

DEBRECENI EGYETEM
Agrártudományi Centrum
Mezőgazdaságtudományi Kar
Géptani Tanszék

**INTERDISZCIPLINÁRIS AGRÁR- ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYOK
DOKTORI ISKOLA**

Doktori Iskola vezető:
Prof. dr. Nagy János
MTA doktora

Témavezető:
Dr. Grasselli Gábor
mezőgazdaságtudományok kandidátusa

**DEBRECEN AGGLOMERÁCIÓJÁBAN KÉPZŐDŐ FÁS, BIO-
TÜZELŐANYAG POTENCIÁL MEGHATÁROZÁSA**

Doktori értekezés

Készítette:
Juhász György
doktorjelölt

Debrecen
2006

A RÉGIÓRA JELLEMZŐ MEZŐGAZDASÁGI HULLADÉKOK ÉS MELLÉKTERMÉKEK TÜZELÉSTECHNIKAI HASZNOSÍTÁSA

Értekezés a doktori (Ph.D.) fokozat megszerzése érdekében
az **Agrártudományok** tudományterületén
Növénytermesztés és kertészet vagy Földtudományok tudományágban

Írta: Juhász György doktorjelölt

A Doktori Iskola neve: Interdiszciplináris Agrár- és Természettudományok Doktori Iskola

A doktori iskola vezetője: Prof. dr. Nagy János az MTA doktora

Témavezető: Dr. Grasselli Gábor CSc. egyetemi docens

A doktori szigorlati bizottság:

	Név	Tud. fokozat
Elnök:	Dr. Csizmazia Zoltán	CSc. egyetemi tanár
Tagok:	Dr. Rátonyi Tamás	PhD. egyetemi docens
	Dr. Kalmár Imre	PhD. főiskolai tanár

A doktori szigorlat időpontja: 2004. 10. 05.

A bíráló bizottság:

	Név	Tudományos fokozat	Aláírás
elnöke:			
tagjai:			
titkár:			
opponensei:			

Az értekezés védésének időpontja: 200... ..

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS.....	6
1.1. A TÉMAVÁLASZTÁS INDOKLÁSA, A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI HIBA! A KÖNYVJELZŐ NEM LÉTEZIK.	
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	9
2.1. ENERGIAELLÁTÁS ÉS MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK	9
2.1.1. <i>Az energiaellátás problémái a XXI. században.....</i>	9
2.1.2. <i>A megújuló energiaforrások szerepe az energiaellátásban</i>	11
2.1.3. <i>Magyarország kötelezettség-vállalásai és jelenlegi helyzete.....</i>	14
2.2. A BIOMASSZA, MINT ENERGIAHORDOZÓ	16
2.2.1. <i>A biomassa fogalma, csoportosítása</i>	16
2.2.2. <i>Energiaforrásként hasznosítható szilárd bio-tüzelőanyagok.....</i>	18
2.2.3. <i>A növényi eredetű biomassa képződése.....</i>	19
2.2.4. <i>Magyarország bio-tüzelőanyag potenciálja.....</i>	20
2.3. MEZŐGAZDASÁGI EREDETŰ BIO-TÜZELŐANYAGOK.....	21
2.3.1. <i>Szőlőnyesedékek.....</i>	26
2.3.1.1. <i>A szőlőtermesztés jellemzői Magyarországon</i>	26
2.3.1.2. <i>A szőlő művelésmódjai és metszése.....</i>	27
2.3.1.3. <i>A vizsgált szőlőfajták növekedési és metszési jellemzői.....</i>	29
2.3.2. <i>Gyümölcsfanyesedékek.....</i>	30
2.3.2.1. <i>A gyümölcsfametszés alapelvei.....</i>	30
2.3.2.2. <i>Gyümölcsfák művelésmódjai</i>	31
2.3.2.3. <i>Koronaformák.....</i>	32
2.3.2.4. <i>Metszésmódok, a metszés erőssége és ideje.....</i>	33
2.3.2.5. <i>Gyümölcsfák metszésének jellemzői.....</i>	34
2.4. ERDÉSZETI PRODUKTUM ÉS ERDÉSZETI EREDETŰ NÖVÉNYI HULLADÉKOK.....	40
2.4.1. <i>Erdészeti produktum.....</i>	40
2.4.2. <i>Felhasználható tartalékok.....</i>	42
2.5. ENERGIA CÉLRA HASZNOSÍTHATÓ, FÁS BIO-TÜZELŐANYAGOK FIZIKAI JELLEMZŐI	42
2.5.1. <i>Kémiai összetétel.....</i>	42
2.5.2. <i>Égéshő és fűtőérték</i>	43
2.5.3. <i>Nedvességtartalom</i>	45

2.5.4. Hamutartalom	47
3. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	49
3.1. A VIZSGÁLAT TÁRGYA ÉS A FELMÉRÉS HELYSZÍNE	49
3.1.1. A vizsgálat tárgya.....	49
3.1.2. A felmérés helyszíne	49
3.1.2.1. Autonóm települések és kistérségek	49
3.1.2.2. Kistérségek.....	50
3.1.2.3. A vizsgált területhez tartozó települések és kistérségek.....	51
3.2. SZŐLŐ- ÉS GYÜMÖLCSFANYESEDÉKEK FIZIKAI JELLEMZŐINEK VIZSGÁLATI MÓDSZEREI	53
3.2.1. Tömegadatok.....	53
3.2.1.1. A nyesedék-tömeg meghatározásának lépései és módszerei	53
3.2.1.2. A mérések helyszínei és körülményei	53
3.2.1.3. Tömegadatok mérési módszere	56
3.2.2. Nedvességtartalom	56
3.2.2.1. Mintavétel, próbatest	56
3.2.2.2. A mérés helye és körülményei:.....	57
3.2.2.3. Az adatok kiértékelésének módszerei.....	58
3.2.3. Hamutartalom	58
3.2.3.1. Mintavétel, próbatest	58
3.2.3.2. A mérés helye és körülményei:.....	58
3.2.3.3. A méréshez használt eszközök:	59
3.2.3.4. Az adatok kiértékelésének módszerei.....	59
3.2.4. Égéshő és fűtőérték	59
3.2.4.1. A mérés helye és körülményei:.....	59
3.2.4.2. A méréshez használt eszközök	60
3.2.4.3. A mérés leírása.....	60
3.2.5. A nyesedék fajtára jellemző legnagyobb átmérője.....	61
3.4. A VIZSGÁLT TÉRSÉGBEN ÉVENTE KÉPZŐDŐ FÁS BIOMASSZA MENNYISÉGÉNEK ÉS ENERGIATARTALMÁNAK MEGHATÁROZÁSA	62
3.4.1. Szőlő és gyümölcsfanyesedékek mennyiségének és energiatartalmának meghatározása	62
3.4.2. Erdészeti produktum mennyiségének és energiatartalmának meghatározása.....	62

4. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK.....	64
4.1. A VIZSGÁLT TÉRSÉG FÖLDHASZNÁLATI JELLEMZŐI	64
4.2. SZŐLŐ- ÉS GYÜMÖLCSFANYESEDÉKEK FIZIKAI JELLEMZŐI	69
4.2.1. Tömegadatok.....	69
4.2.2. Nedvességtartalom	76
4.2.3. Hamutartalom	81
4.2.4. Égéshő és fűtőérték	86
4.2.5. Legnagyobb átmérő.....	87
4.4. A VIZSGÁLT TÉRSÉGBEN ÉVENTE KÉPZŐDŐ FÁS BIO-TÜZELŐANYAGOK-MENNYISÉGE ÉS ENERGIATARTALMA	88
4.4.1. A vizsgált térségben évente képződő nyesedékek-mennyisége és energiatartalma.....	88
4.4.2. A vizsgált térségben évente képződő erdészeti produktum mennyisége és energiatartalma.....	96
5. ÖSSZEFOGLALÁS.....	104
6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	105
7. JAVASLATOK A GYAKORLATI FELHASZNÁLÁS NÖVELÉSÉRE.....	107
8. HIVATKOZOTT IRODALMAK JEGYZÉKE	108
9. ÁBRÁK JEGYZÉKE	116
10. TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	117
NYILATKOZATOK	120

1. BEVEZETÉS

1.1. A témaválasztás indoklása, a kutatás célkitűzései

Alaszkától az Andokig egyre melegszik a világ. Bár a földi átlaghőmérséklet csak 0,6 Celsius-fokkal több (*APPENZELLER, 2004/b*), mint a múlt század elején, de a leghidegebb, legtávolabbi vidékek melegebbek lettek. Ma már szinte minden tudományos szinten egyetértenek abban, hogy a 20. században főleg az emberi tevékenység miatt melegedett az idő (*IPCC, 2001*). Ahogy a szén-dioxid szintje emelkedik, úgy kúszik följebb a higanyszál, az IPCC-előrejelzés szerint a század végéig újabb 1,5-5,5 Celsius-fokkal.

Műholdfelvételek bizonyítják, hogy 2005 szeptemberében a sarkvidék jégtakarója vékonyabb volt, mint amit valaha tapasztaltak. 1979-hez képest 1,3 km²-rel csökkent a tengereket borító jég kiterjedése (*KISS, 2006*). A kutatók többsége egyetért abban, hogy a melegedést okozó szén-dioxid növekedés fő oka a fosszilis energiahordozók használata és az erdőégetés (*MORELL, 2004*).

A szakirodalomban gyakran jelennek meg becslések a világ energiavagyonáról, de a geológiailag feltáratlan terület még rendkívül nagy, ezért ezek az adatok bizonytalanok (*VAJDA, 2004; BAUQUIS, 2002*). Nem tudjuk pontosan meddig lesz elég ez a vagyon, de egy biztos: a készletek korlátozottak. A mai ellátás 87 %-a fosszilis energiahordozón alapul (*FARKAS, 2004*) és várhatóan néhány évtizedig még ez így is marad (*MOLNÁR, 2005*). A bőségesen rendelkezésre álló szén reneszánsza a globális felmelegedést gyorsítaná, s ezzel megszüntetné a létfenntartáshoz szükséges környezetet.

Magyarország szénhidrogénvagyonja egyre fogy. Az éves kitermelés csak kis részét fedezi a felhasznált mennyiségnek és a termelés évről évre csökken. Az import folyamatosan drágul, és kockázatokat rejt magában, ezért létkérdés az energiaellátás területén jelentkező kedvezőtlen folyamatok ellensúlyozása.

BARÓTFI, 2006 szerint az energetika egyedül járható útja, a meglévő készletekkel való következetes takarékoskodás, és a szükségletek minél nagyobb mértékben megújuló energiaforrásokból történő biztosítása. Hazánk megújuló energiapolitikájában

a leginkább járható útnak az látszik, ha a biomassa hasznosítását növeli, melyben az-energetikai eljárások közül jelenleg a tüzelési célú hasznosítás tűnik a legkedvezőbbnek.

Magyarország a biomassa készletek tekintetében kedvező adottságokkal rendelkezik, amelyet a jelenlegi 4,2- %-os hasznosítási arány (*BAI, 2005*) nem tükröz. Szakemberek szerint a hazai energiafogyasztás 9-10 %-a is fedezhető lenne a biomassa eltüzelésével (*BAI - ZSUFFA, 2001*), és hosszabb távon a 17-18 % sem lehetetlen (*MAROSVÖLGYI, 2004, 2005*). Az országban több mint húsz éve folynak kutatások a biomassa hasznosításának területén, ezáltal nemcsak biomassa források tekintetében kedvezőek az adottságaink, hanem rendelkezésre áll a szakértelem is.

A biomassa tüzeléstechnikai hasznosításának elsődleges feltétele a biomassa mennyiségének pontos ismerete. Bár készültek országos felmérések a témában, de részletes, helyi viszonyokat is tükröző adatok - amelyek a települési, kistérségi vagy a regionális felhasználást elősegíthetik – hiányoznak.

A Debrecen agglomerációjának területén évente képződő, tüzelésre alkalmas biomassa mennyiségének meghatározása érdekében dolgozatomban az alábbi célokat tűztem ki:

1. A vizsgált térséghez tartozó települések közigazgatási területén évente képződő égethető, növényi eredetű szilárd biomassa mennyiségének felmérése. A növényeket a hasznosítás azonos technológiája alapján választottam ki, ezáltal a felmérés tárgyát a mezőgazdasági eredetű, fás bio-tüzelőanyagok képezték. A vizsgált térségben képződő fás bio-tüzelőanyagok arányainak bemutatása valamint a tüzeléstechnikai hasznosítás tervezhetőségének érdekében meghatároztam a térség erdészeti produktumát is.
2. A szőlő- és gyümölcsfanyesedékek tömegének és energiatartalmának korrekt meghatározásához számos adat hiányzik, ezért a kutatásom nagyobb részét a térségre jellemző szőlő- és gyümölcsfafajok és fajták energetikai hasznosításához szükséges fizikai jellemzők meghatározása képezte.

Megvizsgáltam a tüzeléstechnikai felhasználás szempontjából meghatározó fizikai jellemzők közül az egy fára vonatkoztatott nyesedék nedves tömegét fajtánként, a

nyesedékek metszés utáni nedvességtartalmát, a hamutartalmát, az égéshőjét és fűtőértékét valamint a nyesedék fajra jellemző legnagyobb átmérőjét.

3. Alapadatok meghatározása, amely egyrészt bázisul szolgálhat a későbbi, tervezett kutatásokhoz, másrészt elősegítheti a kistérségek megújuló energiaforrások hasznosítására irányuló stratégiai terveinek kidolgozását.

A térség és a települések kiválasztási szempontjaként egy lehetséges biomassza erőmű építésének szállítási útvonal optimalizálása érdekében a gazdaságos szállítási lehetőségeket vettem figyelembe. Ezen szempont szerint 23 település került a vizsgálati körbe.

Alapvető célkitűzésem, hogy ezek az ismeretek ne csak szakmai körökben váljanak ismertté, hanem széles körben terjesztve bővítsék a tényleges felhasználók körét is.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Energiaellátás és megújuló energiaforrások

2.1.1. Az energiaellátás problémái a XXI. században

Az *IEA 2005*-ös jelentése a legerősebb vészjelzés, amit az ügynökség valaha is kiadott. A dokumentum szerint, ha a jelenlegi folyamatok iránya nem változik, akkor 2030-ra az a világ energiafelhasználása 50 %-kal nőni fog, melyben a kőolaj és földgáz szerepe továbbra is meghatározó marad. A világ energiatartalékai ugyan elegendők lesznek az igények kielégítésére, de 17 trillió dollár befektetésre lesz szükség ahhoz, hogy az energia a fogyasztókhöz jusson. A közép-keleti és afrikai olajtól való függés a mostani 35 %-ról 44 %-ra nő. Az energia-felhasználással kapcsolatos szén-dioxid kibocsátás pedig 52%-kal nő, ami önmagában is intő jel.

A világ kőolajvagyonának mintegy 2/3-a a politikailag is feszültségektől terhes Közel- Keleten található, ami sebezhetővé teszi az ellátást és fokozza az aggodalmat a nagy felhasználóknál (USA, EU, Japán). A 2005 végén lezajlott orosz-ukrán gázvita pedig rávilágított az európai térség energiaellátásának veszélyeire. A növekvő energiaigények és az ellátási kockázatok következtében az európai országok sebezhetőbbé váltak, mint az elmúlt 2-3 évben (*MOLNÁR, 2005*). Magyarország tekintetében a probléma még súlyosabb, mivel hazánkban a földgáz aránya a primer energiahordozók százalékos megoszlásában 45,3 %, importfüggősége pedig 84,3 % (*MOLNÁR, 2004*),

A világ népességének egyötöde a legnagyobb jövedelemmel rendelkező OECD országokban él. Ezek az országok tartják kezükben a világ ipari termelésének 86%-át, az export 82%-át, a beruházások 68%-át és használják el az energia 80%-át, miközben a világ népességének egyharmada nem jut energiához (*DIAZ-BALART, 2002*). Az OECD országok 1 főre eső energiafogyasztása mintegy hatszorosa a fejlődő országoknak (*IMRE, 2004*), az USA lakosságának energiafogyasztása pedig a világátlag négyszerese (*LÁNG, 2003*).

Az elemzések ismeretében a világ energiaigénye az elkövetkező időszakban jelentősen nőni fog, melynek fő oka a fejlődő országok népességének növekedése és

gazdasági fejlődésük világátlagot meghaladó mértéke. Példa erre, hogy 2004-ben az olajigény 3,4 %-kal nőtt a szokásos 1-2 % helyett. A növekedés mintegy harmada mögött Kína állt, ahol a növekedés elérte a 16 %-ot (*MOLNÁR, 2005*). Kínában 2003-ban mintegy 1,8 millióval gyarapodott az ország útjain futó autók száma, s így jóval meghaladta a 10 milliót. Az utóbbi idők növekedési üteme mellett ez a szám háromnegyvenként megduplázódhat. Ha a motorizáció megközelítené az amerikaiét, mintegy 600 millió kocsit közlekedne a kínai utakon – több mint ma az egész világon (*BECKER, 2004*).

A bármely erőforrás összesített felhasználásának leírására kb. egy évszázada ismert logisztikai S-függvény kőolajra érvényes alakja a Hubbert-féle függvény, amelyet a termelésük csúcán túlhaladt országok és régiók termelési adatai követnek (*BENTLEY, 2002*). Az elmélet szerint a kinyerhető mennyiség felének elfogyasztása után a kőolajtermelés csökkenni kezd, ami becslések szerint a teljes földi készletre 5-10 éven belül következik be (*APPENZELLER, 2004/a*).

A felhasznált különféle természeti erőforrások aránya – a primer energiaszerkezet – a fejlődés során állandóan változott. Az újabb energiahordozók mindig előnyösebb gazdasági és műszaki adottságai miatt kerültek előtérbe, és sohasem a használt források kimerülése miatt. Az energiaszerkezetnek ez a módosulása napjainkban is tart, és a jövőben is folytatódik. A változások lassúak, mert fékezőleg hat egyrészt az alapvető létesítmények hosszú élettartama, másrészt a tömegesen használt berendezések elterjedésének jelentős időre van szüksége (*VAJDA, 2004*).

A szakemberek a változtatás szükségszerűségében egyetértenek, de a hogyanban nagyok a különbségek. Egyes kutatók szerint a hagyományosnak tekintett fosszilis energiahordozókkal működő belsőégésű motorok egyre korszerűbbek, az erőművek mind nagyobbak és hatékonyabbak lesznek, de a közeljövőben az energiaszerkezet alapvető megváltozására nem számíthatunk (*BÜKI, 1999*). *REMÉNYI, 2002* a technológiai lehetőségek számos példáját mutatja be, amelyek a gyökeres átalakulás helyett a korszerű technológiák elterjesztésével a hatékonyabb energiafelhasználást hirdetik. Más elképzelések viszont hatalmas változásokat jósolnak a világ energiaszektorában, amely forradalmian új megoldások jelentkezését feltételezi.

STANLEY, 2001 szerint az energia-ellátásban küszöbön áll egy új korszak, amelyben a fosszilis tüzelőanyagoktól a megújuló energiaforrások veszik át a vezető szerepet.

A fosszilis energiahordozók közül a szén még jóval hosszabb ideig képes kielégíteni az igényeket, mint a kőolaj és földgáz. Rövid és középtávon valószínűleg megőrzi szerepét, mivel helyettesítésük súlyos gondokat és nehezen kezelhető súrlódásokat okozhat. A világpiaci ára sokkal stabilabb, mint a kőolajé, ezért az erőművek ellátási biztonsága, valamint a beszerzés árszintje továbbra is a szenet teszi vonzóbbá (*REICHEL, 2001*). A nem hagyományos olaj kitermelése éppen csak most indul, pedig napjainkban gyorsan kellene növekednie, hogy átvegye a hagyományos olaj szerepét. (*ODELL, 1999*). Az atomenergia jövőjét kutatók pedig rövidtávon, 2020-ig az atomenergiából nyert áram mennyiségének 3%-os csökkenését várják, úgy, hogy a fejlett ipari országokban 14%-os csökkenést, a fejlődő országokban 162%-os növekedést prognosztizálnak (*GÜLDNER, 2001*).

Sürgős feladat tehát, hogy megtaláljuk a meglévő energiaforrások ésszerű felhasználásának a módját és a rendszerbe bevonható új energiaforrásokat, mert csak így lehet egyensúlyt teremteni energia és környezet között (*HOMOLA, 2002*), amely alapvetően meghatározza életünk minőségét. Amennyiben ez nem történik meg a szociális feszültségek, a kilátástalanság emberek milliói számára migrációhoz és szélsőséges következményekhez vezethetnek. A fejlett világnak tehát önös érdeke ezen segíteni (*STARZACHER, 2001*).

MUNKÁCSY, 2005 szerint a hatékonyabb fejlesztés érdekében, az energetika interdiszciplináris jellegéből adódóan, célszerű lenne összefogni és összehangolni a kapcsolódó tudományterületeket.

2.1.2. A megújuló energiaforrások szerepe az energiaellátásban

Az *IEA, 2002* adatai alapján a világ primer energia-felhasználásából a megújuló energiaforrások 2002-ben 13,8 %-ot tettek ki. A Shell hosszú távú fejlesztési intézményének (*WEC, 2005*) adatai alapján 2050-re a világ energiaigényének 50%-át fogja megújuló energiaforrásokból fedezni. Ezzel szöges ellentétben az *IEA, 2004* prognózisa szerint az arány az elkövetkező 30 évben nem fog nőni. *MOLNÁR, 2005*

szerint az első prognózis inkább a vágyakat fogalmazza meg, és az utóbbi a reális alternatíva, amit a több mint tíz éve *BOROS, 1994* által publikált 14%-os stagnáló arány is igazolni látszik.

Az energiaellátás a világban számos feszültségtől terhes problémát vet fel, az importfüggőségtől a környezetszennyezésig, mely bizonytalanná teszi a jövőt. Általános irányelvként lehet megfogalmazni, hogy a fejlett világnak törekedniük kell saját nemzeti energiaellátásuk biztosítására (*STARZACHER, 2001*). Nem az önellátás a cél, de mérsékelni kell a nagy importfüggőséggel járó kockázatot. Ebben a folyamatban kiemelt szerepet kell játszania a megújuló energiaforrásoknak.

A 2002-ben tartott World Renewable Energy Kongresszus átfogó képet nyújtott a megújuló energiaforrásokkal és azok alkalmazásával foglalkozó kutatások jelenlegi állásáról, az új trendekről és a jövőbeni fejlesztési irányokról. Egyöntetű megállapítást nyert, hogy csaknem minden országban az egyik leginkább hasznosítható és legkönnyebben kiaknázható megújuló energiaforrás a biomassza (*SZABÓ - BARÓTFI, 2002*). Ebben a folyamatban a biomasszának, és a megújuló energiák kombinált hasznosításának, mint pl. a bio-solar rendszerű energiatermelésnek (*SUDÁR, 2001*) is jelentős szerepe lehet. *KOCSIS, 1993* szerint az agrártermelési ágazatok a teljes mértékű energia-önellátáson kívül nettó energiatermelő ágazatokká alakíthatók.

A mezőgazdaságban a nyolcvanas években a növénytermesztés és állattenyésztés aránya csaknem egyenlő volt. Annak ellenére, hogy Európában a természeti adottságaink az élelmiszer-előállításban egyedülállóan kedvezőek, 1997-re az 1986-90 évek átlagához viszonyítva az összes mezőgazdasági termelés 28 %-kal csökkent. A növénytermesztés 19,1 %-kal, az állattenyésztés 37,6 %-kal esett vissza (*LACZÓ, 2000*). Az EU agrárpolitikájának következtében a gyengébb adottságú szántó területek folyamatosan kikerülnek a termelésből, amelyek energianövények termesztésére alkalmasak, sőt javasoltak. Az energetikai felhasználásban rejlő értékesítési lehetőségek pedig gyakorlatilag korlátlanok (*BAI, 2005*), ami a nehéz helyzetbe jutott mezőgazdaságnak esélyt adhat a válságból való kilábalásra.

Számos megvalósult terv igazolja a biomassza jövőjét. Példa erre az ausztriai Güssing városa, ahol sikeresen megvalósították az önmagát energiával ellátó települést, melynek

részeként létrehoztak egy helyi biomasszára alapozott távfűtőművet és egy repce – metizáló üzemet. A terv megvalósulása során, mintegy 450 új munkahely létesült, melyek kisebb része az új üzemekhez kötődik, a nagyobb rész pedig a járulékos beruházások nyomán jött létre. A bevételek mintegy 3/4-ed része az árameladásból 1/4 része a hőeladásból származik (*GONCZLIK, 2005*)

A magyarországi biomassza fűtőművek számos nehézséggel küzdenek. A Mátészalkai Fűtőműben a fűtési időszak meghatározó fogyasztására egy 5 MW teljesítményű faapríték tüzelésű kazán lett telepítve. A csúcs hőigények kielégítésére és biztonsági tartaléknak meghagyták a gázkazánokat. A biomassza-piacra belépő nagy erőművek árfelhajtó hatása miatt egy év alatt a felhasználható fa ára 35-45 %-kal lett drágább, ami a támogatott gázár miatt a faapríték tüzelést veszteségessé tette (*FARKAS, 2005*). Körmenten, a 2003-ban átadott 5 MW teljesítményű fűtőműnél jelenleg hasonló okok miatt, az erdészettől fűtőanyag vásárlása szóba sem jöhet (*KAZAI, 2005*). Meg kell említeni azt is, hogy az ausztriai példával ellentétben ezeknél a fűtőműveknél számottevő munkahely sem alakult, mivel Körmenten a fűtőműben 3-5 főt, az üzemhez kapcsolódó aprító telepen mindössze 1-2 főt tudtak csak alkalmazni.

A biomassza energetikai hasznosítása összetett kérdés. Azon túl, hogy fosszilis energiahordozókat vált ki, csökkenti a szén-dioxid emissziót, a mezőgazdaság és a vidéki emberek számára is alternatívát jelenthet. A felhasználásnál azonban mindig fő szempontnak kell lennie, hogy a biomassza energetikai hasznosítása kizárólag az étel-miszer-felhasználás elsődleges célkitűzése mellett valósuljon meg (*BARÓTFI, 2006*). Hazánkban a biomassza energetikai felhasználásában még óriási tartalékok vannak. A lehetőségek jobb kiaknázásához szükséges a meglévő biomassza mennyiségének, helyének, összetételének és változási tendenciáinak pontos ismerete, melynek meghatározásában még számos feladat vár a témával foglalkozó kutatókra és szakemberekre.

