak hőösszege és csapadékmennyisége között. A legrosszabb termésátlag és legalacsonyabb mustfok a 2010-es rendkívül csapadékos évben fordult elő, ezzel szemben kiváló volt a termés a 2009-es szőlő szempontjából optimális csapadékú és hőmérsékletű évben.

További célom, hogy részletesebb adatsor segítségével pontosabb jellemzést tudjak készíteni a móri borvidék klimatikus viszonyai és a szőlőtermesztés kapcsolatáról. A további vizsgálatok a fajtaválasztás kérdését is szem előtt tartják. Ennek kiindulási gondolatát az adta, hogy korábban közel két évszázadon át az Ezerjő fajta egyeduralmú volt a móri borvidéken, ám az elmúlt néhány évtizedben ez gyökeresen megváltozott. Más fajták jelentősége nőtt meg az Ezerjővel szemben. Tehát a további kutatás szerves részét képezi ennek a folyamatnak és a klimatikus viszonyok változásának vizsgálata. Lehet, hogy pusztán gazdasági okokra vezethető vissza a folyamat, de valószínű, hogy az éghajlat változása is jelenős befolyással bír a látott tendenciákra.

Köszönetnyilvánítás

Számos embernek, akik hozzájárultak eme dolgozat megszületéséhez, tartozom köszönettel. Sajnos nincs arra itt elég hely, hogy mindenkinek kifejezzem hálámat, így csak néhány olyan embert említek, akik valóban óriási segítséget nyújtottak számomra.

Először szeretném megköszönni Weidinger Tamásnak és Nagymarosy Andrásnak a gondolatébresztő előadásokat. Köszönet illeti Juhász Ágotát is, aki szőlészeti téren rengeteg útmutatást adott. Ugyanígy hálás vagyok Frey Szabolcsnak, aki rendelkezésemre állt, akármikor elakadtam a móri borvidéket érintő kutatásban. Végül szeretném megköszönni témavezetőmnek, Mészáros Róbertnek azt a temérdek időt, amit rám szánt, és mely idő alatt rengeteg hasznos tanáccsal látott el.

Irodalomjegyzék

- Antal, G., Nagy, B., 2007: Fejér megye éghajlata. A Fejér Megyei Agrárkamara kiadványa, 40. pp. 15–16.*
- Antal, G., Nagy, B., 2008: Fejér megye éghajlata. A Fejér Megyei Agrárkamara kiadványa, 41. pp. 13–14.*
- Antal, G., Nagy, B., 2009: Fejér megye éghajlata. A Fejér Megyei Agrárkamara kiadványa, 42. pp. 17–18.*
- Antal, G., Nagy, B., 2010: Fejér megye éghajlata. A Fejér Megyei Agrárkamara kiadványa, 43. pp. 13–14.*
- Antal, G., Nagy, B., 2011: Fejér megye éghajlata. A Fejér Megyei Agrárkamara kiadványa, 44. pp. 13–14.*
- Bodnár, L., 2007: Borvidékek a Kárpát–medencében. Bodnár és Társa Geográfus Bt., 2007, pp. 138–151.*
- Botos, E. P., Hajdú, E., 2004: A valószínűsíthető klímaváltozás hatásai a szőlő- és bortermelésre. "AGRO-21" Füzetek, 2004. 34., pp. 61–73.*
- Csapó, P., 1984: Szőlőültetvények téli fagykárainak becslése. Léggör 29. 1., pp. 19–21.*
- Csapó, P., 1988: Szőlőfagykárok becslése hőmérsékleti adatok alapján. Léggör 33. 1., pp. 17–19.*
- Dövényi, Z., 2010: Magyarország kistájainak katasztere. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet kiadványa, pp. 595–599.*
- Dunkel, Z., Kozma, F., 1981: A szőlő téli kritikus hőmérsékleti értékeinek területi eloszlása és gyakorisága Magyarországon. Léggör 26. 2., pp. 13–15.*
- Dunkel, Z., Kozma F., Major Gy., 1981: Szőlőültetvényeink hőmérséklet- és sugárzásellátottsága a vegetációs időszakban. Időjárás, 85, 4., pp. 226–234.*
- Erdős, F., 2002: Mór története. pp. 7–12.*
- Hajdú, E., 2005: A fajtapolitika alkalmazkodása az agrometeorológiai viszonyok változásához a szőlő–bor ágazatban. „AGRO–21” Füzetek, 2005. 42., pp. 121–127.*
- Halász, Z., 1981: Könyv a magyar borról. Corvina Kiadó, 1981, pp. 63–65.*
- Horváth, Cs., 2008: A szőlő és a klímaváltozás. Kertészet és szőlészet 2008. 57. 50., pp. 12–15.*
- Keller, M., 2010: The science of grapevines: anatomy and physiology. Academic Press, 2010., pp. 15.*
- Kiss, Á., 1992: Az ezerjő hazájában. Albawiss Kiadó, pp. 5–240.*

- Oláh, L., 1979: Szőlészek zsebkönyve. Mezőgazdasági Kiadó, pp. 38–42.
- Péczely, Gy., 1979: Éghajlat. Nemzeti Tankönyvkiadó Zrt., pp. 277–284.
- Schwartz, A., 2002: A móri némettség története és élete. Schwartz Alajos, Mór, pp. 147–167.
- Stock, M., Badeck, F., Gerstengarbe, F.-W., Kartschall, T., Werner, P. C., 2003: Weinbau und Klima–eine Beziehung wechselseitiger Variabilität, *Terra Nostra* 2003/6: 6. Deutsche Klimatagung, pp. 422–426.
- Szőke, L., Novák, J., 2005: Agrometeorológia, pp. 11–76.
- Tonietto, J., Carbonneau, A., 2004: A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide, *Agricultural and Meteorology*, 124 (2004), pp. 81–97.
- Török, S., Mercz, Á., 1997: Magyar borkultúra. Mezőgazdasági kiadó, pp. 11–133.
- Varga, Z., Varga-Haszonits, Z., Enzsőlné Gelencsér, E., Milics, G., 2007: Az éghajlati változékonyság hatása a szőlőtermesztésre. *Kertgazdaság*, 2007. 39. (2), pp. 27–34.
- Varga, Z., Varga-Haszonits, Z., Enzsőlné Gelencsér, E., Milics, G., 2006: Rövidebb tenészedő és korábbi érés. *Kertészet és Szőlészet* 2006/48, pp. 14.
- Varga, I., 2005: Klímaváltozás okozta kihívások és lehetőségek. *Kertészet és szőlészet* 2005/22, pp. 10–11.
- Zanathy, G., 2008: Gondolatok a klímaváltozás szőlőtermesztésre gyakorolt hatásáról, *Agro napló* 2008. 12. 2., pp. 92–94.

Függelék