A biomassza energetikai hasznosításánál szem előtt kell tartani, hogy ez egy nagyon fontos kiegészítő forrásként jöhet csak szóba, melynek számos pozitív hatása lehet a vidékfejlesztésen keresztül az emberek környezetükhöz való viszonyának szemléletformálásáig. A decentralizált energiatermelésből fakadó előnyök egy-egy település, de akár kistérség, vagy régió életében jelentős szerepet játszhatnak annak

ellenére, hogy a nemzeti energiamérlegben valószínűleg nem ezen energiaforrások fognak dominálni (*GONCZLIK et al., 2005*). A biomassa energetikai hasznosításánál ügyelni kell arra is, hogy a hasznosításból eredő előnyök ne mások rovására érvényesüljenek, mint ahogy az a fűtőművi példákból is látszik.

2.1.3. Magyarország kötelezettség-vállalásai és jelenlegi helyzete

Az EU Bizottság által 1995 decemberében elfogadott „Fehér Könyv a Közösségi energiapolitikáról” az EU megújuló energia-politikájának alapidokumentumának tekinthető, amelyben megfogalmazták a közös célokat és fejleszteni kívánt területeket.

Az 1997-ben elfogadott 8522/97 sz. határozat „Zöld Könyv” megállapította, hogy a megújuló energiaforrások minél kiterjedtebb alkalmazása az EU tagországok közös fejlesztésének egyik legfontosabb eleme, mert növeli az Unió energiaellátásának biztonságát, megalapozza a környezetvédelmi követelmények megvalósítását, elősegíti a kis- és középvállalkozások, valamint a vidéki térségek fejlesztését.

A stratégiai fejlesztési programot részleteiben 1997 novemberében adták ki Energia a Jövőért: Megújuló Energiaforrások c. Fehér Könyv tervezeteként. A stratégiai program fontos célkitűzése volt, hogy az EU országaiban az évenkénti CO₂ kibocsátás a Kyotói Jegyzőkönyvben megfogalmazottak értelmében 1997-2010 között 402 millió t/év értékkel csökkenjen, ami megfelel az ugyanezen időszakra vonatkozó megújuló energiaforrások 6 %-ról 12 %-ra történő növelésének. Magyarország számára ez a vállalás a 3,6 %-os megújuló részarányról 6 %-ra történő növekedését irányozta elő, amely 2004-ben elérte 4,01 %-ot.

Az Európai Parlament és Tanács 2001. szeptember 27-én elfogadott 2001/77/EK irányelve a megújuló energiaforrásokból előállított villamos energiának a belső villamosenergia-piacon történő támogatásáról előírja a tagállamai számára, hogy a 13,9 %-os EU átlagról 2010-re 22,1 %-ra emelje a megújuló energiából termelt villamos energia arányát. Ennek érdekében meghatározták az egyes tagállamokra vonatkozó elérendő értékeket is. Az EU az újonnan csatlakozott országokra is kiterjesztette a direktíva hatályát és ennek értelmében Magyarországnak a 0,5 %-os arányt 2010-re 3,6 %-ra kell növelni. A hazai energiafelhasználás megújuló

energiaforrásokból előállított részarányainak változását és jelenlegi állapotát az **1. táblázat** mutatja be (hulladékégetés nélkül).

1. táblázat: Megújuló energiaforrásokból előállított energia részaránya a hazai-energia felhasználásban

	Me.	2001		2002		2003		2004	
Primer energiatermelés	PJ	448,7		438		434,7		424,9	
Energiaimport	PJ	620,7		617		656,9		663,2	
Belföldi energiafogyasztás	PJ	1069,4		1055		1091,6		1088,1	
Belföldi villamos- áram-fogyasztás	GWh	39336		39754		40620		40599	
Megújuló energiaforrás felhasználás									
Geotermia	TJ/GWh	3600		3600		3600		3600	
Napkollektor	TJ/GWh	60		70		76		76	
Tűzifa	TJ/GWh	13539	7	14592	6	18176	109	23911	793
Erdészeti hulladék	TJ/GWh	4600		4550		4800		15029	
Egyéb biomassza	TJ/GWh	12461		11602		9625			
Biogáz	TJ/GWh	126	8	133	11	191	18	229	23
Vízenergia	TJ/GWh	670	186	698	194	616	171	756	210
Szélergia	TJ/GWh	3,24	0,900	4	1,200	13	3,600	20	5,5
Fotovillamos	TJ/GWh	0,022		0,022		0,025		0,360	0,1
Megújuló összesen/zöldáram	TJ/GWh	35059	202	35249	212	37097	302	43621	1032
Részarány	%	3,28	0,51	3,34	0,53	3,40	0,74	4,01	2,54

Forrás: BAI, 2005; GKM, 2006; STRÓBL, 2006; SZERDAHELYI, 2006

A 2001/77 EK irányelv szerint a hulladékhasznosítás csak akkor számolható el a megújuló energiaforrások támogatási rendszerében, ha az megfelel a hulladékgazdálkodás közösségi jogszabályaiban megfogalmazott, szelektív, elkülönített gyűjtés előírásainak.

A hazai adottságokat és lehetőségeket vizsgálva megállapítható, hogy az elektromos energia termelésére fordítható megújuló energiaforrások területén a biomasszát kivéve sem vízenergia, sem szélenergia, sem a nap, sem pedig geotermikus energia alapon nem lehet jelentős növekedést elérni (BOHOCZKY, 2003).

2.2. A biomassza, mint energiahordozó

2.2.1. A biomassza fogalma, csoportosítása

LÁNG et al., 1985 megfogalmazása szerint a biológiai eredetű anyagok (biomassza) fogalmán értjük

- a szárazföldön és vízben található összes élő és nemrég elhalt szervezetek (mikroorganizmusok, növények, állatok) tömegét;
- a biotechnológiát alkalmazó iparok termékeit
- a különböző transzformálók (ember, állat, feldolgozó iparok stb.) összes biológiai eredetű termékét, hulladékát, melléktermékét.
(Az ember, mint biológiai tömeg nem tárgya a fogalomnak.)

A biomasszát keletkezése alapján a következőképpen csoportosíthatjuk

- Elsődleges biomassza: természetes vegetáció, szántóföldi növények, erdő, rét, legelő, kertészeti növények, vízben élő növények.
- Másodlagos biomassza: állatvilág, gazdasági haszonállatok összessége, az állattenyésztés főtermékei, melléktermékei, hulladékai
- Harmadlagos biomassza: biológiai eredetű anyagokat felhasználó iparok termékei, melléktermékei, hulladékai, emberi települések szerves eredetű hulladékai.

Az Európai Unióban az alternatív energiatermelést célzó programokkal párhuzamosan felgyorsult a megújuló energiaforrásokat érintő szabványosítás folyamata. Célja, hogy az unión belül elősegítse a megújuló-energiahordozók és ahhoz kapcsolódó szolgáltatások szabad áramlását. A folyamatosan készülő műszaki irányelvek, szabványok átvétele és alkalmazása Magyarország számára is kötelező feladatot jelent.

A CEN TC 335 (Az Európai Szabványügyi testület 335. sz. Műszaki Bizottsága) munkacsoportja a bio-tüzelőanyagokhoz a következő biomasszákat sorolta (VITYI, 2005):

- Mezőgazdasági és erdészeti produktum
- Erdészeti és mezőgazdasági eredetű növényi hulladékok
- Élelmiszeripari növényi hulladékok
- Fahulladékok – kivéve a kezelés eredményeként halogénezett szerves alkotókat, illetve a nehézfémeket tartalmazó, valamint bontásból származó fahulladékokat
- Papírgyártásból származó növényi rostok
- Parafa-hulladékok

A bio-tüzelőanyagok osztályozása azok eredetét veszi figyelembe, hogy a származás a gyártás teljes folyamatában egyértelműen visszakövethető legyen. Ez alapján tehát a bio-tüzelőanyagok a következő kategóriákba sorolhatók:

- Fás biomasszák
- Lágyszárú biomasszák
- Termékek
- Keverékek (adott keverési, vagy keveredési arányok szerint osztva)

A jövőben a bio-tüzelőanyagok forgalmazása minőségi tanúsítvány nélkül nem képzelhető el és a rájuk vonatkozó termékleírásban a legfontosabb paraméternek – mint eredet, nedvességtartalom, frakcióeloszlás, hossz méret és átmérő illetve hamutartalom – szerepelnie kell. Más paraméterek, mint pl. a fűtőérték és sűrűség csak informatív szereppel bírnak, megadásuk nem kötelező.

Energianyerés céljára bármilyen szerves anyag alkalmas, de az energetikai hasznosítást alapvetően meghatározza az alkalmazott technológia, amely egy újabb csoportosítás alapját képezheti. Jelenleg a legegyszerűbb és leggazdaságosabb hasznosítási forma a közvetlen tüzelés. Erre azonban csak meghatározott biomassza fajták alkalmasak.

A direkt tüzelésre alkalmas szilárd biomassza az elsődleges vagy a harmadlagos biomassza területén, mező és erdőgazdasági produktumként, erdészeti és

mezőgazdasági hulladékként vagy fahulladékként keletkezik. Az EWC (Európai Hulladék Katalógus) besorolása szerint a mezőgazdaságban, erdészetben, kertészetben, szőlészetben keletkező melléktermékeket, hulladéknak nevezik. Legtöbbjénél azonban helytelen a hulladék elnevezés, mert hasznosításuk esetén ezek értékes alapanyagoknak tekinthetők (*HARTMAN et al., 2001*).

A hulladék kifejezés gyűjtőfogalom (*VERMES, 1993*), amely egy néven kívánja nevezni az ember közvetlen környezetéből valamilyen ok miatt eltávolításra szánt anyagokat. Mint ilyen számos pontatlanságot tartalmaz, de mivel igen sokféle, egymástól jelentősen különböző anyag tartozik hozzá, nagyon nehéz jobban konkretizálni, tudományos mércével is egzakt, minden szempontnak egyaránt megfelelő definíciót találni rá. Ebből adódóan nagyon sokféle megfogalmazása létezik, és ezért egy adott anyagra vonatkozóan mindig tartalmaz elhanyagolásokat ill. pontosításokat.

A hulladék fogalom finomítását szolgálja a melléktermék megnevezés bevezetése, amely a termelési folyamatokban a számunkra legfontosabb termék, a főtermék mellett – rendszerint kiküszöbölhetetlenül – keletkezik. A melléktermékek az iparszerű termelés mód eluralkodásával az adott folyamatban zavaró, fölösleges anyagokká, a termelő szemében hulladékká váltak, holott azok – ha nem is az adott termelési folyamatban, hanem egy másikban – teljes értékű kiindulási anyagként, nyersanyagként szolgálhatnak. A direkt tüzelésre alkalmas szilárd biomassza elsősorban az erdészet és a mezőgazdaság területén keletkezik. Hasznosításukra többféle technológia is jó hatásfokkal alkalmazható.

2.2.2. Energiaforrásként hasznosítható szilárd bio-tüzelőanyagok

A szilárd biomassza hulladékok legjellemzőbb előfordulásai

- A mezőgazdaság területén: gabonaszalma, kukoricaszár, kukoricacsutka, napraforgószár, maghéj, szőlő- és gyümölcsfanyesedék, stb.
- Az erdészetben: tűzifa, erdei apríték, fűrészpor, forgács, kéreg hancs.
- Feldolgozóiparban: fűrészpor, csiszolat, hulladék fa
- Városok zöldterületeiről: parkok, fasorok karbantartásának hulladékai

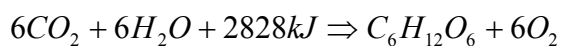
Energianyerés céljából termesztett növények

- Szántóföldi növények, amelyek célzott átalakításával energiahordozó nyerhető (pl. repce, magkender)
- Energiaültetvényből származó biomassza, amely gyorsan növő, sűrűn telepített és meghatározott vágásfordulóval kitermelhető fás szárú növényekből áll.
- Energiafű

Az égetésnél a szilárd biomasszáknál hasonló technológiákat alkalmaznak, de a növények fajától függően a betakarítás, előkészítés és tüzelőberendezés tekintetében eltérő eszközöket igényelhetnek. A fás biomasszák viszonylag alacsony N-, S-, Cl-tartalommal rendelkeznek, és – a kéreg kivételével – alacsony a hamutartalmuk is. Hamujuk viszont legtöbbször viszonylag magas nehézfém-tartalommal jellemezhető, amely az emisszió és hamu-hasznosítás szempontjából hátrányos tulajdonság (VITYI, 2005). Ezzel szemben a lágyszárú biomasszák és termékek relatíve sok nitrogént, kén és klórt tartalmaznak, amely tulajdonságok az NO_x, HCL, PCDD/F, SO₂ emisszió növekedéséhez és fokozott korrózióhoz vezetnek. Hamutartalmuk magasabb, a hamu jelentős K és Si tartalmú, ezért a fahamunál jóval alacsonyabb hőmérsékleten olvad. Ezen tulajdonságok miatt a lágyszárúaknál tüzeléstechnológia szempontjából más módszerek szükségesek, mint a fás biomasszáknál (ENGLISCH – BÄRNTHALER, 2004). A szilárd halmazállapotú növényi eredetű biomassza csoportját ezért célszerű még tovább szűkíteni lágyszárú és fás szárú növényekre, amelyet a CEN, 2003 besorolás szerint a továbbiakban fás biomasszának nevezek. A dolgozat további részében a mező- és erdőgazdaságban keletkező anyagokat ezen utóbbi szempont szerint külön vizsgálom.

2.2.3. A növényi eredetű biomassza képződése

A fotoszintézis során a növények klorofiltartalmuk segítségével a napsugárzás fotonjainak hatására a levegő széndioxid-tartalmát vízzel szénhidráttá szintetizálják. A szerves szén a zöld növényekbe CO₂ alakjában jut be, miközben O₂ szabadul fel. A folyamatot a nap energiája táplálja. A biokémiai reakciók leegyszerűsített modelljét az alábbi összefüggés mutatja:



BLIEFERT, 1994 adatai alapján a Földön fotoszintézissel évente mintegy $180 \cdot 10^9$ t/a szárazanyag-tartalomban kifejezett biomassza képződik, amely széntartalomra átszámítva $72 \cdot 10^9$ tC/a-nak felel meg.

Nemzetközi megállapodás szerint a regeneratív biomassza mennyiségét a szárazanyag-tartalom széntartalmával (tC: tonna karbon) adjuk meg. Az így létrejött szerves vegyület fejlettebb élőlények számára is felhasználható. A növények – a szerves vegyületek képződése folyamatában - a napenergiának csak töredékét, átlagosan 1 %-át hasznosítják (*GIBER, 2005*). Ez a hatékonyság mérsékelt övi növényeknél még kisebb 0,1-1 %. A Föld évente keletkező biomassza mennyiségének 34 %-a az óceánok felső rétegeiben képződik, 66 %-a pedig a szárazföldön, ezen belül 40 % az erdőkben. A mezőgazdasági területekről mindössze 9 % származik (*GIBER, 2005*). A Föld 3869 Mha erdőterületének, biomassza-vagyonát $4,22 \cdot 10^{11}$ tC-ra becsülik (*FAO, 2000*), melynek energiacélra hasznosítható része a 40 %-ot kitevő tűzifa. A FAO számításai szerint a Föld átlagára vonatkoztatva évente 1,1 tonna energetikai favagyon (tűzifa) képződik hektáronként, amely a hazai erdőkre is jó közelítésnek tekinthető. Mivel a szerves anyagok szintetikus úton történő előállítása mintegy hetvenszer múlja felül a fotoszintézis energiaszükségletét, ezért a növények szervesanyag-termelése pótolhatatlan.

2.2.4. Magyarország bio-tüzelőanyag potenciálja.

LÁNG et al., 1985 adatai alapján Magyarországon a mezőgazdaságban és erdőgazdaságban termelt növények és azok melléktermékeinek szervesanyag-tömege szárazanyagban kifejezve 53,4 millió tonnára tehető. Az elsődleges biomasszatömeg 46,4 millió tonnát a mezőgazdaság növényi eredetű termékei adják, az erdők hozama pedig a fennmaradó 7 millió tonnát. A **2. táblázat** adatai a mezőgazdaságban keletkező növényi biomassza megoszlását mutatják, termékcsoportok szerint. Az adatokat összevetve a világszerte kitűnik, hogy hazánkban - a kedvező adottságok miatt - a mezőgazdaságban évente nagyobb mennyiségű primer biomassza képződik mint az erdőgazdaságban.

2. táblázat: A mezőgazdaságban keletkező növényi biomassa megoszlása termékcsoportok szerint

Termékcsoport	Terület 1000 hektár	Növényi szervesanyag-termés				
		Főtermék		Melléktermék		Összes et.
		et.	%	et.	%	
Gabonafélék	2925	12659	36,9	21628	63,1	34287
Hüvelyesek	69	134	26,4	373	73,6	507
Ipari növények	556	1605	57,3	1194	42,7	2799
Szálás- és lédús takarmányok	2318	6343	94,4	376	5,6	6719
Zöldségfélék és burgonya	249	718	57,9	521	42,1	1239
Gyümölcsök	170	290	72,1	112	27,9	402
Szőlő és egyéb növények	304	253	51,6	237	48,4	490
Összesen	6591	22002	47,4	24441	52,6	46443

Forrás: LÁNG, 1985

2.3. Mezőgazdasági eredetű bio-tüzelőanyagok

Magyarország összes területe 9,303 millió hektár. A KSH, 2005/b adatai alapján a termőterület nagysága 2004-ben 7,734 millió hektárt tett ki, melyben a mezőgazdasági terület 5,864 millió hektár volt. A mezőgazdasági terület mintegy 77 %-át szántóként használták, a gyümölcsös és szőlő termőterület a mezőgazdasági terület 3,4 %-ának felelt meg. A földterület változását a 2000 és 2004 közötti időszakban a **3. táblázat** mutatja művelési ágak szerint.

3. táblázat: A földterület változása művelési ágak szerint

Művelési ág	1996-2000 évek átlaga	2000	2001	2001	2003	2004
Szántó	4668	4500	4516	4516	4516	4510
Gyümölcsös	95	95	97	97	98	103
Szőlő	125	106	93	93	93	93
Mezőgazdasági terület	6122	5854	5865	5867	5865	5864
Erdő	1769	1784	1798	1821	1834	1843
Termőterület	7968	7716	7730	7732	7734	7734
Művelés alól kivett terület	1335	1587	1573	1571	1570	1569

Forrás: KSH, 2005/a,b; UDOVECZ, 2005

Az adatokból megállapítható, hogy szántóterület az 1996-2000 év átlagához képest jelentősen, mintegy 150 ezer hektárral csökkent, majd 2000 óta lényeges változás nem történt. A 2004-ben tapasztalt 5,2 ezer hektáros további csökkenés az ültetvénytelepítés következtében növekvő szőlő és gyümölcsös területtel magyarázható. A szőlő és gyümölcsültetvények területi adatait a **4. táblázat** foglalja össze.

4. táblázat: Szőlő- és gyümölcsültetvények területi adatai

Termésfajta	Összes terület	Észak -Alföld		Hajdú-Bihar	
	ezer ha	ezer ha	%	ezer ha	%
Szőlő	93,217	4,08	4,38	1,589	1,7
Alma	43,24	26,648	61,6	1,907	4,4
Körte	3,26	0,747	22,9	0,067	2,1
Cseresznye	2,06	0,435	21,1	0,035	1,7
Meggy	15,94	6,184	38,8	0,606	3,8
Szilva	8,82	2,749	31,2	0,434	4,9
Kajszi	5,8	0,223	3,8	0,081	1,4
Őszibarack	8,09	0,643	7,9	0,109	1,3
Gyümölcs összes	103,18	40,85	39,6	3,698	3,6

Forrás: KSH, 2005/a

Számos irodalom foglalkozik a mezőgazdasági és élelmiszeripari melléktermékek potenciális és hasznosítható mennyiségének meghatározásával. A különböző források adatait a **5. táblázatban** foglaltam össze. Az összehasonlíthatóság érdekében az adatokat kifejeztem tömegben és fűtőértékben egyaránt. Az átváltáshoz (*KOLHEB, 2004*) adatait vettem figyelembe.

5. táblázat: Mezőgazdasági melléktermékek mennyisége és fűtőértéke hazánkban

	Forrás	BARÓTFI - KOCSIS, 1999		FENYVESI et al., 2000		KOLHÉB, 2004		MAROSVÖLGYI, 2004		BAI, 2005	
		M.	H.	M.	H.	M.	H.	M.	H.	M.	H.
Kukoricaszár és csutka	Mt/év	12	3,6			11	11		5,8		4,48
Napraforgósár	Mt/év					1,1	1,1		1,27		0,90
Napraforgóhéj					0,1				0,15		0,11
Szőlővenyige	Mt/év	0,2	0,2		0,1						
Gyümölcsfanyesedék	Mt/év	0,5	0,5		0,3	1,2	1,2		0,22		0,12
Repceszár	Mt/év								0,22		0,19
Kalászosok szalmája	Mt/év	8	4,3		2,1	6	2,5		5		3,66
Egyéb					0,2						
Mennyiség összesen	Mt/év	20,7	8,6		2,8	19,3	15,8		12,7		9,5
Fűtőérték	PJ	277	115		38	259	212		170		127

*A fűtőérték és mennyiség közötti váltószám meghatározása (*KOLHEB, 2004*) adatai alapján

Jelmagyarázat: M – meglévő, H - hasznosítható

A *kukorica* a legnagyobb szántóföldi növénykultúránk, amelyet 2004-ben 1,19 millió hektáron takarítottak be (*UDOVECZ, 2005*). A kukoricaszár nedvességtartalma betakarításkor igen magas 40-68 % (*HARTMAN et al., 2001*), ami a bálás betakarítás esetén közvetlen tüzelésre alkalmatlanná teszi. Kézi betakarítás esetén, kérébe kötve a szár ugyan kiszárad, de a tüzeléshez még aprítást igényel. Hazánkban ugyan folytattak

kísérleteket a kukoricaszár energetikai hasznosítása területén (*KOVÁCS, 1981*), de jelenleg a magas nedvességtartalom és alacsony hatásfok miatt, a kukoricaszárát tüzelési célokra nem használják, és várhatóan később sem lesz jelentős a felhasználása. Ezen okok miatt a táblázatban szereplő mennyiség nem tüzelőanyagként hanem elsősorban bio-hajtóanyag vagy biogáz előállításánál jöhet számításba. Ugyanez mondható el a *napraforgószárról* is.

A *kukoricacsutka* jó bio-tüzelőanyag, mivel nedvességtartalma lényegesen alacsonyabb a kukoricaszárnál és méreténél fogva automatizálható kazánokban eltüzelhető. Felhasználása viszont csak ott javasolható, ahol keletkezésének viszonylag kis körzetében olyan hőigény jelentkezik, amely gazdaságos felhasználást tesz lehetővé.

A *KSH, 2005/b* adatai alapján 2004-ben a szántóföld vetésterületének mintegy 36 %-án, 1,62 millió hektáron termesztettek gabonát, s ebből több mint 72 %-án közel 1,2 millió hektáron búzát. A többéves termésátlagok valamint a főtermék és melléktermék arányait figyelembe véve megállapítható, hogy a *gabonaszalma* éves mennyisége kedvező évjárat esetén meghaladhatja a 8 millió tonnát. A gabonaszalma felhasználása igen széleskörű, de a statisztikai adatok szerint a gazdaságok a szalmának csak az 59 %-át takarítják be valamilyen formában, a többi a tarlón elégetésre vagy beszántásra kerül (*BARÓTFI, 2000*). A maradék 37-40 %-a almozásra, 8-10 %-a takarmányozásra és mintegy 2 %-a ipari felhasználásra kerül (*BOGNÁR, 2001*). Az alomszalma-felhasználás fő területe a szarvasmarha és juhtartás Ennek a mennyisége az európai országokban és Magyarországon is folyamatosan csökken, amelynek oka egyrészt az állatállomány csökkenésében keresendő, másrészt a tartási technológiák átalakulásában.

A környezetvédelem szigorodásával a szántóföldön hagyott szalma égetése megszűnt, ezáltal jelentős mennyiség kerül beszántásra. A talajba beszántott szalmát a megfelelő talajélet esetén a mikroorganizmusok két hónap alatt lebontják. Ebben az esetben a szalma beszántása hasznos, mert növeli a talaj humusztartalmát és elősegíti a megfelelő talajélet fenntartását. Gyenge mikrobiális aktivitás esetén azonban ez nem történik meg és amennyiben a talajban még az egyéves szalma maradványai is megtalálhatók, akkor a további szármadaradvány bedolgozása csak bajok forrása lehet

(*HARTMAN et al., 2001*). Ebben az esetben beszántás helyett célszerűbb felhasználási forma a szalma energetikai hasznosítása.

A szalma 15% nedvességtartalom alatt jó tüzelőanyagként tekinthető, amit légszáraz állapotban, napos, száraz időben történő bálázással lehet elérni. Felhasználás szempontjából legkedvezőbb a négyzetes bálák készítése (*JANZSÓ, 2000*). Kazalba rakva és lefedve hosszú ideig károsodás nélkül tárolható. A szalma tüzeléstechnikai hasznosítása eltérő technológiát és eszközöket igényel, mint a fás biomasszák. Dolgozatomban a szalma energetikai felhasználásának jellemzőit és lehetőségeit nem vizsgáltam.

A szőlővenyige és a gyümölcsfanyesedék önmagában is, de egyes helyeken szántóföldi melléktermékekkel együtt jelentős tüzelőanyag-forrás lehet. Éves mennyiségét tekintve kitűnik, hogy a szakirodalmi adatok között igen nagyok az eltérések. Ennek fő oka, hogy az országban nyesedékekre vonatkozó, átfogó felmérések nem készültek, így a kutatók csak durva becslésre hagyatkozhatnak. *KOLHEB, 2004* publikációjában található 1,2 millió tonna hasznosítható mennyiség mindenképpen túlzónak tűnik. A szőlő és a gyümölcs ültetvények területi adatai közel azonosak, de a hulladék területre vetített mennyisége függ a fajoktól. Saját kalkulációm szerint az évenként képződő szőlőnyesedék 130 ezer tonnára, míg gyümölcsfanyesedék 110 ezer tonnára becsülhető.

A szőlő- és gyümölcsfanyesedék magas fűtőértéke miatt jól tüzelhető, az apríték és a venyigebálák kazalban jól tárolhatóak. *BAUER, 2005* ajánlása szerint a fertőzésmentes nyesedéket lehetőség szerint az ültetvényen kell hagyni tápanyag utánpótlásként, lehetőleg felaprítva és a felszínre terítve talajtakarásként. A gombával fertőzött részek azonban nem alkalmasak talajerő utánpótlásnak, mert nedvesedés esetén még több év után is nagy mennyiségben szórják a spórákat. Emiatt a nyesedékek közvetlen égetése a legcélravezetőbb hasznosítási mód.

Jelenleg a metszési nyesedékek hasznosítása hazánkban még megoldatlannak tekinthető. A hasznosítás talajerő utánpótlásként vagy tüzelőanyagként jöhet szóba. Mindkét hasznosítási forma mobil, kézi adagolású aprítógépet igényel, ami megnöveli a betakarítás költségét. Az így betakarított nyesedéknek magas a nedvességtartalma, ezért szárítás nélkül tüzelésre nem gazdaságos. A gyümölcsstermelő területeken a nyesedékek

mennyisége jelentős energiatartalommal rendelkezik, ami feltétlenül indokolja a hasznosítást, a környezetvédelmi előírások szigorodása pedig sürgetővé teszi a probléma megoldását.

2.3.1. Szőlőnyesedékek

2.3.1.1. A szőlőtermesztés jellemzői Magyarországon

A szőlő legrégebben termesztett növényeink egyike, az emberi kultúra kialakulásával egyidős. A napjainkban termesztett szőlő a (*Vitis vinifera*) a ligeti szőlőből (*Vitis sylvestris*) alakult ki a Kaukázus hegységtől délre elhelyezkedő területen (*CSEPREGI – ZILAI, 1988*).

Nagyfokú éghajlati érzékenysége miatt elsősorban a mérsékelt övben terjedt el. A legrégebbi és legjelentősebb szőlőtermő vidék a Földközi-tenger partvidékén alakult ki. Jellemző adat, hogy a Föld szőlőtermő területének 68%-a ma is Európában található (*BAUER, 2005*).

Magyarországon a szőlőtermelésnek nagy hagyományai vannak. Kutatások igazolják, hogy a magyar törzsek már a honfoglalás előtt ismerték és termesztették a szőlőt, ennek ellenére a Kárpát-medence termesztési hagyományait az itt élő szláv népeknek tulajdonítják (*BAUER, 2005*).

Hazánk éghajlata – a magasabb hegytetők kivételével – mindenütt megfelel a szőlő termesztésére. Saját gyökerén az európai fajtákat csak immúnis homoktalajon ültethetjük, mert az ilyen talajban a homok fizikai szerkezete miatt a filoxéra nem képes megtámadni a szőlő gyökerét. A nem immúnis homok- valamint egyéb és kötött talajokon a filoxéra miatt csak oltványokat szabad telepíteni. Hazánkban az oltványok alanyául többnyire Berlandier × Riparia T.K.5BB. és T.5C alanyfajtákat használnak, amelyek maximum 40-50 magyar mészfokot viselnek el.

Magyarországon a szőlőtermesztés jelentőségét mutatja az a tény, hogy (a 2004-es adatok alapján) jelenleg 22 borvidéken, 93 ezer hektáron természetesen szőlőt, amely közel azonos nagyságú a gyümölcsstermő területtel. Emellett a szőlő a házikertek kedvelt növényei is. Az országos statisztikai adatok szerint 2004-ben a termelt szőlő 97%-a borszőlő volt (*KSH, 2005/a*). Az Észak-Alföldi Régióban azonban ettől

lényegesen eltérőek az arányok (**6. táblázat**), ami azzal magyarázható, hogy ebben a régióban kicsi a bortermő terület aránya és inkább a közvetlen fogyasztásra termelt szőlő képviseli a nagyobb hányadot.

6. táblázat: A szőlőfajták megoszlása az Észak-Alföldön [%]

Fehér	Vörös	Csemege	Direkttermő	Vegyes	Összesen
borszőlő		szőlő			
10,58	5,98	12,5	32,75	38,26	100

Forrás: KSH, 2002

2.3.1.2. A szőlő művelésmódjai és metszése

A szőlő sajátossága, hogy a fajtaváltás lehetősége korlátozott, mivel a szőlőültetvény álló kultúra: 4-5 éves korban fordul termőre és akár 50-100 évig is termesztésben maradhat (*TÓTH – PERNESZ, 2001*).

Termőre fordulása után, az ültetvény élettartama alatt az évente képződő venyige mennyisége nem függ jelentősen a kortól, ezáltal – a fagyáskároktól eltekintve - közel azonosnak tekinthető. *BAUER, 2005* adatai alapján a szőlőültetvényeken évente metszéskor keletkező venyige tömege átlagosan 1-3 t/ha.

Az ültetvény hozamát a környezet, a művelési körülmények és a szőlő genetikai tényezői együttesen határozzák meg. A hozam, az egyes tőkék teljesítménye kölcsönhatásban van az egyes tőkék teljesítményével és a művelésmóddal. Magyarország legelterjedtebb művelésmódjait és azok jellemzőit az **7. táblázat** foglalja össze.

A művelésmódokat vizsgálva megállapítható, hogy a lugasművelés a házikertek legcélszerűbb művelésmódja, mivel nagyon jó helykihasználást tesz lehetővé és sokat terem. A Moser-féle magas kordonos művelésmódot elsősorban a nagyüzemekben alkalmazzák. Jól gépesíthető, kevés kézimunkát igényel. A területegységre számított tőkeszám kevés, viszont a növények fejlődése és a termés mennyisége nagyobb, mint a többi művelésmódnál. A középmagas művelésmódok a kisüzemek intenzív művelésmódjai: hegy- és dombvidéken egy- vagy kétszintes kordon és Guyot-, sík

vidéken a télre betakarható szálvesszős fejművelés a jellemző. Ezek a művelésmódok nagy terméshozamra képesek, munkáik kisgépekkel elvégezhetők. Korábban a szőlők nagy részét alacsony művelésmódban telepítették. Domb és hegyvidéken bakművelést, sík területeken a télre jól betakarható fejművelést alkalmazták. A nagy tőkeszám kis terhelés mellett is jó termést biztosított. Az alföldi termesztés olcsó művelési formája volt a gyalogművelés, amely a homok megkötését segítette elő, formája még ma is fellelhető. Tőkénkénti terhelése csak kicsi lehet, de a sok tőke megfelelően kezelve jó termésre képes.

7. táblázat: A szőlő művelésmódjai

Művelésmód	Törzsmagasság [cm]	Sortávolság [m]	Tőketávolság [m]	Tőkeszám [tőke/ha]
Lugasművelés	változó	3-4	0,8-1,2	
Magas művelés	> 80	2,5-3,5	1-1,5	330-1900
Középmagas művelés	50-80	1,5-2,5	1-1,2	3333-6000
Alacsony művelés	10-50	1-1,2	0,8-1	10000
Gyalogművelés	10-20	0,8-1,2	0,5-0,8	15000

Forrás: *PROHÁSZKA, 1993; BAUER, 2005*

A megfelelő művelésmód megválasztása önmagában nem garantálja a jó termést, annak érdekében a fajta követelményeinek megfelelő metszésmód betartása is alapvető követelmény. Szőlőmetszésen a vesszők évenkénti visszavágását, illetve az idősebb részek ifjítását értjük. A metszés alapvető feladata, hogy egyensúlyt tartson a növekedési erő és a hozam között, kialakítsa illetve megtartsa a tőkeformát és egyenletes hajtáelosztást hozzon létre.

A tőke terhelését vizsgálva, a tenyészterület növekedésével, illetve a hektáronkénti tőkeszám csökkenésével, nő az egyes tőkék megterhelése. A metszési nyesedék tömegét tekintve azonban minél nagyobb a hektáronkénti tőkeszám, annál kisebb tömegű venyige képződik egy tőkén, azaz a tőkeszám csökkenése –egy határig - az egy tőkére eső nyesedék növekedéséhez vezet.

A szőlő metszése a nyugalmi időszakban lombhullástól rügyfakadásig, fagymentes napokon, bármikor történhet. Magyarországon a tavaszi, rügyfakadás előtti időszakban történő metszés az elterjedtebb. Ebben a periódusban keletkező venyige megfelelő begyűjtés és tárolás után kiválóan alkalmas tüzelésre ellentétben a nyári zöldmunka során keletkező nagymennyiségű zöld lombozattal szemben. A különböző metszésmódok jellemzőit a **8. táblázat** mutatja be.

8. táblázat: A szőlő metszésmódjai

Metszésmód	Rügy	Jellemző
Rövid csap	1-2	Bőven termő, alsó rügyein is termékenyülő fajták metszésmódja.
Hosszú csap	3-5	Nagyobb tőketerhelést jelent, a legtöbb fajtánál alkalmazható.
Félszálvessző	6-8	Apró fürtű és a Moser- művelésű fajták gyakori metszésmódja.
Szálvessző	9-	Hasonló, mint a félszálvesszős metszésmódnál.

Forrás: CZÁKA – VALLÓ, 1991; BAUER, 2005

Hazánk éghajlati viszonyai között a szőlőtermesztés - kiváltképp az Alföldön - a legnagyobb szakértelem és gondos munka ellenére is kockázattal jár. A téli hideg időjárás gyakran megviselik az ültetvényeket, és kemény telek után jelentős fagykárak keletkezhetnek a növényekben. Téli nyugalmi állapotban a beérett vesszők rügyei takaratlanul fagyérzékenyebb fajtáknál kb. -15 °C, ellenállóbbaknál -20 °C, az alanyfajtáknál és direkt termőknél pedig kb. -30 °C hideget képesek elviselni rövidebb ideig (24-30 óra), károsodás nélkül (PROHÁSZKA, 1993).

Fagykár esetén rosszabb esetben újra kell telepíteni, enyhébb esetben újra kell nevelni a tőkét, amely több év kiesést jelent a termés szempontjából és a nyesedék mennyisége is jelentősen megváltozhat.

2.3.1.3. A vizsgált szőlőfajták növekedési és metszési jellemzői

A vizsgálatba bevont, államilag elismert csemegeaszőlő-fajták jellemző növekedési erélye, fagyérzékenysége, gombabetegségekre való fogékonysága és ajánlott metszésmódja a **9. táblázatban** lett összefoglalva.

9. táblázat: A vizsgált szőlőfajták növekedési és metszési jellemzői

Afuz Ali	Tőkéje nagyon erős növekedésű, kisszámú, vastag, félmereven felálló vesszője van. Vesszői fagyérzékenyek. Mivel alsó rügyei kevésbé termékenyek, a legtöbb tőkeformán szálvesszős metszéssel termesztik.
Attila	Tőkéje erős fejlődésű, kifejezetten kevés számú, elfekvő vesszőt nevel. Vesszői vastagok, kissé lapítottak. Viszonylagos fagyűrőse gyenge. Termőképessége rövid metszéssel is kielégítő.
Boglárka	Erős növekedésű, sűrű vesszőzetű.. Fagyérzékeny. Tőkéit hosszú metszésben kell részesíteni.
Cardinal	Tőkéje erős növekedésű, kisszámú, görbe vesszőt nevel. Vesszői vastagok, hosszú ízközűek. A téli fagyra nagyon érzékeny. Rövid metszéssel bőven terem.
Chasselas	Vesszői középvastagok vagy vékonyak, pirosbarna színűek, középhosszú ízközűek. Vesszőinek fagyűrő képessége jó. A peronoszpórára kissé érzékeny. Jól ismert a fajta atkaérzékenysége. A hagyományos kis tőkeformákon és a magasművelésű tőkén is hosszú és rövidcsapos metszéssel egyaránt megbízhatóan terem.
Csaba gyöngye	Tőkéje középérső, félmereven álló vesszőket nevel. Vesszői középvastagok, barnássárgák, pontozottak, középhosszú ízközűek. Fagyűrőse az átlagosnál jobb. Hosszú metszést igényel, a túlterhelésre érzékeny.
Favorit	Tőkéje erős növekedésű, ritka vesszőzetű. vesszői vastagok, világosbarnák, hosszú ízközűek, hajtásai gyorsan nőnek,. Vesszői fagyérzékenyek, bogyói kismértékben rohadnak. Az atkaérzékeny fajták közé tartozik.
Irsai Olivér	Tőkéje középérső, hosszú, elfekvő vesszőket nevel. Vesszői középvastagok vagy vékonyak, barnássárgák, sűrűn feketén pontozottak, középhosszú ízközűek. Hajtásai rendkívül gyorsan nőnek, a támaszon könnyen összekuszálódnak, egymást erősen ányékolják, ezért magasművelésű tőkéit korai és gondos zöldmunkában kell részesíteni. Viszonylagos fagyűrőse a Csaba gyöngyétől kissé elmarad. Lisztharmat és atkaérzékenysége közismert.
Pannónia kincse	Igen erős növekedésű, közepes számú, elfekvő vesszőt nevel. Vesszői középvastagok, középhosszú ízközűek. A fekvés iránt korai érése ellenére fagyűrőse miatt igényes.
Pölöskei muskotály	Erős növekedésű, viszonylag sűrű vesszőzetű, hajtásai gyorsan és hosszúra nőnek. Vesszői vastagok, hosszú ízközűek. Viszonylagos fagyűrőse közepes, túlterhelt tőkéi kimondottan fagyűrőse. Gombabetegségekkel szemben ellenálló.
Sarolta	Tőkéje erőteljesen nő, a vesszők középvastagok. Termése igen korán augusztus végén ér. Fagyűrőse, gombás betegségekre fogékony
Teréz	Erős növekedésű, nem túl sűrű vesszőzetű. Vesszői középvastagok, hosszú ízközűek. Fagy és téltűrő képessége kiemelkedő. Gombás betegségekkel szemben ellenálló.

Forrás: CSEPREGI – ZILAI, 1988; TÓTH – PERNESZ, 2001; HAJDÚ – ÉSIK, 2001; BÉNYEI – LŐRINCZ, 2005

2.3.2. Gyümölcsfanyesedékek

2.3.2.1. A gyümölcsfametszés alapelvei

A gyümölcsstermesztés folyamatosan vitatott kérdése a metszés és ezzel összefüggésben a korszerű művelésmód. Magyarországon az értelmezés sokszínűségéből és gyakran a külföldi példák indokolatlan átvételéből adódóan a metszési irányzatok változását

elsősorban a divat diktálja, annak ellenére, hogy az országban sok kiváló szakember dolgozik a gyümölcsstermesztés területén (MOLNÁR, 1994).

A gyümölcsfáink éves fejlődési ciklusát folyamatos fejlődésnek kell tekinteni, amely két nagy szakaszból áll: a tenyész-szakaszból és a mélynyugalomból. A mélynyugalom öröklött tulajdonság. Némely faj, illetve fajta már december végén befejezi a mélynyugalomát s a tél folyamán már fejlődésben van, mint pl. a kajszai- és őszibarack (MOLNÁR, 1994). A fejlődési ciklushoz alkalmazkodóan a metszés ideje történhet mindkét szakaszban. Az elterjedtebb, fás-nyesedéket adó metszést a növények nyugalmi állapotában végzik, a tenyész-időszakban végzett nyári- vagy más néven zöldmetszés pedig elősegíti a fák kiegyensúlyozottabb fejlődését.

A gyümölcsfák fejlődésmenetében három jellemző szakasz különíthető el: a termőfelület gyors növekedése, a termőkor és a hanyatlókor. Az eltelepített fák az első időszakban gyorsan növekednek, melyre a hosszú hajtás és a vegetatív túlsúly a jellemző. A korona növekedése egyes fák esetén eléri a 8-10 m³-t évente. MOLNÁR, 1994 megfogalmazása szerint a gyümölcsfát akkor tekintjük termőkorúnak, amikor a termés értéke fedezi a ráfordítás költségeit.

Metszés nélkül a növény hamar kimerül és előregszik. A visszavágással a növekedést és a terméshozást lehet egyensúlyban tartani, mellyel meghosszabbítható a haszonnövény termőideje. (CZÁKA – VALLÓ, 1991). A beavatkozás mértékét mindig a korona egésze határozza meg. Az erős metszés következtében beálló erőteljes hajtásnövekedés csökkenti a termőrészek képződését, a gyengébb metszés vagy a metszés elhagyása viszont a termőrészek arányát növeli a növekedési részek rovására.

2.3.2.2. Gyümölcsfák művelésmódjai

A művelésmód a koronának, mint termőfelületnek a művelését jelenti. A gyümölcsfák a fajtától, alanytól, termőhelytől, termesztésmódtól függően különböző méretűre fejlődnek. Ezt figyelembe véve különböző térállással telepítjük őket. A **10. táblázat** a hazánkban alkalmazott művelésmódokat mutatja be.

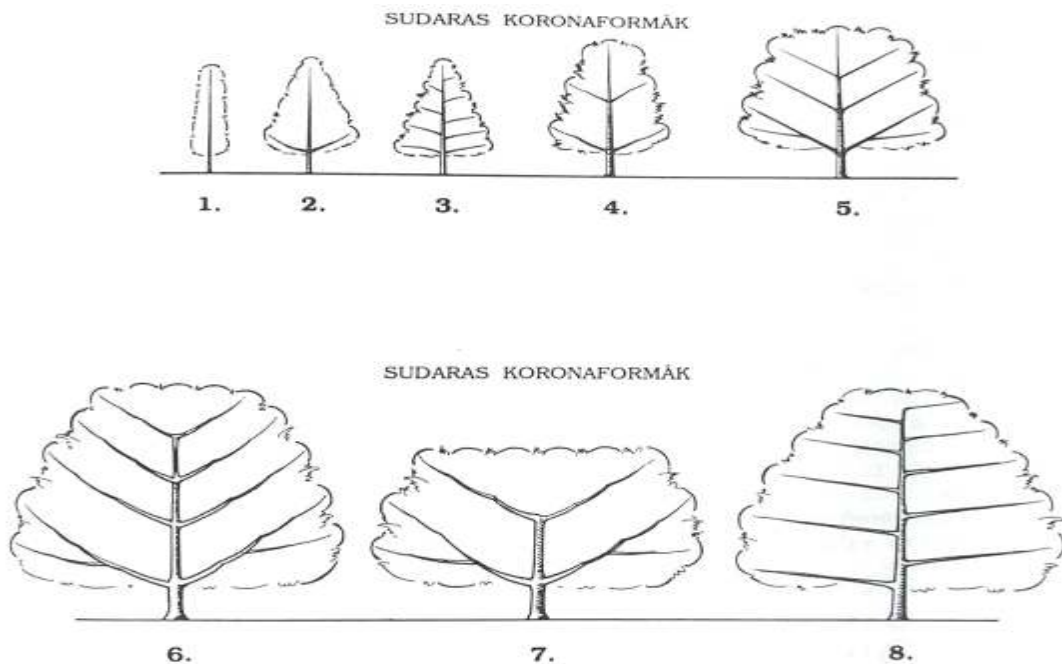
10. táblázat: Gyümölcsfák művelésmódjai

Művelésmód	Sortávolság [m]	Tőtávolság [m]	Falszélesség [m]
Szélessoros művelésmód	7	4-6	4-6
Középszéles művelésmód	6	2-4	2-3
Keskenysoros művelésmód	3-5	1-4	1-1,5
Nagyon sűrű művelésmód	2-2,5	0,3-0,8	< 1

Forrás: MOLNÁR, 1994

2.3.2.3. Koronaformák

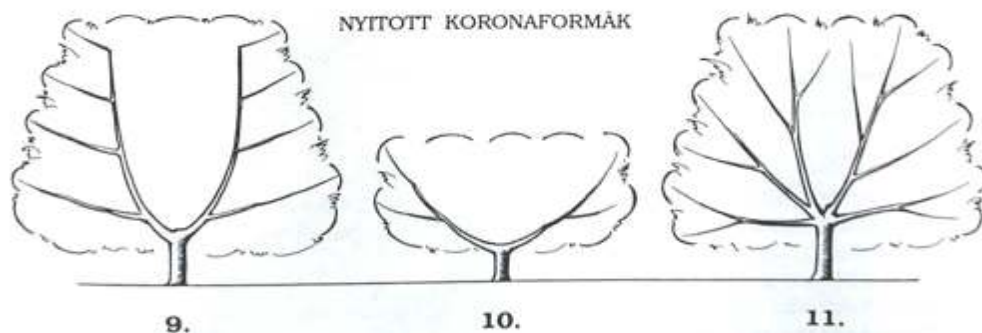
A gyümölcsfák koronaformájának természetes szerveződése gömbalak, ezáltal a körvetületű koronaformák kialakítása a legegyszerűbb és legcélravezetőbb. A hazánkban alkalmazott legelterjedtebb koronaformákat mutatja be az **1-2. ábra**.



Forrás: MOLNÁR, 1994

Jelmagyarázat: 1. szuperorsó; 2. karcsúorsó; 3. termőkaros karcsúorsó; 4. ág csoportos karcsúorsó; 5. Palmetta sövény; 6. sudaras ág csoportos; 7. sudaras kombinált; 8. termőkaros orsó)

1. ábra. Sudaras koronaformák



Forrás: MOLNÁR, 1994

Jelmagyarázat: 9. váza; 10. katlan; 11 zártfelületű

2. ábra. Nyitott koronaformák

2.3.2.4. Metszésmódok, a metszés erőssége és ideje

Koronaalakító metszés

A koronaalakító metszéssel végigkísérjük a koronát a teljes kifejlődésig. Bogyós gyümölcsök esetében ez kb. 3 év, orsó alakú fáknál 3-5 év, a hosszú törzsű fáknál pedig 8-10 év is lehet (HOLZFÖRSTER, 2002). Cél, hogy a kívánt koronaforma kialakuljon, minél nagyobb legyen a fa termőfelülete, minél erőteljesebb ágak alakuljanak ki, hogy a termést elbírhák, valamint a hajtásrendszer minden részét érje a napfény. Koronaalakító metszés valamennyi gyümölcsfafajtánál szükséges. A koronaalakító metszéssel a beültetett fa gyökérveszteségét igyekszünk összhangba hozni a fa koronájával. A visszametszett koronavesszők vagy suhángok igen sűrűn hajtanak ki. Ha ezeket nem ritkítjuk meg, a fa koronája túlságosan elsűrűsödik. Az alakító metszésnek törzskialakító és erősítő hatása is van. Az erős törzs képes az ágrendszert megfelelően kifejleszteni és hordani a termést. Alapvető szabály, hogy minél kevesebbet vágjunk.

Termőre metszés

Amikor a gyümölcsfák elérték a termőkort, a fák fejlődése lassul ezáltal a metszés erősségét is a növekedés üteméhez kell igazítani, ami a fajta függvénye.

Egyes gyümölcsfafajoknál a termőre metszést, illetve a fenntartó metszést 2-3 évenként, míg másoknál évente kell elvégezni, mint pl. az őszibarack esetén. A fák többségénél a növekedéssel párhuzamosan, a vezérágak alján, valamint a vékonyabb termőgallyakon megindul a korona felkopaszodása. Ennek következtében csökken a termőrészek mennyisége, szűkül az aktív szállítópályák vastagsága és aránytalanul megnő az egy

levélre jutó gallytömeg, miközben a terméshozam is csökken. Ilyenkor értékes fajta esetén átmeneti megoldás lehet a korona megifjítása vagy radikálisabb megoldásként új ültetvényt kell létesíteni (MOLNÁR, 1994). Hozzá kell azonban tenni, hogy a rendszeresen metszett fát nem szükséges fiatalítani (HOLZFÖRSTER, 2002).

Ifjító metszés

Idősebb fáknál a korona elöregedése és felkopaszodása teszi szükségessé a metszést. Csak az a fa ifjítható meg, amelynek gyökérzete és törzse, vastag ágai épek, egészségesek. Ha ez nincs így, akkor legjobb a fát kivágni. Az ifjítás szükségességét a fa azzal jelzi, hogy sok gyökér vagy tősarjat hoz, és a fa koronája sok vízajtást nevel. Az ifjító metszés időpontja almatermésűeknél a lombhullástól a rügypattanásig tart. Ugyanez csonthéjasoknál augusztus második felétől szeptemberig. Idősebb korban feltétlenül szükségessé válik az ifjítás.

A metszés erőssége

Erős metszéskor sok koronarészt távolítunk el, amelyek között több vastagabb gally, illetve ág is van. Ilyenkor rendszerint a vesszőket is erősen visszametsszük. Leginkább a növekedésben legyengült, idős termőfákat metsszük erősen.

A középerős metszés során közepes mértékben távolítjuk el a termőalapot, gallyat, ágat. A vesszőket többnyire középhosszúra metsszük. Középerős metszéssel az olyan termőkorú gyümölcsfák termőegyensúlyát tartjuk fenn, amelyeknek évenkénti hajtásnövekedése 40-50 centiméter, termésképzésük pedig a fajtára jellemző és rendszeres.

Gyenge metszéskor csak kevés koronarészt távolítunk el, a vastagabb gallyakból, ágakból pedig alig vágunk ki. A vesszőket is csak gyengén metsszük vissza. gyenge metszésben a fiatal, erős növekedésű, ritka koronájú fákat metsszük.

2.3.2.5. Gyümölcsfák metszésének jellemzői

Alma

A legelterjedtebb gyümölcsfafajunk, művelésmódja szinte minden formában létezik, de napjainkban a leggyakrabban használt koronaforma a karcsúorsó (GONDA, 2000). A művelési rendszerek fejlődését és jellemzőit a **11. táblázat** tartalmazza.

11. táblázat: Az alma művelésrendszereinek fejlődése Magyarországon

Év	Alany	Koronaforma	Sor- és tőtávolság [m×m]	Termés [t/ha]
1950-1960	magonc	Sudaras ágcsoportos	10 × 10	10-12
1960-1970	M4	Termőkaros orsó	7,5 × 4,5	20-25
1970-1980	M4	Ferdekarú sövény	5 × 3	15-20
1980-1990	M26, M9	Szabadorsó	5 × 2-2,5	30-35
1990-2000	M26, M9.	Karcsúorsó	3,5-4 × 0,6-1,5	35-50

Forrás: GONDA, 2000

Az almafa koronaalakítását az ágcsoportos sugaras koronának megfelelően kell elkezdni, majd a növekedés jellegétől függően sudaras, kombinált vagy gömbkoronát lehet nevelni. Az intenzív almaalanyokon álló oltványokból pedig termőkaros orsót, sövény vagy karcsú orsó is nevelhető. A vastag vesszőt nevelő fajták a metszést kevésbé bírják, mint a vékony vesszejűek. Legrosszabbul a rövid ízközű vesszőket hozó fajták tűrik a visszametszést, mert az egymáshoz közeli oldalrügyek kihajtása révén elsűrűsödnek. Ezeket mérsékelt ritkító metszéssel kell termőegyensúlyban tartani. A hosszú szártagú és vékony vesszőket nevelő fajták, mint pl. a Jonathan a visszametszést és ritkítást jól bírják. A középerős Golden Delicious középerős, az erősen növekvő Starking csak gyenge metszést igényel. Az almafajták többségét egyébként a középerős növekedési erély jellemzi. A szabolcsi almatermesztők kialakítottak egy termőkori metszémódot, elsősorban a Jonathan fajtára. Ezt Nagy Sándor féle metszésnek nevezzük, amelynek a lényege, hogy a termővesszőket és a gallyakat rendszeresen alsóbb helyzetű, vízszintes állású elágazásra és hosszúra (gyengén) metszik. Magyarországon az alma művelésrendszerének fejlődése folyamán a fa mérete folyamatosan csökkent, miközben a hektáronkénti tőszám növekedett. A 14. táblázatban lévő adatok jól mutatják a tőszám növekedésével bekövetkezett kedvező terméshozam növekedést, azonban az ültetvények szempontjából meg kell említeni azt is, hogy a lassú növekedésű alanyok térhódításával az ültetvények élettartama lényegesen lecsökkent.

Körte

A körte a természetben magasra növő, terebélyes, hosszú életű fát nevel. A gyümölcsösökben azonban oltványokat használnak, amely megváltoztatja a fa növekedési erélyét. A magyar körtetermesztés alanyhasználatában az elmúlt évtizedekben az európaival ellentétes tendencia jellemezte. A faiskolák az oltványok 90%-át vadkörtemagoncokra szelezték, míg a legtöbb körtetermesztő országban a törpe növekedésű birs alanyok aránya növekedett (GÖNDÖR, 2000). A körte jellemző termesztési adatait a **12. táblázat** mutatja be

12. táblázat: Körteültetvények termesztési adatai

Koronaforma	Alany	Sor- és tőtávolság [m]	Maximális faszám [db]
Szabad orsó	Vadkörte/birs/OHF	5 × 2,5-3	800
Ferdekarú sövény	Birs/OHF	4 × 2,5-3,5	1000
Karcsú orsó	Birs/OHF	4 × 1,5-2	1666
Y-sövény	Birs/OHF	4,5 × 1,1	2020
Függőleges sövény	C-birs vagy Adams	4 × 1-2	2500

Forrás: IVÁNCISCS, 2000

A körte termőrészei és művelésmódjai is többnyire megegyeznek az almáéval. Körténél azonban kisebb az alanyválaszték. Természetes korona szerveződése nagyon változatos és nagymértékben függ a fajtától, de a leggyakoribb a fölfelé törő kúp alak. Ennek megfelelően a hagyományos koronaformája az ágcsoportos sudaras vagy kombinált koronát, de alkalmazzák a bokorfa, termőkaros orsó és karcsúorsó művelésmódokat is. Elsősorban gyenge növekedésű birs alanyon nevelhetünk termőkaros orsót vagy sövényt.

A nyári, az őszi és a téli körték között küllemben, de termesztési és metszési igényben is különbség van. A nyáriak kevésbé igényesek, de erőteljesen növekednek. Az ősszel érők (Vilmos körte, Hardy vajkörte, Bosc Kobak) többnyire mérsékelten igényesek és középérésű növekedésűek. A téliek (Hardenpont téli vajköte, Seress Olivér) kifejezetten igényesek, de gyengébben növekednek.

Cseresznye

A vadcsereznye őshonos növény a Kárpát-medence területén, és termesztésének több évszázados hagyománya van Magyarországon. A cseresznyefa hazánk minden gyümölcsstermő vidékén megtalálható. Rendelkezünk jó minőségű, piacképes fajtákkal, és a termesztéséhez szükséges szakismerettel. A Magyarországon található cseresznyefajták táj- és klónszelekciós munkáját Brózik és munkatársai elvégezték (*KÁLLAY, 2000/a*).

A vizsgált területen a cseresznyeültetvények nagysága elhanyagolható, ezért a részletes termesztési jellemzőit a dolgozatban nem tárgyaltam.

Meggy

A meggy volt a magyarság első gyümölcse, melynek termesztéséről a legkorábbi írásos emlékeink vannak. A cseresznye széleskörű európai elterjedésével szemben a meggy napjainkban is jellemzően Kelet-Európa gyümölcse maradt. Magyarország rangos helyet foglal el az európai meggytermelő országok között, meggyfajta-választékunk egyedülálló a világon (*KÁLLAI, 2000/b*).

A meggy fajtájától függően eltérő a természetes koronaszerveződésük. Gyakori a gömbkorona, de előfordul csüngő ágú széles és a magasba törő sudaras korona is. A meggy termőkori metszése a fajták termőrésze szerint különül el

Az erős növekedésű fajták termésüket a két- hároméves részeken hozzák, a gyengébb növekedésű fajták pedig a vesszők végén. Ez utóbbi típusok jellemzője az ostorszerű termőrészek, melyeknek kizárólag a csúcsrügyből fejlődnek. Ezeknél a fajtáknál, mint pl. a Pándy meggyénél a felkopaszodott gallyak arány az életkorral rohamosan nő. Egy vizsgálat szerint ez az arány 4 éves fánál 3%, 12 évesnél 45% és 25 évesnél 93% volt (*MOLNÁR, 1994*). Az Érdi bőtermő sajmeggy alapon középérésű növekedésű, meggy alanyon közepesnél gyengébb növekedésű. Koronája szétterülő, gömb alakú (*KÁLLAI, 2000/b*).

A meggy termőkori metszéséről ellentétesek a vélemények. *CZÁKA – VALLÓ, 1991* szerint az erős növekedésű meggyfán a vesszőket mérsékelten kell visszametszeni, mert ezáltal több elágazódás és ezzel több termőrész képződik. A gyengébben növő fajták metszése pedig elsősorban a rendszeres ritkítást jelenti. *MOLNÁR, 1994* véleménye szerint a jó termőhelyen, jó kondícióban lévő fák jól bírják, sőt igénylik a rendszeres és erős metszést, ezáltal a gyümölcs mérete és hozama is növekszik. *THINNES, 1996* az évenkénti mérsékelt és 3-4 évenként alkalmazott erős ifjító metszést javasolja.

Szilva

A hazánkban termesztett szilva őshazája Délkelet Európa és a Kaukázus. A Kárpát-medencében termesztésére számos hely alkalmas. Szereti a mélyebb fekvésű, de nem lefolyástalan területeket, kedvelt helyei a folyóvölgyek (*KÁLLAY, 2000/c*).

A szilva metszés nélkül sűrű, sudaras koronát nevel, amelyben a későbbiekben a sudár megszűnik és a korona természetes gömb formát képez. A szilvát egyik koronaforma sablonjába sem lehet belekényszeríteni, fajtától függően a koronaszerveződésük nagymértékben különbözhet egymástól. A koronaforma kialakításánál a sudaras, kombinált és váza korona javasolható. A koronaalakítás éveiben célszerű sűrűbbre hagyni a koronát és csak a termőkor elérésekor beállítani az optimális koronasűrűséget. A szilvafa koronája hajlamos a besűrűsödésre, egyes fajták pedig a szétterülésre. Metszésnél ügyelni kell, hogy az oldalvezérek már kezdetben se álljanak közel egymáshoz. Célszerű a sudarat 4-6 éves korában eltávolítani. Az elsűrűsödésre hajló fajták megsínylik a ritkítás elmaradását. Ezeket minden esztendőben, elsősorban a korona külső terében, az ágvégeken kialakult többéves elágazásoknál mérsékelten vissza kell metszeni. A ringlók koronája kevésbé sűrűsödik, ezért ezek az évenkénti gyenge ritkítással is termőegyensúlyban tathatók. A Stanley fája középerős növekedésű, ritka szétterülő koronát nevel, és rövid termőnyársain bőséges a virágképződés (*KÁLLAY, 2000/c*).

Kajszi

A kajsziarack fenntartó metszésével kapcsolatos vélemények és tapasztalatok nagyon ellentmondóak. Sok érv kifejezetten a metszés ellen szól, de az általánosan elterjedt módszer, a termőegyensúly minimális metszéssel és gyümölcsritkítással történő mérsékelt szabályozása (*THINNES, 1996*). A metszés optimális időpontjának a pirosbimbós állapotot tartják, mert ekkor legkisebb a gutaütést kiváltó kórokozó fertőzésének a veszélye.

A vizsgált területen a kajszi ültetvények nagysága és a nyessedék mennyisége elhanyagolható, ezért részletes termesztési jellemzőit a dolgozatban nem tárgyalom.

Őszibarack

Az őszibarack Ázsiából származik, vadon élő rokonfajai ma is megtalálhatók Kína egyes tartományaiban. Európába a „selyemúton” került a Kárpát-medencében pedig a kelták révén már a rómaiak előtt meghonosodott (*TIMON, 2000*).

Az őszibarack leggyakrabban használt alanyai a keserűmandula, vadőszibarack és szilvamagonc, de terjednek az őszibarack és rokonfajai közötti hibridekből szelektált vegetatív szaporítású klónok is (TIMON, 2000). Az őszibarack jellemző művelésmódjait a **13. táblázat** foglalja össze.

13. táblázat: Az őszibarack jellemző művelésmódjai

Koronaforma	Sor- és tőtávolság [m]	Tenyészterület [m ² /fa]	Fák száma
Katlan (házikert)	4 × 4	16	625
Váza (gyenge növekedésű)	6 × 4	24	417
Váza (erős növekedésű)	7 × 5	35	286
Palmetta	4,5 × 4	18	555
Sorirányú Y	4,5 × 5	22,5	444
Karcsú orsó	4,5 × 2	9	1111

Forrás: TIMON, 2000

Természetes alakulása szerint az őszibarack leginkább bokorfa. Jellemzője az erős hajtásnövekedés és a termőfelület gyors kialakulása. Az őszibarack-termesztés északi határán vagyunk, ezért a fa kezelése nagy gondosságot és szakértelmet igényel. Az ültetvényekben gyakoriak a fagykárak és az ágelhalás. A fák fogékonyak a betegségekre és általában rövid élettartamúak. Gyümölcsfáink közül az őszibarack kíván leginkább rendszeres és erős metszést (MOLNÁR, 1994). THINNES, 1996 szerint az őszibarack legelőnyösebb koronaformája a katlan és azok változatai, mert a fa így kap legtöbb fényt és ezzel a formával az ágtörés veszélyét is csökkenthetjük. Megfelelő alanyon azonban intenzív sövényt és karcsúorsót is lehet nevelni belőle. Az őszibarack késő nyári hajtásválogatása jó kiegészítője a tavaszi fás metszésnek. Tüzelésre elsősorban a tavaszi metszésnél keletkező, fás vesszőkből származó nyesedékek alkalmasak. A tavaszi metszést - hasonlóan a kajszibarackhoz - pirosbimbós állapotban a legcélszerűbb elvégezni..

2.4. Erdészeti produktum és erdészeti eredetű növényi hulladékok

2.4.1. Erdészeti produktum

Magyarország erdősültsége 1925 óta folyamatosan növekszik és az *ÁESZ, 2004* adatai alapján 2003-ban elérte a 19,7 %-ot, amely 1 millió 836 ezer hektár erdősült területnek felelt meg. Az erdők évi bruttó növekménye 12,5 millió m³/év. A lehetséges 9 millió m³-ből az adott évben 7,086 millió bruttó m³-t termeltek ki. A korona és a törzsfű – a föld feletti farész – képezi a bruttó fatérfogatot¹. A bruttó adatok tartalmazzák az erdőn maradó vékony ágfűt és egyéb farészeket, így közelítõleg 18 %-kal meghaladják a ténylegesen hasznosuló nettó fatérfogatot. A nettó fakitermelés 5,8 millió m³-t tett ki. Több év átlagát figyelembe véve, a nettó fakitermelésbõl tûzifaként közel 50 % kerül felhasználásra (*MOLNÁR, 1999*). Ez alapján 2003-ban közel 2,8 millió m³ energetikai célra hasznosítható tûzifa képzõdött, amibõl 0,8-1,0 millió m³ exportra került (*MAROSVÖLGYI, 2006*). A megmaradt 1,8-2,0 millió m³ (1,26...1,4 Mt) azonban nem fedezhette volna a lakossági tûzifa és energiafa 3 millió m³-es (*MAROSVÖLGYI, 2006*) igényét.

Az éves tûzifa fogyasztásra a szakirodalomban számos becsült érték található, melyeket a **14. táblázat** foglal össze. Az összehasonlíthatóság érdekében egységesen alkalmazott váltószámokkal három különbözõ mértékegységre számítottam át az értékeket vastaggal szedve a kiinduló adatokat.

14. táblázat: A Magyarországon évente képzõdõ tûzifa mennyiségének becsült értékei

Forrás	Mennyiség		
	[Mm ³]	[Mt]*	[PJ]**
KSH, 2004	4,6...5,1	3,2...3,6	40...45
BOHOCZKY, 2004	2,7	1,9	23,9
ÁESZ, 2004	1,8...2,0	1,26...1,4	15,8...17,5
BAI, 2005	2,3...2,5	1,6...1,8	20...22
MAROSVÖLGYI, 2006	3	2,1	26,3

* $\rho=0,7$ t/m³ átlagos sűrűséggel számolva (*MOLNÁR, 2000*)

**F=12,5 MJ/kg átlagos fűtőértékkel számolva (*GIBER, 2005*)

¹ A FAO a biomasszavagyomba egy méter talajmélységig az ott lévő gyökereket is beleszámítja.

Az adatokból látható, hogy a becsült értékek minimuma és maximuma között igen nagy a különbség. Ez abból adódhat, hogy míg az *ÁESZ, 2004* értékei csak a hivatalos forgalomba került mennyiséget tartalmazzák, ezáltal kevesebbet mutatnak, addig a *KSH, 2004* kizárólag a lakosság költségvetési adataiból kalkulál, ami viszont túlzásokhoz vezet. Ismerve az erőművek és fűtőművek energiafa igényét, ami megközelítőleg 845 ezer tonna évente (**15. táblázat**), és ismerve az erőművek beindulása előtti lakossági tűzifa igényt, ami - az *ÁESZ* adatai alapján 1 millió tonna körüli érték - és hozzávesszük a lakossági fogyasztás azon részét, ami számlákon nem jelenik meg -, akkor az összes tűzifa és energiafa mennyiségre a 2 millió tonna körüli mennyiség tűnik reálisnak.

15. táblázat: Erőművek és fűtőművek hő és áramtermelési adatai

Település	Funkció	Teljesítmény [MW]	Alapanyagigény [ezer t/év]	Hő [PJ]	Áram [GWh]
Szigetvár	távfűtés	2	2,2	0,023	
Mátészalka	távfűtés	5	6	0,062	
Körmend	távfűtés	5	6	0,063	
Szombathely	távfűtés	7	8	0,092	
Salgótarján	távfűtés	0,5	0,4	0,006	
Tata	távfűtés	5	6	0,023	
Szentendre	távfűtés+áramtermelés	9+1,4	20	0,22	8
Balassagyarmat	távfűtés+áramtermelés	2	12	0,14	16
Papkeszi	ipari hő	5	10	0,12	
Pornóapáti	távfűtés	1	1,1	0,013	
Pécs	áramtermelés	49,9	380	4,6	360
Kazincbarcika	áramtermelés	30	200	3,4	210
Ajka	áramtermelés	25	193	2,6	192
Összesen		137	845	11,4	786

Forrás: *BOHOCZKY, 2005*

Az elkövetkező időszakban a lakossági tűzifa fogyasztásában lényeges növekedés nem várható (*MAROSVÖLGYI, 2006*), azonban az erőművek további beruházásokat terveznek tovább növelve az energiafa-igényt és annak árát, ami már ma is feszültségeket okoz. A jövőben a zavartalan alapanyag-ellátás érdekében szükséges a

meglévő tartalékok feltárása és pontosítása. Csak ezeknek az adatoknak az ismeretében lehet úgy tervezni, hogy a piac egyes szereplői ne egymás kárára fejlődjenek, és optimálisan kihasználhassák a meglévő adottságokat.

2.4.2. Felhasználható tartalékok

Az *ÁESZ, 2004* adatai alapján a **16. táblázat** Magyarország erdeiben képződő erdészeti biomassza mennyiségét és fajtáit mutatja az export és import adatok nélkül. A faiparban jelentkező feldolgozási hulladékokat faipari alapanyagként tekintetem így nem számoltam a hasznosítható mennyiségbe.

16. táblázat: Magyarország erdeiben képződő bio-tüzelőanyagok tartalékai

	Millió m ³ /év	Millió t ¹ /év	PJ ² /év
Az erdők évi bruttó folyónövedéke	12,5	8,75	109,38
Kitermelhető	9	6,30	78,75
Kitermelt bruttó	7,086	4,96	62,00
Erdőben maradó kitermelhető	1,914	1,34	16,75
Nettó	5,8	4,06	50,75
Erdőben maradó hulladék (bruttó-nettó)	1,286	0,90	11,25
Tűzifa (a nettó 48%-a)	2,784	1,95	24,36
Ipari fa (a nettó 52%-a)	3,016	2,11	26,39
Feldolgozási hulladék (az ipari fa 30%-a)	0,9048	0,63	7,92

Forrás: ÁESZ, 2004; MOLNÁR, 2000

¹ $\rho=0,7 \text{ t/m}^3$ átlagos sűrűséggel számolva (*MOLNÁR, 2000*)

² $F=12,5 \text{ MJ/kg}$ átlagos fűtőértékkel számolva (*MOLNÁR, 2000*)

2.5. Energia célra hasznosítható, fás bio-tüzelőanyagok fizikai jellemzői

2.5.1. Kémiai összetétel

Minden növényi biomassza a fotoszintézis végterméke. Ebből adódik, hogy a különböző fajtájú biomasszák elemi összetételét tekintve jelentős eltérést nem találunk, ami a **17. táblázat** adataiból is jól látható Ezek az értékek faanyag esetén, fajtától függetlenül még közelebb állnak egymáshoz.

17. táblázat: Tüzelőanyagként felhasználható bio-tüzelőanyagok elemi összetétele

Biomassza	Kémiai összetevők [%]				
	C	H	O	N	S
Búzaszalma	45	6	43	0,6	0,12
Kukoricaszár	44	5,8	40	1,3	0,12
Fa	47	6,3	46	0,16	0,02
Kéreg	47	5,4	40	0,4	0,06

Forrás: *PECZNIK - KÖRMENDI, 1997*

NÉMETH, 1997 szerint fa esetén a szénttartalom 48,5...50,4%, az oxigéntartalom 43,4...44,5% és a hidrogéntartalom 5,8...6,3% között mozog, ami kismértékben eltér ugyan, de ennek ellenére jó közelítéssel egységesnek tekinthetők.

A szilárd biomassza éghető és meddő részből áll. Az éghető rész a szén (C), a hidrogén (H), és a kén (S). A nem éghető az oxigén (O), a nitrogén (N), a nedvességtartalom (H₂O) és a hamu (ásványi anyagok, pl. karbonátok, szilikátok, oxidok stb.) (*PECZNIK – KÖRMENDI, 1997*)

2.5.2. Égéshő és fűtőérték

Az egységnyi tüzelőanyag teljes elégetésekor felszabaduló hőt égéshőnek nevezzük. Azoknál a tüzelőanyagoknál, amelyek hidrogént is tartalmaznak, tehát az égéstermék között a vízgőz is megtalálható, megkülönböztetünk égéshőt és fűtőértéket. Az égéshő annival nagyobb a fűtőértéknél, amennyi hő szükséges a füstgázzal távozó víz elgőzölögtetéséhez.

$$F = \frac{E - 2,5(u + 9H)}{1 + u} \text{ [MJ/kg]}$$

ahol:

E – égéshő [MJ/kg]

F – fűtőérték [MJ/kg]

u – nedvességtartalom [kg/kg]

H – hidrogéntartalom [kg/kg]

A szilárd és a folyékony tüzelőanyagok esetében a fűtőérték pontos értékei csak kalorimetriai eljárással határozhatók meg, azonban ismert összetétel esetén valamely tüzelőanyag hozzávetőleges fűtőértéke az alábbi empirikus összefüggéssel is kiszámítható (*MOLNÁR, 2000*):

$$E = 34C + 142\left(H - \frac{O}{8}\right) \text{ [MJ/kg]}$$

ahol:

C – szénttartalom [kg/kg]

H – hidrogéntartalom [kg/kg]

O – oxigéntartalom [kg/kg]

A különböző fajtájú, növényi eredetű, szilárd biomassza összetételét tekintve közel azonosnak tekinthető, így természetesen az égéshő számításainál is közel azonos értékeket kapunk. Egy mérőszorozat segítségével különböző fajtájú erdei fák bombakaloriméterrel mért fűtőértékét összevetették az elméleti úton számítható értékekkel és az eltérés nem haladta meg a 3%-ot (MOLNÁR, 1999). Az elemi összetétel alapján a fajok átlagára meghatározott égéshő 17,7 MJ/kg-ra adódott, ami abszolút száraz állapotra vonatkoztatva 16,36 MJ/kg fűtőértéknek felel meg (C=0,5; O=0,44; H=0,06).

A valóságos, mért értékek természetesen ettől eltérnek, mivel ezek függenek a fa fajtájától és minőségétől is. A minőség pedig energetikai szempontból elsősorban a sűrűséget jelenti, amit nagymértékben meghatároznak a termőhelyi adottságok. Néhány faj faj tömegre és térfogatra vonatkoztatott átlagos égéshőjének adatait mutatja a **18. táblázat**. Az adatok jól szemléltetik, hogy tüzeléstechnikai szempontból legkedvezőbb az akác felhasználása, amely a vizsgált erdőszűrt terület mintegy 49 %-át alkotja. Meg kell azonban jegyezni, hogy az égéshő viszonylagosan magas értéke nem ad megfelelő támpontot a hasznosításhoz, mivel a hőnyerés szempontjából a fák fűtőértéke a meghatározó. A fűtőérték pedig sokkal inkább függ a fa nedvességtartalmától, a sűrűségétől ill. a szijács-geszt aránytól.

18. táblázat: Különböző fajok égéshője tömegre és térfogatra vonatkoztatva

Faj	[MJ/kg]	[MJ/m ³]
Akác	18,617	13590
Cser	18,133	13330
Gyertyán	16,696	13190
Tölgy	17,858	11608
Erdeifenyő	16,745	8205
Nyár	16,843	6400

Forrás: MOLNÁR, 2000

2.5.3. Nedvességtartalom

A fában a víz két formában van jelen: kötött vízként a sejtfalakban és szabad vízként a sejtek makroszkópikus pórusaiban. A nedvességtartalom a fában lévő víz súlya, amit az abszolút száraz faanyag súlyának százalékában fejezünk ki. Számítása az MSZ 6786-2:1988 szabvány alapján a következő összefüggésekkel történik:

Nettó nedvességtartalom:

$$u = \frac{m_n - m_o}{m_o} \cdot 100, [\%]$$

Bruttó nedvességtartalom:

$$w = \frac{m_n - m_o}{m_n} \cdot 100, [\%]$$

ahol:

m_n – a nedves faanyag tömege, (g)

m_o – a vízmentes, száraz faanyag tömege, (g)

Az eredményeket egész számokban adjuk meg.

A két nedvesség kapcsolata:

$$w = \frac{u}{1 + 0,01 \cdot u}$$

$$u = \frac{w}{1 - 0,01 \cdot w}$$

A nettó és bruttó nedvességtartalom jelölésrendszere és megnevezése nem egységes a hazai szakirodalomban. Az erdőszetben a nedvességtartalom alatt a nettó nedvességtartalmat értik, a bruttó nedvességtartalomra a víztartalom kifejezés használatos (JANZSÓ, 1989). Ezzel ellentétben a mezőgazdaságban a nedvességtartalom alatt általában a bruttó nedvességtartalmat értik.

A nedvességtartalomhoz kapcsolódó fogalom a szárazanyag-tartalom, amely alatt a faanyag száraz és nedves tömegének hányadosát értjük:

$$Sz = \frac{m_0}{m_n}, [\%]$$

ahol:

Sz – szárazanyag-tartalom [%]

A fa víztartalmi fokozatainál a három legfontosabb határérték az abszolút száraz, a rosttelítettségi pont valamint az abszolút nedves. A nedvességtartalmi fokozatok és a fűtőérték kapcsolatát mutatja a **19. táblázat**.

19. táblázat: A nedvességtartalmi fokozatok és a fűtőérték kapcsolata

Megnevezés	u	w	F*
	[%]	[%]	[MJ/kg]
Abszolút száraz	0	0,0	16,4
Túlszáritott	6	5,7	15,3
Szobaszáraz	8	7,4	15,0
Légszáraz (labor)	12	10,7	14,3
Légszáraz (üzemi)	18	15,3	13,5
Félszáraz	25	20,0	12,6
Rosttelítettségi állapot	30	23,1	12,0
Félnedves	50	33,3	10,1
Élőnedves	89	47,1	7,5
Abszolút nedves	138	58,0	5,4

Forrás: *MOLNÁR, 1999*

*A fafajok átlagára meghatározott $E=17,7$ MJ/kg (*MOLNÁR, 1999*) alapján

Az adatokból látható, hogy a nedvességtartalom erősen befolyásolja a fűtőértéket. *MOLNÁR, 1999* szerint $w=40$ % nedvességtartalom felett a fa tüzelése gazdaságtalanná válik, ezért tüzeléstechnikai hasznosítás esetén a nedvességtartalom ismerete föltétlen szükséges. Különböző mező- és erdőgazdasági melléktermékek és hulladékok nedvességtartalmát és fűtőértékét mutatja a **20. táblázat**.

20. táblázat: Az agrár- és erdőgazdaságban keletkező főbb melléktermékek és hulladékok nedvességtartalma és fűtőértéke

Biomassza	Betakarítási bruttó nedv. tartalom [%]	Tárolás utáni bruttó nedv. tart. [%]	Fűtőérték [MJ/kg]
Bálázott szalma	10-20	13-15	13,5
Kukoricaszár	40-65	22,43	13
Kukoricacsutka	30-40	12-20	13,5
Napraforgósár	30-40	18-25	11,5
Nyessedék	30-45	15-20	14,8
Fahulladék	20-45	15-25	15

Forrás: *PECZNIK et al., 1997*

A táblázat adataiból megállapítható, hogy az agrár- és erdőgazdaságban keletkező égethető növényi melléktermékek és hulladékok közül egyedül a szalma nedvességtartalma teszi lehetővé a közvetlen, gazdaságos tüzeléstechnikai hasznosítást. A szőlő- és gyümölcsfanyessedékek tüzelés előtt szárítást igényelnek.

2.5.4. Hamutartalom

A biomasszában a biokémiai folyamatok eredményeképpen, részben a környezeti hatások következtében szervesetlen anyagok is találhatóak. A szervesetlen anyagok jelentős része az életműködéshez szükséges makro- és mikrotápelemekből származik. A szervesetlen összetevők meghatározása a biomassza elégetése után visszamaradt hamutartalom és annak elemzése alapján történik. A bio-tüzelőanyagok esetén az anyagok elégetése után maradó hamutartalom közelítőleg megegyezik a szervesetlen anyagtartalommal (*MOLNÁR, 2000*). A különböző bio-tüzelőanyagok hamutartalmának értékeit a **21. táblázat** tartalmazza.

21. táblázat: Tüzelőanyagként felhasználható bio-tüzelőanyagok hamutartalma

Biomassza		Hamutartalom [%]
Búzaszalma		5,28
Kukoricaszár		8,78
Fatest		0,52
Kéreg	Lucfenyő, jegenyefenyő, nyír	2,0-3,0
	Erdeifenyő, feketefenyő, akác, nyár, éger, bükk	3,0-4,0
	Tölgyek, gyertyán	4,0-7,0
	Szil, juhar	7,0-9,0

Forrás: *PECZNIK - KÖRMENDI, 1997; MOLNÁR, 2000*

Az adatokból látható, hogy a fa elégetése után lényegesen kevesebb hamu keletkezik, mint a mezőgazdaságból származó melléktermékek esetén, amely a tüzelő-berendezések kiválasztása szempontjából fontos információ. Az erdei fáknál az ágak a törzsfához viszonyítva kisebb-nagyobb eltéréseket mutatnak. Az ágsúcs irányába nő a cellulóztartalom, azaz kisebb a lignifikáció mértéke és a nagyobb kéregarány miatt a hamutartalom elérheti a 2-3 %-ot (*MOLNÁR, 2000*).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A vizsgálat tárgya és a felmérés helyszíne

3.1.1. A vizsgálat tárgya

- Vizsgálatokat végeztem a szőlő- és gyümölcsfanyesedékek tüzeléstechnikai szempontból fontos fizikai jellemzőinek meghatározására. A vizsgálatához szükséges mintákat a debreceni agglomeráció területén vettem fel. A vizsgált jellemzők az egy fára vonatkoztatott nyesedék tömege fajtanként, a nyesedék metszéskor mérhető nedvességtartalma, a nyesedék hamutartalma, égéshője és fűtőértéke valamint a nyesedék legnagyobb átmérője.
- Adatgyűjtést végeztem a vizsgált térségek közigazgatási határán belül a fás biomassza, ezen belül a szőlő- és gyümölcsfanyesedékek valamint az erdészeti produktum mennyiségének meghatározásához.
- Számításokat végeztem a vizsgált települések közigazgatási területén képződő fás biomassza energiatartalmának meghatározására.

3.1.2. A felmérés helyszíne

3.1.2.1. *Autonóm települések és kistérségek*

Szakértői vélemények szerint az Európai Unióban az önálló nemzetállamok jelentősége folyamatosan csökkenni fog és előtérbe kerül a régiók szerepe. A régiók pedig a kulturális, természeti és gazdasági adottságok ill. lehetőségek szerint alakulnak ki. Ez a folyamat az alulról építkezés elvén jöhet létre, amelyben fontos szerepet játszanak az önmagukat megfogalmazni tudó kistépülések és a közös céljai érdekében alakított önkéntes, kölcsönös előnyöket nyújtó autonóm kétszeregi társulások.

ERTSEY, 1999 megfogalmazása szerint az autonómia tágabb értelemben olyan önállóság, mely - az ésszerűség keretei között - saját forrásokra támaszkodást jelent. A saját forrásaira támaszkodó közösség a szűkebb és tágabb környezetéhez elevenen kapcsolódik, másoktól minél kevésbé függ, a lehető legnagyobb mértékben saját lábán áll és a külvilággal szemben – egyoldalú függés, vagy kényszerek nélkül – egyenrangú partner. Szűkebb értelemben az autonóm közösség relatív ökológiai, mezőgazdasági és

közműellátási részleges öfenntartást jelent. Ez a megfogalmazás egy ideális állapotot feltételez, amely jelenleg településeink többségétől még távol áll, de célként mindenképpen szükséges a rögzítése.

Az országos ajánlásként megfogalmazott „Autonóm kistrégió” részletesen taglalja az autonóm kistrégiók kialakításának, fejlesztésének és fenntartásának lépéseit. Dolgozatomban ezekkel az elvekkel maximálisan egyetértve és alkalmazva készítettem el Debrecen agglomerációjához tartozó települések és kistréségek elemzését, melyben a térségben évente képződő növényi eredetű, fás biomassza mennyiségét és energetikai hasznosításának lehetőségeit vizsgáltam meg.

3.1.2.2. Kistréségek

Az 1996. évi XXI. a területfejlesztésről szóló törvény szerint a kistréségi társulások képezik a területfejlesztési politika alapegységét. 2004. január elsején lépett hatályba a 244/2003. (XII.18.) számú kormányrendelet, amely megváltoztatta az ország korábbi kistréségi beosztását, amely szerint a hajdú-bihari településeket az eddigi hét helyett kilenc kistréségbe sorolta. Az új besorolás szerint a Debrecen agglomerációjához tartozó kistréségek neve és száma megváltozott. A kistréségekhez tartozó települések száma nőtt. A vizsgálataimat a régi rendszer településein kezdtem el ezért az új települések (Derecske és Konyár) adatai nem szerepelnek a táblázatokban. Az adatok elemzésénél azonban ez nem jelent gondot, mivel a vizsgálataim a településeket tekintik alapegységnek így a későbbiekben tetszés szerint bővíthető vagy szűkíthető a vizsgálandó települések köre.

Debrecen agglomerációjában több kistréségi társulás szerveződött. A kistréségek létrehozásának célja, hogy a települések ill. önkormányzatok közös érdekeik alapján együttműködjenek egymással, közösen pályázzanak és valósítsanak meg fejlesztéseket ill. programokat. A szervező erő a közös érdek és a hatékonyabb érdekképviselet megvalósítása, de ily módon nagyobb az esély a pályázati források elnyerésére is. A régi rendszerben néhány település több társulásnak is tagja volt, jelenleg minden település csak egy kistréséghez tartozik. Debrecen agglomerációjához tartozó települések és kistréségek adottságai ill. jellemzői jelentős különbségeket mutatnak, ezért a helyi adottságok ismerete szükséges a térségben keletkező biomassza energetikai hasznosításának tervezéséhez.

3.1.2.3. A vizsgált területhez tartozó települések és kistérségek

Debreceni kistérség

Debrecen és közvetlen környéke a homokos és a feketeföldű (lössös) talajok találkozásánál fekszik. Néhány közeli településen a nevekben is megmutatkozik ez a kettősség pl. Álmosd határán „Homoki-oldal” és „Feketeföldi-rész” egyaránt előfordul. Debrecen talajviszonyait ugyanezek a sajátosságok jellemzik (PAPP, 2004). A nyugati és északnyugati részére a jó minőségű termőtalaj jellemző, melyek hasznosítása szántóként történik. Keletre haladva elérjük a gyengébb minőségű nyírségi homok határát. A két terület közötti részen, Pallag és Apafa területén a barna homoktalaj a jellemző, ahol a kistérség legnagyobb gyümölcsfa ültetvényei találhatóak. A gyümölcsfa nyesedékek mérési adatait ebben a kistérségben végeztem el.

Derecske-létavértesi kistérség

A térség Debrecentől dél-keletre terül el. Érintett települések: Álmosd, Bagamér, Derecske, Hajdúbagos, Hosszúpályi, Kokad, Konyár, Létavértes, Mikepércs, Monostorpályi, Sáránd. A kistérség székhelye Létavértes.

A térségben, a felszínüket és adottságaikat tekintve jelentős eltérésekkel rendelkező Nyírség, Hajdúság és a Berettyó-Körös vidék találkozik. A települések zöme a Dél-Nyírség elnevezésű, hullámos felszínű, szélhordta homokbuckákkal borított kistájhoz tartozik. A legjellemzőbb felszíni formák a nagyméretű parabola és szegélybuckák, amelyek az északabbi területekről a szél által kifújtt folyóvízi és futóhomokból épülnek fel (BALCSÓK, 2004).

A terület erdősültsége – az erdőgazdálkodás alá vont területet alapul véve - 23,6%-os (GRASSELLI, 1997), ami jelentősen meghaladja a megyei 10%-os, illetve az országos 19,7 %-os (ÁESZ, 2004) átlagot. A kistérségre jellemző akác és nemesnyár fajokkal létesíthető erdősítések rövid időn belül komoly hozamtermésre képesek. A kistérség terepalakulata, domborzati viszonyai miatt is alkalmas fatermesztési célokra. Az egykori zártkertekben, szőlőskertekben a felhagyott és nem művelt parcellákon a természetes beerdősülés folyamata indult meg, és ez már ma is jelentős területeket foglal el. Ezt a természetes beerdősülési folyamatot célszerű mesterségesen is elősegíteni, és erdőneveléssel értékes állományokká alakítani.

Hajdúhadházi kistérség

A térség Debrecentől észak és észak-keleti irányban terül el. Az egyes városok és falvak a megyeszékhelytől 15-30 km-re találhatók. Területe 635,7 km², népességszáma közel 60000 fő, a megyei átlagnál sűrűbben lakott terület, határ menti része viszont már relatíve ritkább textúrájú (KONCZ, 2004). Az érintett települések: Bocskaikert, Fülöp, Hajdúhadház, Hajdúsámson, Nyírábrány, Nyíracsad, Nyíradony, Nyírmártonfalva, Téglás, Újléta, Vámospércs. A kistérség székhelye Hajdúhadház.

Az északi irányban a jó infrastruktúra – a Nyíregyháza irányába tartó 4-es főútvonal ill. a vasúti útvonal – meghatározza a gazdasági életet. Ennek előnyeit elsősorban Bocskaikert, Hajdúhadház és Téglás élvezik. A Debrecen agglomerációjához tartozó kistérségek településeit és székhelyeit a **22. táblázat** tartalmazza.

22. táblázat: Debrecen agglomerációhoz tartozó kistérségek és települések

Kistérség név	Települések	Kistérség székhelye
Debreceni	Debrecen	Debrecen
Derecske– Létavértesi	Álmosd, Bagamér, Derecske, Hajdúbagos, Hosszúpályi, Kokad, Konyár, Létavértes, Mikepércs, Monostorpályi, Sáránd	Létavértes
Hajdúhadházi	Bocskaikert Fülöp Hajdúhadház Hajdúsámson Nyírábrány Nyíracsad Nyíradony Nyírmártonfalva Téglás Újléta Vámospércs	Hajdúhadház

Forrás: KSH, 2004

Erre a térségére a változó értékű, de jellemzően alacsony aranykorona értékű futóhomok a jellemző. A mezőgazdaságilag művelhető területek hasznosítása szövetkezeti, illetve magántulajdonban történik. Számos gyümölcsös, elsősorban almáskert található a területen. A települések környékén fekvő nagy kiterjedésű erdőkben jelentős erdőgazdálkodás folyik, melyek a Hajdúhadházi Erdészet felügyelete alá tartoznak. Az uralkodó fafaj az akác 51 százalékkal (NYÍRERDŐ, 2005), ezt követi a kocsányos tölgy, a nemesnyár, az erdeifenyő és a feketefenyő.

Az észak-keleti térségre az alacsony aranykorona értékű változatos felszínű termőföldek a jellemzőek. A futóhomok jellegű talajokon az erdősítésnek van jövője és jelentősége. Ez adja a térség földterületének 40-45%-át (*GRASSELLI et al., 1998*). A kialakult erdőgazdálkodásnak nagy hagyományai vannak. Ezen a területen gazdálkodik a Gúthi Erdészet, ahol megtalálható az Alföld legnagyobb kiterjedésű, összefüggő zárt homokpusztai gyöngyvirágos tölgyese, de itt tenyészik a Nyírség egyik legszebb és legnagyobb fatömegét adó akác is, amely a faállomány egynegyedét adja. Jellemző fajok még az őshonos kocsányos tölgy, a nemesnyár, az erdeifenyő és a feketefenyő

3.2. Szőlő- és gyümölcsfanyesedékek fizikai jellemzőinek vizsgálati módszerei

3.2.1. Tömegadatok

3.2.1.1. A nyesedék-tömeg meghatározásának lépései és módszerei.

- Mintavétel előtt kiválasztottam az adott területre jellemző fajokat és a területen természetesen jellemző fajtákat. A minták szakemberek által telepített és kezelt ültetvényekről származnak. A vizsgálathoz fajtánként termőkorú egyedekből vettem mintát. Nem volt tárgya a vizsgálatnak a talaj minősége.
- Az ültetvényeken véletlen kiválasztáson alapuló mintavétellel kijelöltem a vizsgálandó fákat és megmértem az egy fára vonatkozó nyesedék tömegét. A mért adatok alapján kiszámítottam a tömegadatok statisztikai jellemzőit, az egy fára vonatkozó minimumot, maximumot, átlagértékeket valamint 95%-os konfidenciaszint mellett a konfidencia intervallumot.

3.2.1.2. A mérések helyszínei és körülményei

A szőlő- és gyümölcsfanyesedékek tömegadatait ültetvényeken (**3. ábra**) és házikertekben (**4. ábra**) mértem fel. A méréseket ugyanazon fajtáknál kétszer ismételttem meg. Az első mérési sorozatot 2003 márciusában, a kontroll mérést pedig 2006 tavaszán végeztem el. A mérések helyszíneit és körülményeit a **23. táblázat** tartalmazza.



3. ábra. Almafa ültetvény



4. ábra. Házikerti szőlősövény

23. táblázat: A felmérés helyszínei és körülményei

Faj	Fajta	M.	Dátum	H. [°C]	Rp. [%]
Almafa	Jonathan, Mutsu	Pallag	2003.03.20-21 2006.03.16.	+3...4 +1	73...75 72
Körtefa	Bosc Kobak, Hardenpont, Hardy vajkörte	Józsa	2003.03.15. 2006.03.17.	+5 +1	75 70
Meggyfa	Érdi bőtermő	Apafa	2003.03.19. 2006.03.21.	+6	76
Őszibarackfa	Babygold. Champion, Redhaven, Sunhaven, Sunbeam	Pallag	2003.03.22-23. 2006.04.07-08.	+3...4 +8..10	73 75...76
Szilvafa	Stanley	Apafa	2003.03.18. 2006.03.22.	+5	76
Szőlő	Afuz Ali, Attila, Boglárka, Cardinal, Chasselas, Csaba gyöngye, Favorit, Irsai Olivér, Pannónia kincse, Pölöskei muskotály, Sarolta, Teréz	Józsa	2003.03.12-14. 2006.04.09.	+4 +9	75 76

Jelmagyarázat: M. – mintavételi hely, H. – hőmérséklet, Rp. – relatív páratartalom

A gyümölcsfaültetvényeken az alma-, a meggy-, a szilva- és az őszibarackfajok több fajtáját mértem fel. A meggy- és szilvafajnál egy-egy, az almánál kettő, míg az őszibaracknál öt fajtát vizsgáltam meg. A vizsgált gyümölcsfaültetvények művelési adatait a **24. táblázat** foglalja össze.

24. táblázat: Ültetvényeken vizsgált gyümölcsfa fajták művelési adatai

Fajta	Alany	Kor	Terület	Sor- és tőtávolság	Fák száma hektáronként	Összes fa
		2003-ban [év]	[ha]	[m×m]	[fa/ha]	[db]
Mutsu	M26	12	12,5	5×3	666	8325
Jonathan	M26	12	12,5	5×3	666	8325
Érdi bőtermő	sajmeggy	10	13	6×4	416	5408
Stanley	myrobalán	12	40	7×4	357	14280
Babygold	vadőrszi	14	2	6×4	416	832
Champion			11			4576
Redhaven			5,5			2288
Sanhaven			5,5			2288
Sunbeam			7			2912

A szőlő- és a körtefajokat házikertekben mértem fel, amelyek jellemző művelési adatait a **25. táblázat** tartalmazza.

25. táblázat: Házikertekben vizsgált szőlő és körtefajták művelési adatai

Fajta	Alany	Kor 2003-ban [év]	Művelési jellemző
Bosc kobak, Hardenpont, Hardy	vadkörte	8	Szabadon álló
Afuz Ali, Attila, Cardinal, Chasselas, Boglárka, Csaba gyöngye, Favorit, Irsai Olivér, Pannónia kincse, Pölöskei muskotály, Sarolta, Teréz	amerikai alany	7	Guyot kordonos művelési mód, 2 egymástól távol álló sorban, tőtávolság 1,2 m

Az adatok elemzését Microsoft Excel táblázatkezelő program segítségével végeztem el. A tömegadatok értékelésénél a mezőgazdasági kutatásokra nemzetközileg elfogadott 95%-os konfidencia valószínűséget (SVÁB, 1981) vettem alapul.

3.2.1.3. Tömegadatok mérési módszere

- Meghatároztam egy adott gyümölcsfafajtánál az egy fára eső nyesedék átlagát, és 95%-os konfidenciaszint mellett a minimumát ill. maximumát. Ezzel az adattal - a fajtára jellemző ültetési távolságok ismeretében- kiszámítható a termőterületen évenként képződött nyesedék átlagos tömege ill. 95%-os valószínűséggel meghatározható a minimális és maximális mennyiség.
- Vizsgáltam, hogy a fajták befolyásolják-e a nyesedék tömegének mennyiségét. Mivel a vizsgált térségben – a települések közigazgatási területén - nem ismert a fajtákra jellemző termőterület pontos aránya, ezért a területre vetített számításoknál a fajták egyenlő arányú eloszlását feltételeztem és a gyümölcs fajra kiszámított összesített átlagértékekkel számoltam. Amennyiben a helyi felhasználás részére pontosabb adatokra lesz szükség, mindenképpen szükséges a fajta befolyásoló hatásának további vizsgálata és pontosítása is. Ennek mértéke további, több éves mérésen alapuló vizsgálatot igényel

3.2.2. Nedvességtartalom

A nedvességtartalom meghatározását DE MFK Építészeti Intézet Talajmechanikai Laboratóriumában végeztem el, ahol a szabványban előírt feltételek és eszközök a rendelkezésemre álltak.

3.2.2.1. Mintavétel, próbatest

Minden vizsgált gyümölcsfafajta nyesedékéből 10-10 db mintát vettem, amit elláttam kóddal és sorszámmal. A próbatesteket légmentesen zárható edényben a laboratóriumba szállítottam és azonnal megmértem a nedves tömegüket. A kb. 10-12 cm hosszú próbatestek kiválasztása, a levágott gallyakból véletlenszerűen történt, ezáltal ágvég, ágto és különböző korú nyesedékek kerültek a vizsgálandó anyagba. Az **5. ábra** a minták egy csoportját mutatja.



5. ábra. Nyesedékminták

A megmért próbatesteket szárítószekrényben tömegállandóságig kiszárítottam: A kiszárított mintákat exszikkátorban a mérőhelyiség hőmérsékletére lehűtöttem, majd megmértem a kiszárított tömegüket, és az adatokat táblázatos formában rögzítettem. Mindkét mérést 0,001 g pontossággal végeztem el. A mért értékeket vizsgálati jegyzőkönyvben rögzítettem, és táblázatos formában összesítettem.

3.2.2.2. A mérés helye és körülményei:

Hely: Debreceni Egyetem Műszaki Főiskolai Kar, Talajmechanikai Laboratórium

A mérés időpontja: a nedves tömeg meghatározása fajtánként a mintavétel napján
a száraz tömeg meghatározása a minták beérkezésétől
folyamatosan

A laboratórium hőmérséklete: 20 °C

Relatív páratartalom: 65 %

A laboratórium hőmérséklete és páratartalma a mérések folyamán nem változott.

A méréshez használt eszközök:

Mérleg

Gyártmány: NAGEMA labormérleg

Típus: 752.01

Gyártási szám: 24900

Pontosság: 0,001 g

Szárítószekrény

Gyártmány: Labor Műszeripari Művek

Típus: LP-322

Gyártási szám: 891341

Teljesítmény: 1,6 kW

Szárítás hőmérséklete: 103 ± 2 °C

3.2.2.3. Az adatok kiértékelésének módszerei

A szőlő- és gyümölcsfanyesedékek nedvességtartalmának kiértékelését Microsoft Excel táblázatkezelő program segítségével végeztem el. Az adatok jellemzésére az alábbi értékeket választottam ki:

- várható érték
- szórás
- minimum
- maximum
- alsó, felső kvartilis és interkvartilis terjedelem

A mintákat fajtánként és fajonként is összehasonlítottam, az eredményeket a szemléletesebb bemutatás érdekében doboz-diagramban is ábrázoltam.

3.2.3. Hamutartalom

3.2.3.1. Mintavétel, próbatest

A hamutartalom mérését a nedvességtartalom meghatározásához vett mintákon végeztem el. A mérés az egyetem laboratóriumában történt, melynek adatait jegyzőkönyvben rögzítettem. A mintákat előzetesen lemért mérőedényben elégettem. Az égetés után keletkezett hamu és a tömegállandóságig kiszárított érték felhasználásával kiszámítottam a hamutartalom százalékos értékeit és statisztikai adatait.

3.2.3.2. A mérés helye és körülményei:

Hely: Debreceni Egyetem Műszaki Főiskolai Kar, Hőkezelő Laboratórium

A mérés időpontja: 2003. április 7-11.

A laboratórium hőmérséklete: 20 °C

Relatív páratartalom: 65 %

A laboratórium hőmérséklete és páratartalma a mérések folyamán nem változott.

3.2.3.3. A méréshez használt eszközök:

Mérleg

Gyártmány: NAGEMA labormérleg

Típus: 752.01

Gyártási szám: 24900

Pontosság: 0,001 g

Kemence

Gyártmány: „Kalória” Hőtechnikai GMK.

Típus: DENKAL 6/K/1100

Gyártási szám: 1092

Teljesítmény: 2,5 kW

Névleges hőmérséklet: 1100 °C

3.2.3.4. Az adatok kiértékelésének módszerei

A szőlő- és gyümölcsfanyesedékek hamutartalmának kiértékelését Microsoft Excel táblázatkezelő program segítségével végeztem el. Az adatok jellemzésére az alábbi értékeket választottam ki:

- várható érték
- szórás
- minimum
- maximum
- alsó, felső kvartilis és interkvartilis terjedelem

A mintákat fajtánként és fajonként is összehasonlítottam, az eredményeket a szemléletesebb bemutatás érdekében doboz-diagramban is ábrázoltam.

3.2.4. Égéshő és fűtőérték

3.2.4.1. A mérés helye és körülményei:

Az égéshő és fűtőérték meghatározását Gödöllőn, az FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet Energetikai Vizsgáló-laboratóriumában végeztem el. A laboratórium az MSZ EN ISO/IEC 17025: 2001 szabvány szerint működik és a Nemzeti Akkreditáló Testület általi tanúsítása 2005-ben megtörtént, mely lehetővé teszi a vizsgálati eredmények Európai Unió belüli elfogadását.

A mérés időpontja: 2006. március 21.

A laboratórium hőmérséklete: 20 °C

Relatív páratartalom: 65 %

3.2.4.2. A méréshez használt eszközök

HR 73 Halogen Moisture Analyzer – nedvességtartalom mérő készülék (6. ábra)

IKA gyártmányú C 2000 típusú égéshő és fűtőérték meghatározó mérőrendszer (7. ábra).

6. ábra. HR73 típusú nedvességtartalom-mérő berendezés



7. ábra. IKA, C2000 típusú égéshő- és fűtőértékmérő berendezés

3.2.4.3. A mérés leírása

A gyümölcsfafajok esetében minden fajtánál elvégeztem a nedvességtartalom, égéshő és fűtőérték mérését, a szőlőfajták esetében két véletlenszerűen kiválasztott minta adatait hasonlítottam össze.

A fűtőérték meghatározásához szükséges nedvességtartalom mérését a HR73 típusú halogén nedvességtartalom meghatározó készülékkel végeztem el. A készülék egy halogén szárítóval összeépített mérleg, amely a porrá tört minta nedves és kiszáritott tömegének mérése után kiszámolja a bruttó nedvességtartalmat. A nedvességtartalom ismeretében bomba kaloriméteres vizsgálattal az anyag égéshője és a mért

nedvességtartalomhoz tartozó fűtőérték közelítő értéke számítható. Az IKA gyártmányú C 2000-es típusú bomba kaloriméteres készülék a behelyezett anyag égéshőjét automatikusan határozza meg, majd a nedvességtartalom bevitelével a fűtőértéket is automatikusan számolja ki. Az adatok kiértékelését Microsoft Excel táblázatkezelő program segítségével végeztem el.

3.2.5. A nyesedék fajtára jellemző legnagyobb átmérője

A legnagyobb átmérő mérése a nyesedékek aprítása szempontjából került a vizsgálati jellemzők körébe.

A felmérés a tömegadatok mérésével párhuzamosan történt, a mérés időpontjai, helyszínei és körülményei megegyeznek a tömegadatoknál rögzített értékekkel. A legnagyobb átmérő meghatározása fajtánként történt a tömegadatok mérésére összegyűjtött nyesedékből. Az adatok tájékoztató jellegűek, statisztikai feldolgozást nem igényeltek.

3.4. A vizsgált térségben évente képződő fás biomassa mennyiségének és energiatartalmának meghatározása

3.4.1. Szőlő és gyümölcsfanyesedékek mennyiségének és energiatartalmának meghatározása

A vizsgált térségben a szőlő- és gyümölcsfanyesedékek mennyiségének meghatározása statisztikai és irodalmi adatokból, saját felmérésekből valamint mérésekből származó adatok felhasználásával, becsléssel történt, amelynek lépései és módszerei a következők:

- A vizsgált térségben a *KSH, 2002, 2004* és *FVM HBM FH, 2002* adatbázisai alapján meghatároztam a jellemző földhasználatot, majd a falugazdász hálózat szakemberei segítségével felmértem a települések közigazgatási határaitra eső mezőgazdasági területek arányát.
- A *KSH, 2002; 2004; FVM HBM FH, 2002* adatai és saját felmérések segítségével meghatároztam a vizsgált térségben termesztett szőlő- és gyümölcsfafajokat, fajtákat, azok termesztési területeit és termesztési jellemzőit.
- A 2.3. fejezetben leírtak szerint meghatározott fizikai jellemzők és a területi termesztési adatok ismeretében becsléssel meghatároztam a vizsgált térségben évente képződő nyesedék nedves és légszáraz tömegének átlagos mennyiségét és konfidencia intervallumát.
- A fajtákra jellemző átlagos tömeg, nedvességtartalom és égéshő ismeretében számítással meghatároztam a települések közigazgatási területére eső szőlő- és gyümölcsfanyesedékek becsült, átlagos, légszáraz tömegre vonatkozó energiatartalmát.

3.4.2. Erdészeti produktum mennyiségének és energiatartalmának meghatározása

A vizsgált térségben az erdészeti produktum meghatározása statisztikai, irodalmi és saját felmérésekből származó adatok felhasználásával, becsléssel történt.

Az erdészeti produktum meghatározásának lépései és módszerei:

- A vizsgált térségben a *KSH, 2002*; *ÁESZ, 2002*, és *FVM HBM FH, 2002* adatbázisai alapján meghatároztam a települések közigazgatási határára eső erdősült területek nagyságát.
- Az országos és a helyi kitermelési mutatók és irodalmi adatok alapján meghatároztam a területegységre eső, gazdaságosan kitermelhető famennyiséget. A kitermelhető bruttó fa mennyiségét a $3,12 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{év}$ (*BARÁTOSSY, 1999*; *ÁESZ 2005*) értékkel határoztam meg.
- A területegységre számított kitermelhető famennyiség ismeretében irodalmi adatok segítségével meghatároztam a bruttó és nettó famennyiség, a tűzifa és az erdőben maradó hulladék arányát. Az erdőben maradó fát irodalmi adatok alapján a bruttó-nettó fa különbségéből határoztam meg, a nettó fát a bruttó 80 %-ának vettem fel, a tűzifát pedig a nettó fa 45%-ával számoltam ki (*MOLNÁR, 2000*).
- Az erdősült terület, a fafaj összetétel és a vizsgált terület fajlagos kitermelési mutatóinak ismeretében számítással meghatároztam a települések közigazgatási határára eső tűzifa és erdőben maradó hulladék légszáraz tömegének becsült mennyiségét és energiatartalmát. A fák légszáraz állapotra vonatkozó sűrűségét és fűtőértékét a területre jellemző fajok súlyozott átlagával határoztam meg, $\rho=670 \text{ kg/m}^3$ és $F=13,4 \text{ MJ/kg}$ értékekkel számoltam (*MOLNÁR, 1999, 2000*).

4. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

4.1. A vizsgált térség földhasználati jellemzői

A kiválasztott térségben évente képződő, fás bio-tüzelőanyagok felmérése érdekében meghatároztam a térség jellemző földhasználatát, amelyhez országos adatok nem álltak rendelkezésre. A vizsgált települések mezőgazdasági művelés alatt álló területének adatait a **26. táblázat** foglalja össze.

26. táblázat: A települések mezőgazdasági művelés alatt álló területének adatai

Település	Közigazgatási terület [ha]	Mezőgazdaságilag művelt terület [ha]	A művelt terület aránya [%]	Átlagos aranykorona érték
Fülöp	5587	4864	87	7,51
Nyírábrány	5571	4624	83	8,17
Nyírmártonfalva	5748	5243	91	8,27
Nyíradony	9659	8277	86	8,32
Hajdúsámson	6947	4928	71	8,42
Nyíracsad	7500	6589	88	9,09
Újléta	3041	2472	81	9,53
Bocskai kert	995	352	35	9,81
Hajdúhadház	9870	6063	61	11,55
Vámospércs	5820	4936	85	12,05
Téglás	4188	2902	69	14,41
Bagamér	4702	3745	80	14,88
Monostorpályi	4444	3913	88	14,95
Kokad	1610	1390	86	15,12
Álmosd	3413	2531	74	16,03
Hajdúbagos	3744	3117	83	17,48
Hosszúpályi	7918	6731	85	17,99
Létavértes	11662	9992	86	20,6
Sáránd	2268	1926	85	21,49
Mikepércs	3693	3032	82	23,09
Hajdúszovát	5800	5028	87	29,41
Debrecen	46165	35191	76	30,45
Nagyhegyes	13000	11916	92	34,84

Forrás: KSH, 2002, FVM HBM FH, 2002

A felméréshez nagy segítséget nyújtottak a FVM HBM FH² falugazdászai és az ÁESZ Debreceni Igazgatóság szakemberei, akik önzetlen segítségükkel, naprakész adataikkal és tapasztalatukkal segítették munkámat. A települések jellemző földhasználatának adatait a **27. táblázat** mutatja be.

27. táblázat: A települések jellemző földhasználata [ha]

Település	M. művelt terület	Szántó	Gyümölcsös	Szőlő	Kert	Rét	Legelő	Nádas	Erdő
Álmosd	2531	2196	16	4	0	117	153	0	45
Bagamér	3745	1254	2	1	0	193	337	0	1958
Bocskaikert	352	93	16	0	0	0	55	0	188
Debrecen	35191	16545	864	39	2	2226	828	66	14621
Fülöp	4864	1973	52	21	0	418	564	0	1836
Hajdúbagos	3117	1728	1	42	0	120	528	24	674
Hajdúhadház	6063	2545	512	48	0	85	186	7	2680
Hajdúsámson	4928	2706	72	9	0	272	461	1	1407
Hajdúszovát	5028	4289	0	0	0	50	418	168	103
Hosszúpályi	6731	4099	43	1	0	588	819	70	1111
Kokad	1390	939	0	0	0	24	125	49	253
Létavértes	9992	6624	0	13	0	380	1301	41	1633
Mikepércs	3032	1945	1	1	0	168	381	113	423
Monostorpályi	3913	1557	6	118	0	255	457	6	1514
Nagyhegyes	11916	8211	6	0	0	229	2840	339	291
Nyírábrány	4624	1648	84	22	0	351	521	3	1995
Nyíracsád	6589	2039	249	20	0	296	361	0	3624
Nyíradony	8277	4339	339	99	0	448	273	14	2765
Nyírmártonfalva	5243	1596	73	3	0	276	395	0	2900
Sáránd	1926	1460	27	2	0	98	234	12	93
Téglás	2902	2093	1	1	0	26	82	26	673
Újléta	2472	1343	13	1	0	356	169	5	585
Vámospércs	4936	2010	8	60	0	499	581	10	1768
Összesen	139762	73232	2385	505	2	7475	12069	954	43140

Forrás: *FVM HBM FH, 2002*

² Földművelési és Vidékfejlesztési Minisztérium Hajdú-Bihar Megyei Földművelésügyi Hivatal

Első lépésben meghatároztam a települések közigazgatási területén a mezőgazdasági művelés alatt álló területek nagyságát és azok átlagos aranykorona értékét³. A mezőgazdaságilag művelt területek jellemző földhasználata és az erdősült területek nagysága megmutatta azokat a területek, ahol energetikailag hasznosítható fás biomassa képződik. A települések jellemző földhasználatának adatait a 27. táblázat mutatja be.

A gyümölcsösök és gyümölcs fajták területi arányainak meghatározásához a KSH adatbázisa csak országos és megyei adatokat szolgáltatott, ezért a részletes helyi adatokat a Hajdú-Bihar Megyei FVM hivatal szakemberei segítségével gyűjtöttem össze. Hajdú-Bihar megye gyümölcsstermesztési adatait és azok változását a **28. táblázat** tartalmazza.

28. táblázat: Hajdú-Bihar megye gyümölcsstermesztési adatai

Fajok	Termőterület [ha]					
	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.
Alma	1530	1608	1638	1650	1680	1774
Körte	112	115	110	90	75	47
Birs*	szórvány	szórvány	18	11	11	6
Cseresznye	szórvány	szórvány	szórvány	szórvány	szórvány	8
Meggy	345	375	440	450	530	311
Szilva	550	555	520	520	540	243
Kajszi	80	81	80	80	79	65
Őszibarack	145	48	156	160	165	83
Dió	12	15	15	15	24	36
Málna	90	94	94	95	95	99
Szeder	8	9	10	10	10	21
Piros ribiszke	45	48	46	42	45	9
Fekete ribiszke	15	15	15	8	8	17
Köszméte	235	237	233	230	232	120
Szamóca	1	2	3	3	12	12
Egyéb (bodza)	szórvány	szórvány	100	105	105	45
Összesen	3168	3202	3478	3469	3611	2896

Forrás: *FVM HBM FH, 2002*

*becsült adat

A vizsgálandó gyümölcsfa fajták kiválasztásánál elsődleges szempont volt az energetikailag jelentős nyereséket adó fajták meghatározása. Ebben hasznos

³ Az aranykorona az átlagos gazdálkodással elérhető nettó jövedelem területegységre eső értéke (előbb forintban, majd később, 1924-től aranykoronában határozták meg).

tanácsokkal láttak el a területen tevékenykedő falugazdászok és a vizsgált ültetvényeken dolgozó szakemberek.

A 28. táblázat adataiból kitűnik, hogy a megyében a legnagyobb területen termelt gyümölcsfafaj az *alma*, melynek területe folyamatosan növekszik. Fenntartása rendszeres metszést igényel.

A *körte* területe - mivel a helyi adottságok nem kedvezőek a termesztéséhez – folyamatosan csökken, de az egy fára számított fajlagosan nagy nyesedék tömeg alapján a vizsgálandó fajhoz soroltam. A későbbiekben várhatóan termesztési területe tovább fog csökkenni. Fenntartása rendszeres metszést igényel.

A *birs* és a *cseresznye* jelentéktelen termőterülettel rendelkeznek így a vizsgálatnál nem vettem figyelembe őket.

A *meggy* jelentős termőterületet foglal el és várhatóan a jövőben megtartja jelenlegi pozícióját. A meggyfa korszerű művelésmód mellett évente rendszeres, 3-4 évente erősebb ifjító metszést igényel.

A *szilvát* a megyében szintén nagy területen termesztik mivel a helyi adottságok megfelelnek a termesztési igényeinek. Mennyisége az évek során számottevően nem változott, várhatóan a jövőben is megtartja jelentős szerepét. Évente, rendszeres metszést igényel.

A *kajszi* területi és metszési jellemzői alapján nem került a vizsgálandó fajok közé, mivel számottevő metszési nyesedéket nem szolgáltat.

Az *őszibarack*, bár területét tekintve nem túl jelentős, az évente rendszeresen keletkező nyesedék mennyisége mégis indokolja vizsgálatát.

A *szőlőt* eredetileg nem soroltam a vizsgálandó fajok közé, de a területi adatok rácsáfoltak a regionális adatokra. Ezáltal a vizsgálatban az egyik meghatározó fajává lépett elő.

A **29. táblázatban** szereplő többi gyümölcsfafaj nem ad olyan mennyiségű nyesedéket, ami a szervezett begyűjtést és hasznosítást indokolta tenné. A köszméte termesztési területe ugyan számottevő, de a nyesedék mennyisége és nehezen kezelhetősége miatt nem került a vizsgált fajták körébe.

29. táblázat: A vizsgált települések szőlő és gyümölcsös területei [ha]

Település	Alma	Körte	Birs	Cser.	Meggy	Szilva	Kajszli	Őszib.	Dió	Málna	Szeder	P. rib.	F. rib.	Köszm.	Bodza	Szőlő	Össz.
Álmosd	14,2				0,8			0,8								4	20
Bagamér	0,3				0,21	0,15				0,16						1	2
Bocskaikert	103,96	0,92			19,96	3,6		2,53	0,68	0,06		0,18		5,91		0	138
Debrecen	363,82	19,93	5,14	4,55	85,2	81,08	18,88	50,97	1,66	1,51	8,54	0,63	16,63	53	0,53	39	751
Fülöp										50,11						21	71
Hajdúbagos	8,07	0,57		0,37	1,19		2,14	2,79	1,98					0,27		42	59
Hajdúhadház	442,19	0,56		0,15	46,9	4,68	0,15	9,9	0,16			0,05		29,91		48	583
Hajdúsámson	85,14				0,44			0,36						2,7		9	98
Hajdúszovát	1,34	0,16				0,72										0	2
Hosszúpályi	0,2	1		0,23	0,88	0,66		0,6						0,28		1	5
Kokad								0,16								0	0
Létavértes	0,36				0,35	0,16	0,35	0,37						0,25		13	15
Mikepércs	5,3					1,74		1						0,26		1	9
Monostorpályi	0,17							0,32								118	118
Nagyhegyes							6,2									0	6
Nyírábrány	18,12	21,8		2,7	0,36			2,27		36,34	2,57			2,83		22	109
Nyíracsád	258,57				12,23	4,25		4,67	0,16	7,6	2,57			2,83		20	313
Nyíradony	359,46			13,79		17,75				0,46		1		0,14	5,43	99	497
Nyírmártonfalva	30,9				1	41,47				1,74	1,14	0,49		0,14		3	80
Sáránd	60,5	0,16					0,58	0,88	0,16							2	64
Téglás	0,47	0,32	0,2			3,5	0,21	0,25	0,22			0,07		7,04	2	1	15
Újléta	7	0,15			0,6	2,3	0,24			0,07				2		1	13
Vámospércs	9,89				3,37	0,92		0,14		1,22		0,2		0,71		60	76
Összesen	1770	46	5	22	173	163	29	78	5	99	15	3	17	108	8	505	3045

Forrás: FVM HBM FH, 2002; saját felmérések

4.2. Szőlő- és gyümölcsfanyesedékek fizikai jellemzői

4.2.1. Tömegadatok

A gyümölcsfafajták nyesedékének mért tömegadatait a **31. táblázat** tartalmazza. A 2003-ban mért adatok az $x_1 \dots x_{10}$, a 2006-os kontroll mérés adatai az $x_{11} \dots x_{20}$ minta soraiban található. A mért adatok statisztikai feldolgozása a **30. és a 32-34. táblázatban**, a fajtákra számított konfidencia intervallumok a **8-11. ábrán** láthatók. A diagramokban a függőleges vonal végpontjai a legnagyobb és legkisebb értékeket, a barna terület a konfidencia intervallumot szemlélteti. Az adatok a metszés utáni nedves tömegre vonatkoznak.

Az alma két fajtájánál a két év mérési eredménye eltérő tendenciát mutat. 2003-ban a Mutsu nyesedéktömege meghaladta a Jonathánét (**9. ábra**), a 2006-os mérésnél azonban ez az arány megfordult (**10. ábra**). A két fajta alanya, termőhelyi adottságai, a fák életkora és az ültetvények művelésmódja teljesen megegyezik, ezáltal az eredmények azt valószínűsítik, hogy a fajták befolyása a nyesedék tömegére nem meghatározó, az értékek ugyanis a kiegyenlítődés irányába mutatnak. A két fajta összesített adataiból számított átlagos tömegértékei a **34. táblázatban** találhatóak.

A körténél a két év mérési adatai hasonló tendenciát mutatnak. Mindhárom fajtánál a 2006-os évben mérsékelten nőtt a nyesedék mennyisége, és a fajták tekintetében mindkét évben legkisebb értékeket a Hardenpont fajta produkálta.

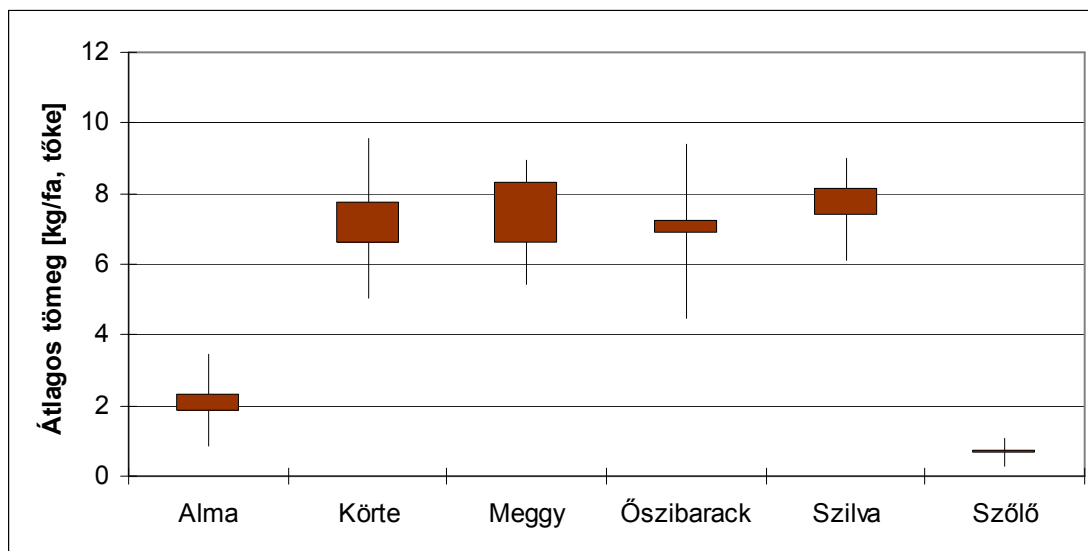
A meggy 2003-ban mért nyesedékének átlagos tömege közel kétszerese volt a 2006-ban mért értékeknek, amely a metszésmóddal magyarázható. A meggyet minden évben mérsékelten ritkítják, amelyet a 2006-os év adatai reprezentálnak és 3-4 évente ifjítják, amelyet a 2003-as év adatai mutatnak. Ezért a további számításoknál reprezentatív értéknek a 2006-os mérési adatokat vettem.

Az őszibarack fajták mérési adatait elemezve nem tapasztalható a fajtákra és évre jellemző nagy eltérés, ami azt valószínűsíti, hogy azonos korú, termőhelyi adottságú és művelésmódú őszibarack ültetvények esetén a vizsgált fajtáknak a nyesedék tömegének alakulásában nincs meghatározó jelentősége ezáltal az ültetvényeken képződő nyesedék tömegének mennyisége jól prognosztizálható

A szilva nyesedékének tömegadatai a két év összehasonlításában mérsékelt növekedést mutatnak, amely azt valószínűsíti, hogy a két év átlaga jól reprezentálja az adott fajta termőkori átlagát.

30. táblázat: Szőlő- és gyümölcsfanyesedékek tömegadatainak összesített statisztikai jellemzői

	Almafa	Körtefa	Meggyfa	Őszibarackfa	Szilvafa	Szőlő
Átlag	2,05	7,18	7,43	7,07	7,74	0,66
Szórás	0,77	1,18	1,25	0,98	0,83	0,21
Legnagyobb	3,48	9,55	8,96	9,41	9,01	1,07
Legkisebb	0,87	5,01	5,43	4,50	6,12	0,26
Konfidenciaszint (95%)	0,25	0,59	0,89	0,19	0,39	0,05
Felső konfidencia-határ	2,29	7,77	8,32	7,26	8,13	0,71
Alsó konfidencia-határ	1,80	6,59	6,54	6,87	7,35	0,61



8. ábra. A szőlő és gyümölcsfafajok összesített tömegadatainak konfidencia intervalluma

A szőlőnyesedékek két éves összesített adatainak összehasonlítása alapján megállapítható, hogy a vizsgált fajok közül a szőlő tömegadatakra vonatkozó konfidencia intervalluma a legkisebb, ami vizsgált fajok közül a legegyszerűsebb nyesedék-képződést mutatja. Ez alapján megállapítható, hogy szélsőséges időjárási körülményektől eltekintve a szőlő adott helyen, változatlan fajtaösszetétel esetén évente egyenletes, jól kiszámítható nyesedék mennyiséget szolgáltat.

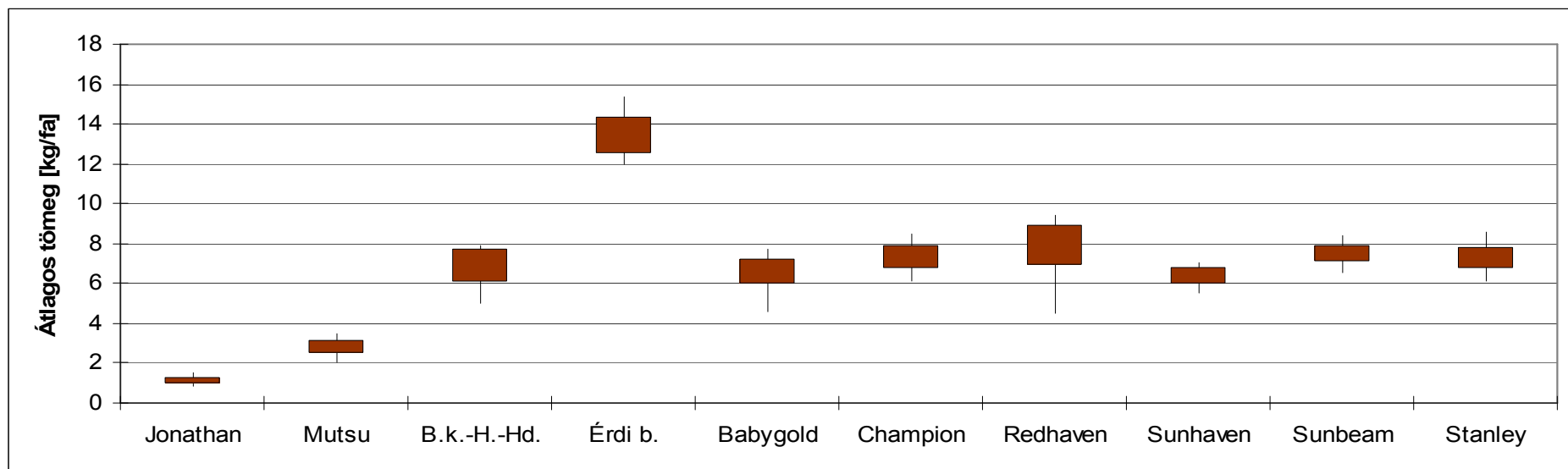
31. táblázat: Gyümölcsfafajták nyesevékének mért tömegadatai

Minta	Alma		Körte	Meggy	Őszibarack					Szilva
	Jonathan	Mutsu	B.k.-H.-Hd.	Érdi b.	Babygold	Champion	Redhaven	Sunhaven	Sunbeam	Stanley
	[kg/fa]									
x ₁	0,93	2,63	7,52	15,35	4,61	6,54	9,23	5,50	7,84	8,56
x ₂	1,25	2,98	7,18	12,21	6,99	8,10	8,56	5,75	8,41	7,37
x ₃	0,89	2,69	7,86	13,43	6,15	7,98	9,41	6,62	7,63	6,65
x ₄	1,56	3,48	7,63	12,09	7,73	8,49	7,08	6,87	6,54	7,61
x ₅	0,91	3,13	7,72	14,12	7,43	6,79	4,50	7,01	6,62	6,12
x ₆	0,99	2,05	7,54	14,65	6,95	7,65	8,12	5,52	7,13	8,13
x ₇	1,47	2,97	5,49	12,49	6,02	6,88	7,36	6,29	7,68	7,12
x ₈	0,87	2,68	5,97	13,01	6,46	6,67	9,04	6,04	7,34	6,47
x ₉	1,08	3,13	5,01	15,10	7,14	7,76	7,80	6,97	8,26	7,68
x ₁₀	1,05	2,26		11,94	6,35	6,10	7,91	6,75	7,16	6,90
x ₁₁	1,75	2,25	8,24	8,69	8,11	7,25	6,82	6,99	8,71	7,23
x ₁₂	3,21	1,5	7,36	6,30	7,07	8,52	8,21	6,78	7,45	8,12
x ₁₃	2,96	1,96	9,55	6,74	8,05	7,92	7,96	5,12	8,36	8,95
x ₁₄	2,55	2,1	8,62	8,89	6,25	7,41	7,63	6,41	6,99	7,48
x ₁₅	1,86	1,78	7,99	7,55	6,87	6,96	6,84	6,33	7,54	8,76
x ₁₆	3,4	1,63	7,46	8,96	5,35	5,72	6,59	6,04	6,8	9,01
x ₁₇	2,12	1,52	6,27	8,27	6,71	7,19	5,3	7,1	5,06	8,33
x ₁₈	2,47	1,67	6,04	7,20	5,93	7,31	8,32	6,36	7,44	7,65
x ₁₉	2,63	1,88	5,83	6,25	7,32	6,88	7,75	6,08	5,52	8,26
x ₂₀	1,74	1,94		5,43	7,71	6,76	8,01	7,64	7,63	8,30

Jelmagyarázat: B.k. – Bosc kobak; H. – Hardy vajkörte; Hd. – Hardenpont

32. táblázat: Gyümölcsfanyesedékek tömegadatainak statisztikai jellemzői a 2003-as mérési adatok alapján

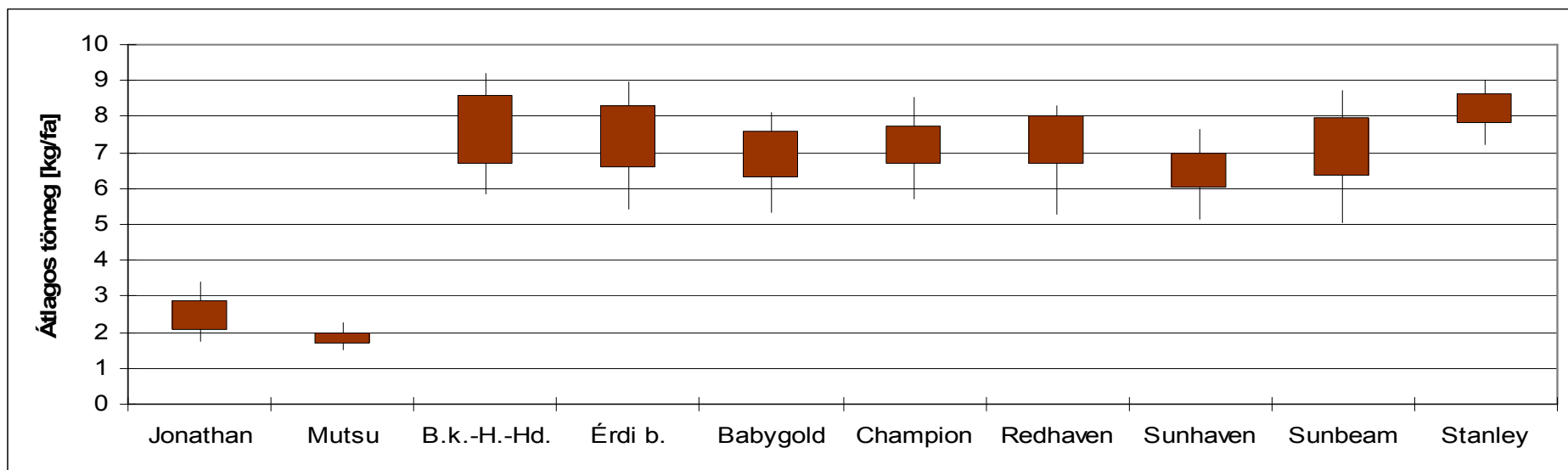
Jellemzők	Jonathan	Mutsu	B.k.-H.-Hd.	Érdi b.	Babygold	Champion	Redhaven	Sunhaven	Sunbeam	Stanley
Átlag	1,10	2,80	6,88	13,44	6,58	7,30	7,90	6,33	7,46	7,26
Szórás	0,25	0,43	1,09	1,29	0,89	0,80	1,43	0,60	0,63	0,76
Legnagyobb	1,56	3,48	7,86	15,35	7,73	8,49	9,41	7,01	8,41	8,56
Legkisebb	0,87	2,05	5,01	11,94	4,61	6,10	4,50	5,50	6,54	6,12
Konfidenciaszint (95%)	0,18	0,31	0,83	0,92	0,64	0,57	1,02	0,43	0,45	0,54
Felső konfidenciahatár	1,28	3,11	7,71	14,36	7,22	7,87	8,92	6,76	7,91	7,80
Alsó konfidencia határ	0,92	2,49	6,05	12,52	5,95	6,73	6,88	5,91	7,01	6,72



9. ábra. Gyümölcsfanyesedékek tömegadatainak 95%-os konfidencia intervalluma a 2003-as mérési adatok alapján

33. táblázat: Gyümölcsfanyesedékek tömegadatainak statisztikai jellemzői a 2006-os mérési adatok alapján

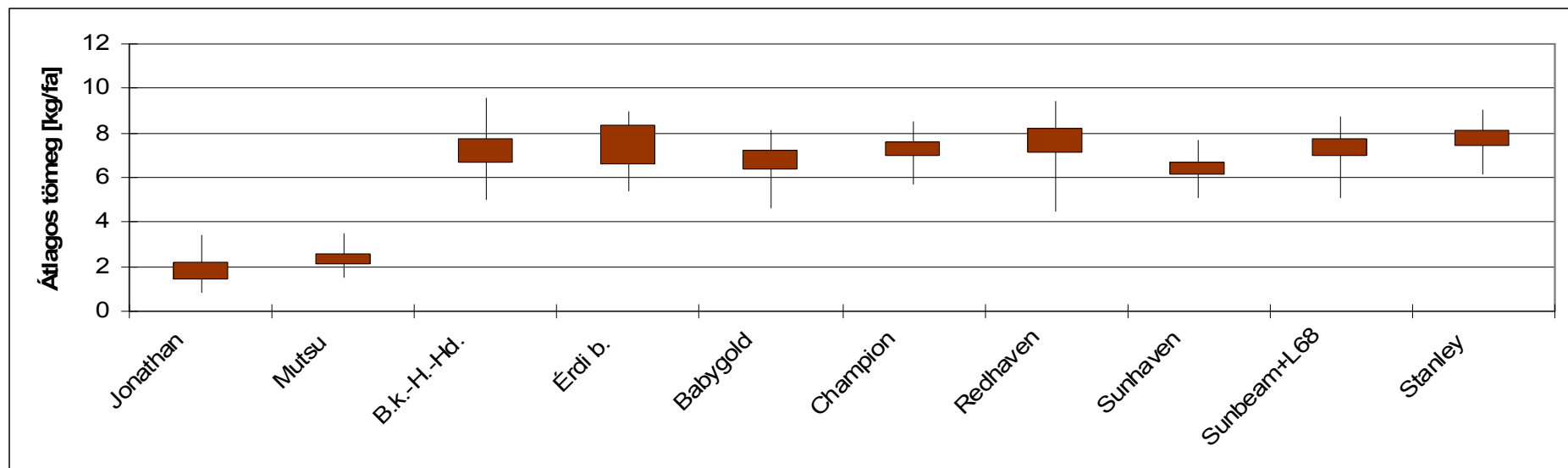
Jellemzők	Jonathan	Mutsu	B.k.-H.-Hd.	Érdi b.	Babygold	Champion	Redhaven	Sunhaven	Sunbeam	Stanley
Átlag	2,47	1,82	7,61	7,43	6,94	7,19	7,34	6,49	7,15	8,21
Szórás	0,60	0,25	1,28	1,25	0,91	0,74	0,95	0,69	1,14	0,61
Legnagyobb	3,40	2,25	9,21	8,96	8,11	8,52	8,32	7,64	8,71	9,01
Legkisebb	1,74	1,50	5,83	5,43	5,35	5,72	5,30	5,12	5,06	7,23
Konfidenciaszint (95%)	0,43	0,18	0,98	0,89	0,65	0,53	0,68	0,50	0,81	0,44
Felső konfidenciahatár	2,90	2,00	8,59	8,32	7,59	7,72	8,02	6,98	7,96	8,64
Alsó konfidencia határ	2,04	1,65	6,63	6,54	6,29	6,67	6,67	5,99	6,34	7,77



10. ábra. Gyümölcsfanyesedékek tömegadatainak 95%-os konfidencia intervalluma a 2006-os mérési adatok alapján

34. táblázat: Gyümölcsfanyesedékek tömegadatainak statisztikai jellemzői az összesített mérési adatok alapján

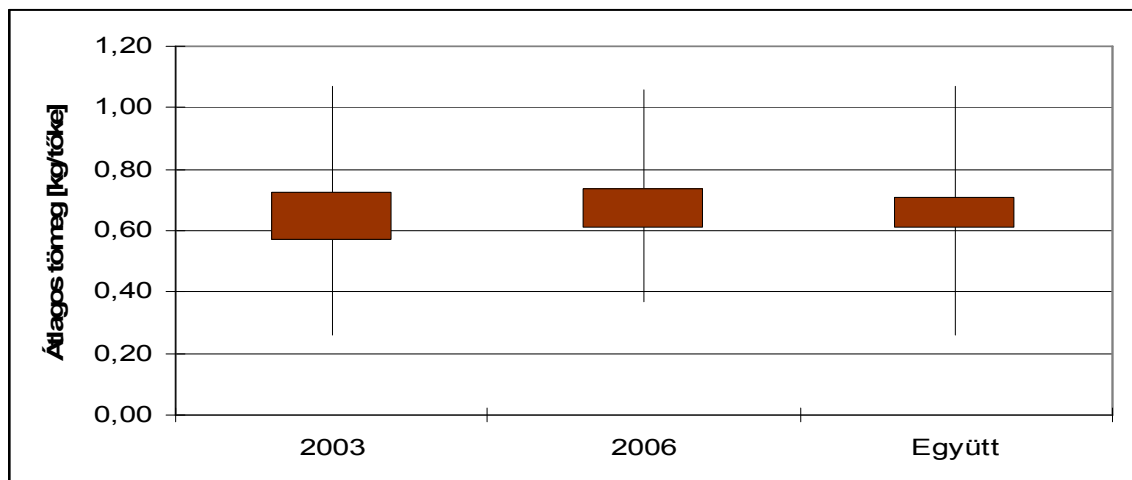
	Jonathan	Mutsu	B.k.-H.-Hd.	Érdi b.	Babygold	Champion	Redhaven	Sunhaven	Sunbeam	Stanley
Átlag	1,78	2,31	7,18	7,43	6,76	7,24	7,62	6,41	7,31	7,74
Szórás	0,83	0,61	1,18	1,25	0,89	0,75	1,21	0,63	0,91	0,83
Legnagyobb	3,40	3,48	9,55	8,96	8,11	8,52	9,41	7,64	8,71	9,01
Legkisebb	0,87	1,50	5,01	5,43	4,61	5,72	4,50	5,12	5,06	6,12
Konfidenciaszint (95%)	0,39	0,28	0,59	0,89	0,42	0,35	0,57	0,30	0,42	0,39
Felső konfidencia-határ	2,17	2,60	7,77	8,32	7,18	7,59	8,19	6,71	7,73	8,12
Alsó konfidencia-határ	1,40	2,03	6,59	6,54	6,34	6,89	7,05	6,11	6,88	7,35



11. ábra. Gyümölcsfanyesedékek tömegadatainak 95%-os konfidencia intervalluma az összesített mérési adatok alapján

35. táblázat: A szőlőfajták tőkére vonatkoztatott tömegének mérési adatai

Év	Minta	Fajta	Tömeg				
			[kg]				
2003	x1	Afuz Ali	0,91				
	x2	Attila	0,31	0,34			
	x3	Cardinal	0,70	0,68			
	x4	Chasselas	0,45	0,54	0,51		
	x5	Boglárka	0,94	0,95			
	x6	Csaba gyöngye	0,67	0,60	0,41		
	x7	Favorit	0,26	0,63	1,07	0,47	0,51
	x8	Irsai Olivér	0,52	0,71	0,61	0,60	
	x9	Pannónia kincse	0,83	0,72	0,43		
	x10	Pölöskei muskotály	0,89	0,42	1,06	0,71	0,64
	x11	Sarolta	0,92	0,96			
	x12	Teréz	0,28	0,76			
2006	x13	Afuz Ali	0,87				
	x14	Attila	0,58	0,63			
	x15	Cardinal	0,95	0,8			
	x16	Chasselas	0,57	0,44	0,42		
	x17	Boglárka	1,02	0,89			
	x18	Csaba gyöngye	0,56	0,68	0,43		
	x19	Favorit	0,72	0,64	0,67	0,78	0,63
	x20	Irsai Olivér	0,42	0,54	0,49	0,37	
	x21	Pannónia kincse	0,77	0,67	0,72		
	x22	Pölöskei muskotály	0,76	0,64	0,83	0,42	0,87
	x23	Sarolta	1,06	0,92			
	x24	Teréz	0,55	0,43			



12. ábra. A szőlő egy tőkére vonatkoztatott átlagos tömegének konfidencia intervalluma a 2003-as, 2006-os és összesített adatok alapján

36. táblázat: A nyesedékek nedves tömegének területegységre számított értékei

Faj	A nyesedék átlagos tömege			Fák száma	Fajlagos nyesedék tömeg		
	Alsó h.	Átlag	Felső h.		Alsó h.	Átlag	Felső.h
	[kg/fa,tőke]				[fa,tőke/ha]	[t/ha]	
Alma	1,8	2,05	2,29	667	1,20	1,37	1,53
Körte	6,59	7,18	7,77	357	2,35	2,56	2,77
Meggy	6,54	7,43	8,32	357	2,33	2,65	2,97
Öszibarack	6,9	7,09	7,28	417	2,88	2,96	3,04
Szilva	7,35	7,74	8,12	357	2,62	2,76	2,90
Szőlő	0,61	0,66	0,71	3333	2,03	2,20	2,37

37. táblázat: A nyesedékek légszáraz tömegének területegységre számított értékei

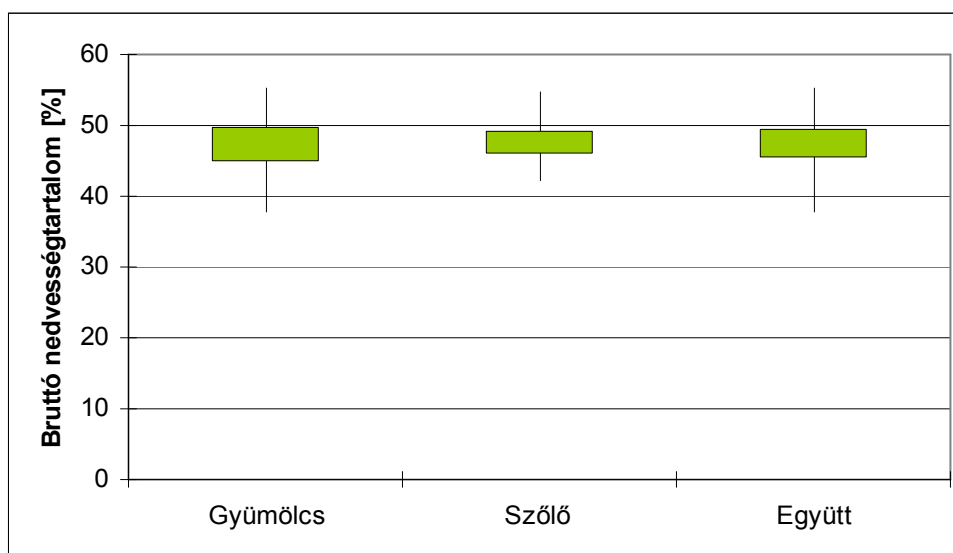
Faj	A nyesedék átlagos tömege			Fák száma	Fajlagos nyesedék tömeg		
	Alsó h.	Átlag	Felső h.		Alsó h.	Átlag	Felső.h
	[kg/fa,tőke]				[fa,tőke/ha]	[t/ha]	
Alma	1,15	1,32	1,47	667	0,77	0,88	0,98
Körte	4,12	4,46	4,86	357	1,47	1,59	1,74
Meggy	4,2	4,78	5,35	357	1,50	1,71	1,91
Öszibarack	4,49	4,61	4,73	417	1,87	1,92	1,97
Szilva	4,75	5	5,25	357	1,70	1,79	1,87
Szőlő	0,39	0,42	0,45	3333	1,30	1,40	1,50

4.2.2. Nedvességtartalom

A szőlő- és gyümölcsfanyesedékek energetikai hasznosításánál a nedvességtartalom nagymértékben befolyásolja a fűtőértéket. A direkt tüzeléssel történő hasznosításnál a nedvességtartalomnak alacsonynak kell lennie, mert ellenkező esetben a hó egy része a fűtőanyagban lévő nedvesség elpárologtatására fordítódik, ami az emisszió és a tüzelőberendezés szempontjából is káros mellékhatásokat okoz. Ezért a gazdaságos és szakszerű tüzelés érdekében célszerű az alapanyagot légszáraz vagy attól szárazabb állapotba hozni és azon tárolni. A gyümölcsfanyesedékek bruttó nedvességtartalmának mért értékeit és statisztikai adatait az **39. táblázat**, a szőlőnyesedékekét a **40. táblázat** tartalmazza. A **14. ábrán** a gyümölcsfa fajokra, a **15. ábrán** a szőlőfajokra, míg a **38-táblázatban** és a **13. ábrán** az összesített jellemző nedvességtartalom minimális, maximális értékei (függőleges fekete vonal végpontjai) és interkvartilis terjedelme (zöld terület) láthatók.

38. táblázat: Szőlő- és gyümölcsfafajok nedvességtartalmának statisztikai adatai [%]

Jellemzők	Gyümölcsfanyesedék	Szőlővenyige	Együtt
Átlag	47,1	47,7	47,4
Szórás	3,4	2,5	3,0
Felső kvartilis	49,6	49,3	49,5
Alsó kvartilis	44,8	45,9	45,4
Maximum	55,2	54,8	55,2
Minimum	37,9	42,2	37,9



13. ábra. Szőlő- és gyümölcsfanyesedékek nedvességtartalmának összesített statisztikai jellemzői

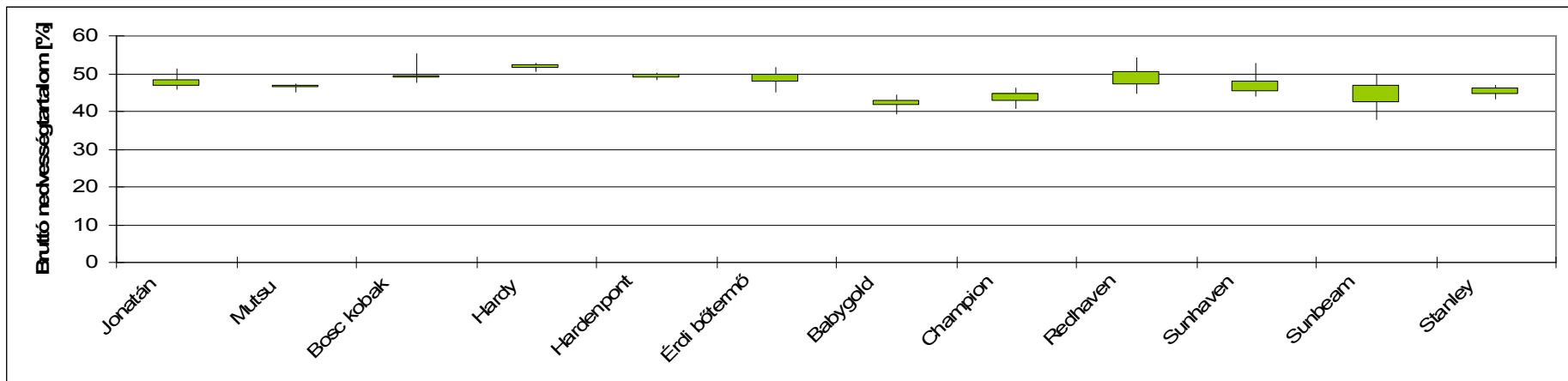
Az adatokból és az ábrából látható, hogy statisztikailag ugyan a fajták nedvességtartalma szignifikáns különbséget mutat, de technológiai szempontból mégis egységesnek tekinthető, mivel többszörösen meghaladja a gazdaságos tüzelés feltételének elfogadott légszáraz állapotra vonatkozó $w=18\%$ -ot. Ezen adatok ismeretében megállapítom, hogy a szőlő és gyümölcsfa nyesedékek nedvességtartalma metszéskor fajtától függetlenül olyan magas, hogy közvetlenül metszés után, szárítás nélkül tüzelésre nem alkalmas.

39. táblázat: Gyümölcsfa nyesevégek bruttó nedvességtartalmának mérési és statisztikai adatai

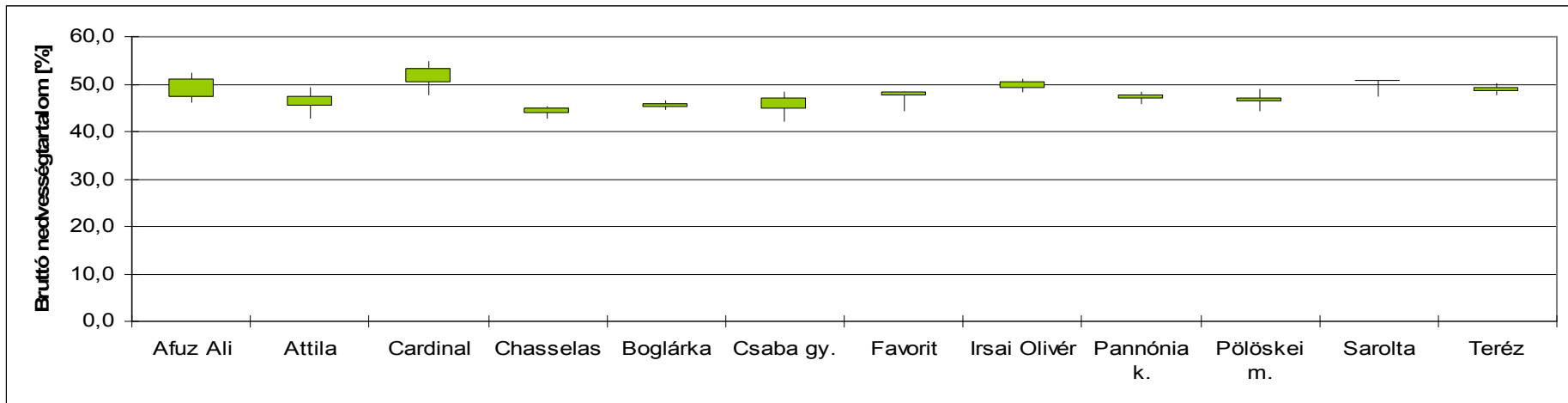
Minta	Alma		Körte			Meggy	Őszibarack					Szilva
	Jonatán	Mutsu	Bosc k.	Hardy	Hardenpont	Érdi b.	Babygold	Champion	Redhaven	Sunhaven	Sunbeam	Stanley
[%]												
x ₁	46,4	45,1	47,5	52,6	49,3	48,7	44,4	46,2	54,3	52,6	49,7	47,1
x ₂	46,7	45,7	48,8	51,4	50,0	47,4	43,5	45,9	53,3	50,0	49,0	45,7
x ₃	45,8	46,2	49,4	51,7	48,6	45,9	42,5	42,5	49,5	48,2	47,1	46,2
x ₄	47,9	47,1	49,1	51,9	48,7	51,0	43,2	43,8	50,7	47,1	44,8	45,7
x ₅	48,7	47,4	49,4	52,3	50,3	49,7	42,2	44,1	48,2	45,4	44,8	44,8
x ₆	47,0	47,1	48,1	50,5	48,3	49,7	41,9	44,8	47,9	46,2	43,5	47,1
x ₇	46,8	47,1	49,6	52,4	49,7	48,5	42,2	42,5	46,8	45,9	46,5	44,4
x ₈	46,4	47,1	49,5	50,4	49,7	51,5	41,5	40,8	45,7	45,1	41,9	43,8
x ₉	50,3	46,5	55,2	52,6	48,4	50,0	40,8	44,1	47,1	44,8	41,2	43,2
x ₁₀	51,4	46,5	52,8	52,7	50,2	45,1	39,4	42,2	44,8	43,8	37,9	44,4
Statisztikai adatok												
Átlag	47,7	46,6	49,9	51,8	49,3	48,7	42,2	43,7	48,8	46,9	44,6	45,2
Szórás	1,9	0,7	2,3	0,8	0,8	2,1	1,4	1,7	3,1	2,7	3,7	1,3
Legnagyobb	51,4	47,4	55,2	52,7	50,3	51,5	44,4	46,2	54,3	52,6	49,7	47,1
Legkisebb	45,8	45,1	47,5	50,4	48,3	45,1	39,4	40,8	44,8	43,8	37,9	43,2
Alsó kvartilis	46,5	46,3	48,9	51,5	48,6	47,6	41,6	42,5	46,9	45,1	42,3	44,4
Felsőkvartilis	48,5	47,1	49,6	52,5	49,9	49,9	43,0	44,6	50,4	47,9	46,9	46,1

40. táblázat: Szőlőnyesedékek bruttó nedvességtartalmának mérési és statisztikai adatai

Minta	Afuz A.	Attila	Cardinal	Chasselas	Boglárka	Csaba gy.	Favorit	Irsai O.	Pann. k.	Pölös. m.	Sarolta	Teréz
	[%]											
x ₁	51,0	42,9	47,6	43,5	45,1	43,5	47,6	48,2	47,1	46,2	47,4	48,5
x ₂	51,2	46,8	50,0	42,9	45,9	44,4	48,5	51,2	47,1	46,2	50,7	48,7
x ₃	52,4	49,2	51,0	44,8	46,2	42,2	48,5	50,5	45,9	46,5	50,5	49,0
x ₄	46,2	44,4	53,1	45,1	46,5	46,2	48,2	49,5	47,6	44,4	50,7	50,0
x ₅	51,5	46,2	53,3	44,4	45,9	47,4	47,9	50,2	48,5	48,5	50,5	49,5
x ₆	49,2	45,7	53,5	45,1	45,4	46,8	47,9	48,5	47,9	47,4	50,5	50,2
x ₇	47,6	45,7	50,7	43,5	45,1	48,2	48,2	50,0	47,6	49,0	50,7	47,9
x ₈	49,2	47,6	51,5	45,1	45,1	48,2	45,9	51,2	47,1	45,9	50,7	47,6
x ₉	46,8	47,9	54,8	45,4	45,1	45,7	44,4	49,0	46,5	45,1	50,5	48,2
x ₁₀	46,5	45,1	49,2	43,8	44,8	46,8	47,4	49,0	46,5	46,2	50,7	48,2
Statisztikai adatok												
Átlag	49,2	46,2	51,5	44,3	45,5	45,9	47,5	49,7	47,2	46,5	50,3	48,8
Szórás	2,3	1,8	2,2	0,9	0,6	2,0	1,3	1,1	0,7	1,4	1,0	0,9
Legnagyobb	52,4	49,2	54,8	45,4	46,5	48,2	48,5	51,2	48,5	49,0	50,7	50,2
Legkisebb	46,2	42,9	47,6	42,9	44,8	42,2	44,4	48,2	45,9	44,4	47,4	47,6
Alsó kvartilis	47,0	45,2	50,2	43,6	45,1	44,7	47,4	49,0	46,7	46,0	50,5	48,2
Felső kvartilis	51,2	47,4	53,2	45,1	45,9	47,2	48,2	50,4	47,6	47,2	50,7	49,4



14. ábra. Gyümölcsfanyesedékek bruttó nedvességtartalmának minimum, maximum értékei és interkvartilis terjedelme



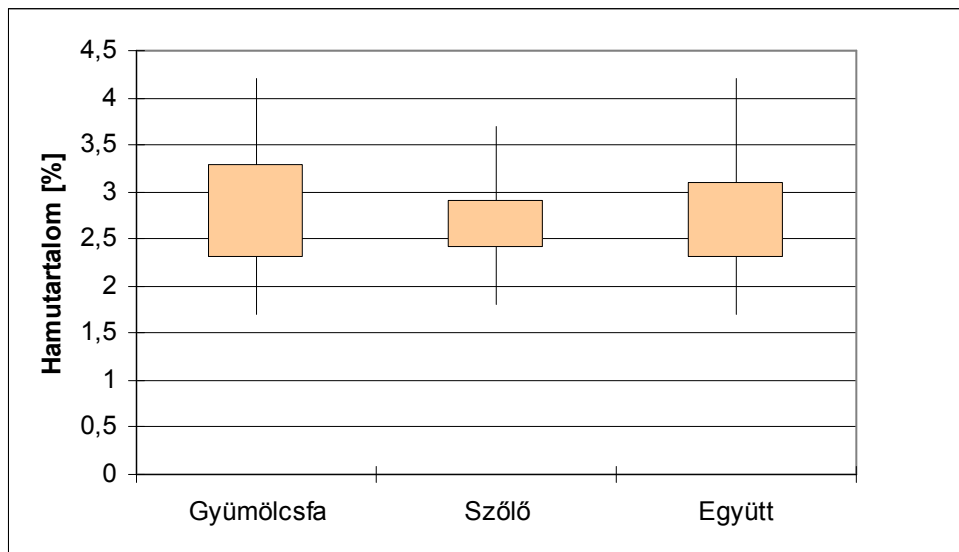
15. ábra. Szőlőnyesedékek bruttó nedvességtartalmának minimum, maximum értékei és interkvartilis terjedelme

4.2.3. Hamutartalom

A szőlő- és gyümölcsfanyesedékek hamutartalmának mért értékeit és statisztikai adatait a **42-43. táblázat** tartalmazza, minimum, maximum értékeit és interkvartilis terjedelmét a **17-18. ábra** szemlélteti. Az összesített adatok a 41. táblázatban, jellemzőik a **16. ábrán** láthatók.

41. táblázat: Szőlő- és gyümölcsfanyesedékek hamutartalmának összesített statisztikai adatai

Statisztikai adatok	Gyümölcsfa	Szőlő	Együtt
Átlag	2,8	2,6	2,7
Szórás	0,6	0,4	0,5
Maximum	4,2	4,2	4,2
Minimum	1,7	1,7	1,7
Felső kvartilis	2,9	3,1	2,9
Alsó kvartilis	2,4	2,3	2,4



16. ábra. Szőlő- és gyümölcsfanyesedékek hamutartalmának összesített statisztikai jellemzői

Az adatokat vizsgálva megállapítható, hogy a fajták hamutartalma statisztikailag szignifikáns különbséget mutat, ennek ellenére a nyesedékek technológiai szempontból homogénnek tekinthetők, amit az **16. ábra** szemléltet. Az adatok ismeretében

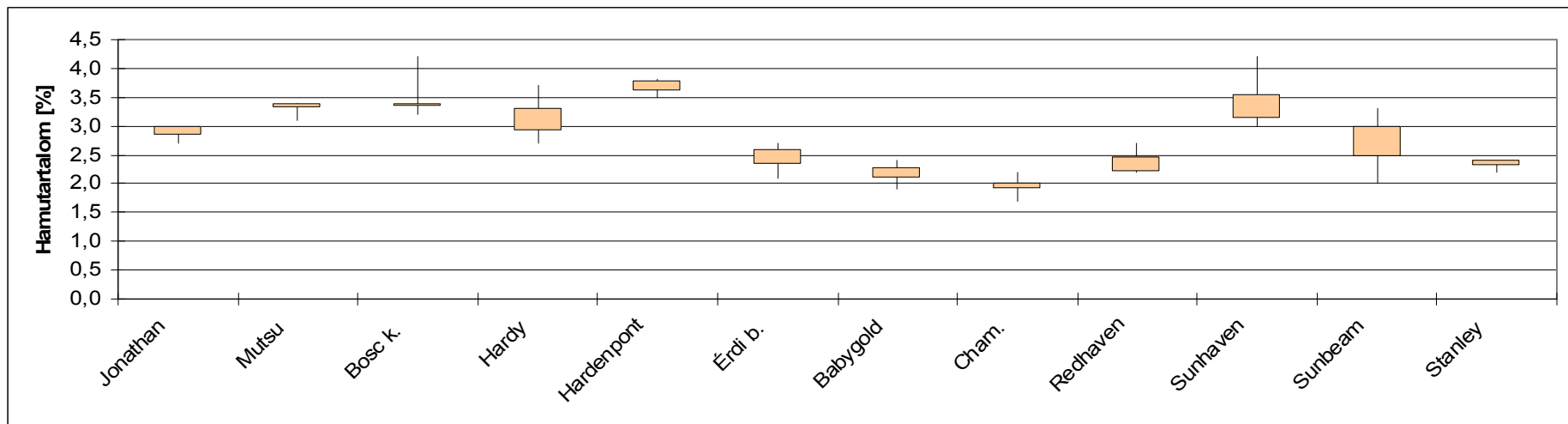
megállapítom, hogy direkt tüzelés esetén a szőlő- és gyümölcsfa nyesedékek azonos berendezéssel és technológiával hasznosíthatók.

42. táblázat: Gyümölcsfanyesedékek hamutartalmának mérési és statisztikai adatai

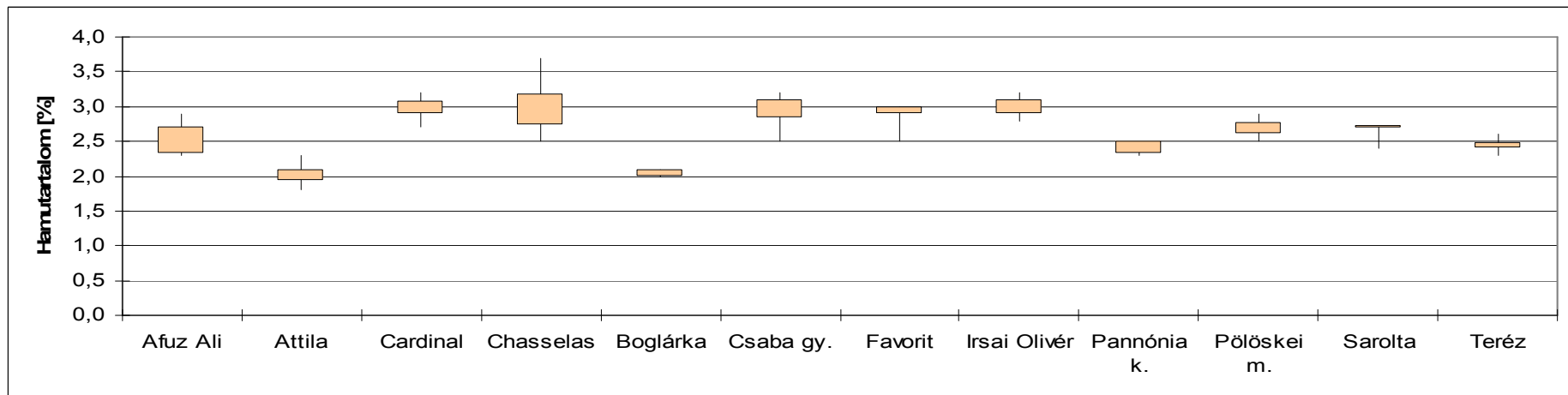
Minta	Alma		Körte			Meggy	Őszibarack					Szilva
	Jon.	Mut.	Bosc k.	Hardy	Hard.	Érdi b.	Babyg.	Cham.	Red.	Sunh.	Sunbeam	Stanley
	[%]											
x ₁	2,9	3,3	3,9	2,8	3,8	2,1	1,9	1,8	2,7	3	2	2,4
x ₂	2,7	3,2	3,3	2,9	3,8	2,3	2,3	2,1	2,2	3,8	3,2	2,3
x ₃	2,9	3,3	3,4	3	3,6	2,2	2,2	1,9	2,2	3,6	3	2,3
x ₄	2,8	3,1	3,2	2,7	3,7	2,5	2,4	2,2	2,2	4,2	3,3	2,4
x ₅	2,9	3,4	3,4	3,3	3,8	2,6	2,2	2	2,5	3,2	2,7	2,4
x ₆	3	3,4	3,3	3,4	3,5	2,6	2,1	2	2,3	3,3	2,6	2,2
x ₇	2,8	3,4	3,4	3	3,7	2,4	2,2	1,9	2,2	3,4	3	2,4
x ₈	3	3,4	3,4	3,1	3,7	2,7	2,1	1,7	2,2	3,1	2,4	2,2
x ₉	3	3,3	4,2	3,7	3,5	2,4	2,1	2	2,6	3,1	2,3	2,4
x ₁₀	3	3,4	3,4	3,3	3,6	2,7	2,3	2	2,4	3,4	2,7	2,3
Statisztikai adatok												
Átlag	2,9	3,3	3,5	3,1	3,7	2,5	2,2	2,0	2,4	3,4	2,7	2,3
Szórás	0,1	0,1	0,3	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,4	0,4	0,1
Maximum	3,0	3,4	4,2	3,7	3,8	2,7	2,4	2,2	2,7	4,2	3,3	2,4
Minimum	2,7	3,1	3,2	2,7	3,5	2,1	1,9	1,7	2,2	3,0	2,0	2,2
Alsó kvartilis	2,8	3,3	3,3	2,9	3,6	2,3	2,1	1,9	2,2	3,1	2,5	2,3
Felső kvartilis	3,0	3,4	3,4	3,3	3,8	2,6	2,3	2,0	2,5	3,6	3,0	2,4

43. táblázat: Szőlőnyesedékek hamutartalmának mérési és statisztikai adatai

Minta	Afuz Ali	Attila	Cardinal	Chasselas	Boglárka	Csaba gy.	Favorit	Irsai O.	Pannónia k.	Pölöskei m.	Sarolta	Teréz
x ₁	2,3	1,9	2,9	2,5	2	3,1	2,9	2,9	2,3	2,6	2,7	2,4
x ₂	2,7	2,1	3	3,6	2,1	2,8	3	3,2	2,4	2,6	2,7	2,4
x ₃	2,9	2,3	3,1	3,1	2,1	2,5	3	3,1	2,3	2,7	2,7	2,4
x ₄	2,7	1,8	3,2	3,7	2	2,7	2,9	2,8	2,4	2,6	2,4	2,4
x ₅	2,8	2	2,9	2,9	2,1	3,1	2,9	3,1	2,5	2,9	2,7	2,5
x ₆	2,6	2	3,2	2,9	2	3,1	2,9	2,8	2,5	2,8	2,7	2,6
x ₇	2,4	2	2,9	2,7	2	3,2	3	3	2,5	2,9	2,7	2,3
x ₈	2,5	2,1	2,8	2,6	2	3,2	2,7	3,2	2,4	2,6	2,7	2,3
x ₉	2,3	2,2	2,7	2,8	2	2,9	2,5	2,9	2,3	2,5	2,7	2,4
x ₁₀	2,3	1,9	3	3,2	2,1	3	3	3	2,5	2,5	2,7	2,5
Statisztikai adatok												
Átlag	2,6	2,0	3,0	3,0	2,0	3,0	2,9	3,0	2,4	2,7	2,7	2,4
Szórás	0,2	0,1	0,2	0,4	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Maximum	2,9	2,3	3,2	3,7	2,1	3,2	3,0	3,2	2,5	2,9	2,7	2,6
Minimum	2,3	1,8	2,7	2,5	2,0	2,5	2,5	2,8	2,3	2,5	2,4	2,3
Alsó kvartilis	2,3	1,9	2,9	2,7	2,0	2,8	2,9	2,9	2,3	2,6	2,7	2,4
Felső kvartilis	2,7	2,1	3,1	3,2	2,1	3,1	3,0	3,1	2,5	2,8	2,7	2,5



17. ábra. Gyümölcsfanyesedékek hamutartalmának minimum, maximum értékei és interkvartilis terjedelme



18. ábra. Szőlőnyesedékek hamutartalmának minimum, maximum értékei és interkvartilis terjedelme

4.2.4. Égéshő és fűtőérték

A vizsgált szőlő- és gyümölcsfanyesedékek égéshőjének mérését az FVM MGI Energetikai Vizsgáló-laboratóriumában végeztem el. Az égéshő mért értékeit, a fajták légszáraz állapotra átszámított fűtőértéit, a fajokra vonatkoztatott átlagait valamint az adatok statisztikai jellemzőit a **44. táblázat** foglalja össze.

Az égéshő adatait elemezve megállapítható, hogy az interkvartililis terjedelem kicsi: 3,1 %, az átlagtól való eltérés maximális értéke pedig nem haladja meg a 3 %-ot, ami alapján kijelenthető, hogy a vizsgált szőlő- és gyümölcsfanyesedékek tüzeléstechnikai szempontból, fajtól és fajtától függetlenül homogénnek tekinthetők.

44. táblázat: A vizsgált fajok, fajták égéshő, fűtőérték adatai és statisztikai jellemzői

Faj	Fajta	Fajta		Fajok átlaga
		H _o	H _u	
Alma	Jonathan	18,270	13,958	13,991
	Mutsu	18,349	14,025	
Körte	Bosch Kobak	18,466	14,123	14,123
	Hardenpont	18,627	14,260	
	Hardy vajkörte	18,304	13,986	
Meggy	Érdi bőtermő	18,799	14,406	14,406
Őszibarack	Babygold	18,977	14,557	14,663
	Champion	19,469	14,974	
	Redhaven	18,921	14,509	
	Sunhaven	19,220	14,763	
	Sunbeam	18,924	14,512	
Szilva	Stanley	18,955	14,538	14,538
Szőlő	Attila	18,424	14,088	13,977
	Boglárka	18,162	13,866	
Statisztikai adatok				
Átlag		18,70	14,33	14,28
Szórás		0,39	0,33	0,29
Minimum		18,16	13,87	13,98
Maximum		19,47	14,97	14,66
Alsó kvartilis		18,37	14,04	14,02
Felső kvartilis		18,95	14,53	14,51

Jelmagyarázat: H_o – égéshő, H_u – fűtőérték légszáraz állapotban

Megjegyzés: az égéshő mérése az FVM MGI Energetikai Vizsgáló-laboratóriumában történt

4.2.5. Legnagyobb átmérő

A nyesedékek aprítással történő hasznosításánál a megfelelő gép kiválasztásához alapadat az aprítandó fa legnagyobb átmérője. Bár a vizsgálat kezdetekor is valószínűsíthető volt, hogy ez az adat nem fog a gépkiválasztásnál korlátot jelenteni, a biztonság kedvéért belekerült a vizsgált jellemzők körébe. A mérés után egyértelművé vált, hogy az aprítógép kiválasztásánál a nyesedékek átmérője nem jelent korlátot, de tájékoztató adatként benne hagytam a dolgozatban, mivel adott fajta felhasználásánál hasznos, tájékoztató és összehasonlító értékeként szolgálhatnak a felhasználók számára. A vizsgált fajták nyesedékének legnagyobb átmérőit a **45. táblázat** tartalmazza.

45. táblázat: A vizsgált fajták nyesedékének legnagyobb átmérője

Faj	Fajta	Legnagyobb átmérő [mm]
Almafa	Jonathan	23
	Mutsu	38
Körtefa	Bosc Kobak	28
	Hardenpont	30
	Hardy vajkörte	31
Meggyfa	Érdi bőtermő	36
Ószibarackfa	Babygold	45
	Champion	86
	Redhaven	72
	Sunhaven	43
	Sunbeam	64
Szilvafa	Stanley	40
Szőlő	Afuz Ali	10
	Attila	8
	Cardinál	8
	Chasselas	8
	Boglárka	9
	Csaba gyöngye	7
	Favorit	10
	Irsai Olivér	7
	Pannónia kincse	10
	Pölöskei muskotály	9
	Sarolta	8
	Teréz	9

4.4. A vizsgált térségben évente képződő fás bio-tüzelőanyagok-mennyisége és energiatartalma

4.4.1. A vizsgált térségben évente képződő nyesedékek-mennyisége és energiatartalma

46. táblázat: Almafa-nyesedék potenciálja és energiataralma a vizsgált térségben

Település	Termőterület	Összes fa ¹	A nyesedék tömege ²			A nyesedék energiataralma ²		
			Minimum	Átlag	Maximum	Minimum	Átlag	Maximum
	[ha]	[db]	[t]			[GJ]		
Álmosd	14,2	9471	10,9	12,5	13,9	153	174	195
Bagamér	0,3	200	0,2	0,3	0,3	3	4	4
Bocskaikert	104,0	69341	80,1	91,2	101,9	1120	1276	1425
Debrecen	363,8	242668	280,2	319,1	356,5	3920	4465	4987
Fülöp	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0	0
Hajdúbagos	8,7	5803	6,7	7,6	8,5	94	107	119
Hajdúhadház	442,2	294941	340,5	387,8	433,3	4765	5426	6062
Hajdúsámson	85,1	56788	65,6	74,7	83,4	917	1045	1167
Hajdúszovát	1,3	894	1,0	1,2	1,3	14	16	18
Hosszúpályi	0,2	133	0,2	0,2	0,2	2	2	3
Kokad	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0	0
Létavértes	0,4	240	0,3	0,3	0,4	4	4	5
Mikepércs	5,3	3535	4,1	4,6	5,2	57	65	73
Monostorpályi	0,2	113	0,1	0,1	0,2	2	2	2
Nagyhegyes	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0	0
Nyírábrány	18,1	12086	14,0	15,9	17,8	195	222	248
Nyíracsad	258,6	172466	199,1	226,8	253,3	2786	3173	3545
Nyíradony	359,5	239760	276,8	315,3	352,2	3873	4411	4928
Nyírmártonfalva	30,9	20610	23,8	27,1	30,3	333	379	424
Sáránd	60,5	40354	46,6	53,1	59,3	652	742	829
Téglás	0,5	313	0,4	0,4	0,5	5	6	6
Újléta	7,0	4669	5,4	6,1	6,9	75	86	96
Vámospércs	9,9	6597	7,6	8,7	9,7	107	121	136
Összesen	1770,6	1180984	1363,6	1553,0	1734,8	19078	21728	24272

¹Hektáronkénti fa: 667 db; ²Légszáraz állapotban

47. táblázat: Körtefa-nyesedék potenciálja és energiatartalma a vizsgált térségben

Település	Termőterület	Összes fa ¹	A nyesedék tömege ²			A nyesedék energiatartalma ²		
			Minimum	Átlag	Maximum	Minimum	Átlag	Maximum
	[ha]	[db]	[t]			[GJ]		
Álmosd		0	0	0	0	0	0	0
Bagamér		0	0	0	0	0	0	0
Bocskaikert	0,9	614	3	3	3	36	39	42
Debrecen	19,9	13293	55	60	65	774	843	913
Fülöp		0	0	0	0	0	0	0
Hajdúbagosa	0,6	380	2	2	2	22	24	26
Hajdúhadház	0,6	374	2	2	2	22	24	26
Hajdúsámson		0	0	0	0	0	0	0
Hajdúszovát	0,2	107	0	0	1	6	7	7
Hosszúpályi	1,0	667	3	3	3	39	42	46
Kokad		0	0	0	0	0	0	0
Létavértes		0	0	0	0	0	0	0
Mikepércs		0	0	0	0	0	0	0
Monostorpályi		0	0	0	0	0	0	0
Nagyhegyes		0	0	0	0	0	0	0
Nyírábrány	21,8	14541	60	65	71	847	922	998
Nyíracsa		0	0	0	0	0	0	0
Nyíradony		0	0	0	0	0	0	0
Nyírmártonfalva		0	0	0	0	0	0	0
Sáránd	0,2	107	0	0	1	6	7	7
Téglás	0,3	213	1	1	1	12	14	15
Újléta	0,2	100	0	0	0	6	6	7
Vámospercs		0	0	0	0	0	0	0
Összesen	45,6	30395	125	137	148	1770	1928	2087

¹Hektáronkénti fa: 357 db; ²Légszáraz állapotban

48. táblázat: Meggyfa-nyesedék potenciálja és energiatartalma a vizsgált térségben

Település	Termőterület	Összes fa ¹	A nyesedék tömege ²			A nyesedék energiatartalma ²		
			Minimum	Átlag	Maximum	Minimum	Átlag	Maximum
			[ha]	[db]	[t]			[GJ]
Álmosd	0,8	286	1	1	2	17	20	22
Bagamér	0,2	75	0	0	0	5	5	6
Bocskaikert	20,0	7126	30	34	38	431	490	549
Debrecen	85,2	30416	128	145	163	1842	2092	2343
Fülöp		0	0	0	0	0	0	0
Hajdúbagos	1,2	425	2	2	2	26	29	33
Hajdúhadház	46,9	16743	70	80	90	1014	1152	1290
Hajdúsámson	0,4	157	1	1	1	10	11	12
Hajdúszovát		0	0	0	0	0	0	0
Hosszúpályi	0,9	314	1	2	2	19	22	24
Kokad		0	0	0	0	0	0	0
Létavértes	0,4	125	1	1	1	8	9	10
Mikepércs		0	0	0	0	0	0	0
Monostorpályi		0	0	0	0	0	0	0
Nagyhegyes		0	0	0	0	0	0	0
Nyírábrány	0,4	129	1	1	1	8	9	10
Nyíracsád	12,2	4366	18	21	23	264	300	336
Nyíradony		0	0	0	0	0	0	0
Nyírmártonfalva	1,0	357	2	2	2	22	25	27
Sáránd		0	0	0	0	0	0	0
Téglás		0	0	0	0	0	0	0
Újléta	0,6	214	1	1	1	13	15	16
Vámospércs	3,4	1203	5	6	6	73	83	93
Összesen	173,5	61936	260	296	331	3750	4261	4771

¹Hektáronkénti fa: 357 db; ²Légszáraz állapotban

49. táblázat: Ősibarackfa-nyesedék potenciálja és energiatartalma a vizsgált térségben

Település	Termőterület	Összes fa ¹	A nyesedék tömege ²			A nyesedék energiatartalma ²		
			Minimum	Átlag	Maximum	Minimum	Átlag	Maximum
	[ha]	[db]	[t]			[GJ]		
Álmosd	0,8	333	1	2	2	22	22	23
Bagamér		0	0	0	0	0	0	0
Bocskaikert	2,5	1052	5	5	5	69	71	73
Debrecen	51,0	21204	95	98	100	1394	1433	1471
Fülöp		0	0	0	0	0	0	0
Hajdúbagos	2,8	1161	5	5	5	76	78	81
Hajdúhadház	9,9	4118	18	19	19	271	278	286
Hajdúsámson	0,4	150	1	1	1	10	10	10
Hajdúszovát		0	0	0	0	0	0	0
Hosszúpályi	0,6	250	1	1	1	16	17	17
Kokad	0,2	67	0	0	0	4	4	5
Létavértes	0,4	154	1	1	1	10	10	11
Mikepércs	1,0	416	2	2	2	27	28	29
Monostorpályi	0,3	133	1	1	1	9	9	9
Nagyhegyes		0	0	0	0	0	0	0
Nyírábrány	2,3	944	4	4	4	62	64	66
Nyíracsád	4,7	1943	9	9	9	128	131	135
Nyíradony		0	0	0	0	0	0	0
Nyírmártonfalva		0	0	0	0	0	0	0
Sáránd	0,9	366	2	2	2	24	25	25
Téglás	0,3	104	0	0	0	7	7	7
Újléta		0	0	0	0	0	0	0
Vámospércs	0,1	58	0	0	0	4	4	4
Összesen	78,0	32452	146	150	154	2134	2193	2252

¹Hektáronkénti fa: 417 db; ²Légszár az állapotban

50. táblázat: Szilvafa-nyesedék potenciálja és energiatartalma a vizsgált térségben

Település	Termőterület	Összes fa ¹	A nyesedék tömege ²			A nyesedék energiatartalma ²		
			Minimum	Átlag	Maximum	Minimum	Átlag	Maximum
	[ha]	[db]	[t]			[GJ]		
Álmosd		0	0	0	0	0	0	0
Bagamér	0,2	54	0	0	0	4	4	4
Bocskaikert	3,6	1285	6	6	7	89	93	98
Debrecen	81,1	28946	138	145	152	1999	2105	2209
Fülöp		0	0	0	0	0	0	0
Hajdúbagos		0	0	0	0	0	0	0
Hajdúhadház	4,7	1671	8	8	9	115	122	127
Hajdúsámson		0	0	0	0	0	0	0
Hajdúszovát	0,7	257	1	1	1	18	19	20
Hosszúpályi	0,7	236	1	1	1	16	17	18
Kokad		0	0	0	0	0	0	0
Létavértes	0,2	57	0	0	0	4	4	4
Mikepércs	1,7	621	3	3	3	43	45	47
Monostorpályi		0	0	0	0	0	0	0
Nagyhegyes		0	0	0	0	0	0	0
Nyírábrány		0	0	0	0	0	0	0
Nyíracsád	4,3	1517	7	8	8	105	110	116
Nyíradony	17,8	6337	30	32	33	438	461	483
Nyírmártonfalva	41,5	14805	70	74	78	1022	1077	1130
Sáránd		0	0	0	0	0	0	0
Téglás	3,5	1250	6	6	7	86	91	95
Újléta	2,3	821	4	4	4	57	60	63
Vámospércs	0,9	328	2	2	2	23	24	25
Összesen	163,0	58184	276	291	305	4018	4232	4439

¹Hektáronkénti fa: 357 db; ²Légszáraz állapotban

51. táblázat: Szőlő-nyesedék potenciálja és energiatartalma a vizsgált térségben

Település	Termőterület	Összes tőke ¹	A nyesedék tömege ²			A nyesedék energiatartalma ²		
			Minimum	Átlag	Maximum	Minimum	Átlag	Maximum
			[ha]	[db]	[t]			[GJ]
Álmosd	4	13332	5	6	6	72	78	84
Bagamér	1	3333	1	1	2	18	20	21
Bocskaikert	0	0	0	0	0	0	0	0
Debrecen	39	129987	51	55	59	707	765	823
Fülöp	21	69993	27	29	32	381	412	443
Hajdúbagos	42	139986	54	59	63	761	824	886
Hajdúhadház	48	159984	62	67	72	870	941	1013
Hajdúsámson	9	29997	12	13	14	163	176	190
Hajdúszovát	0	0	0	0	0	0	0	0
Hosszúpályi	1	3333	1	1	2	18	20	21
Kokad	0	0	0	0	0	0	0	0
Létavértes	13	43329	17	18	20	236	255	274
Mikepércs	1	3333	1	1	2	18	20	21
Monostorpályi	118	393294	153	166	178	2139	2314	2489
Nagyhegyes	0	0	0	0	0	0	0	0
Nyírábrány	22	73326	29	31	33	399	431	464
Nyíracsád	20	66660	26	28	30	362	392	422
Nyíradony	99	329967	128	139	149	1794	1941	2088
Nyírmártonfalva	3	9999	4	4	5	54	59	63
Sáránd	2	6666	3	3	3	36	39	42
Téglás	1	3333	1	1	2	18	20	21
Újléta	1	3333	1	1	2	18	20	21
Vámospércs	60	199980	78	84	91	1087	1177	1266
Összesen	505	1683165	655	709	762	9153	9903	10653

¹Hektáronkénti tőke: 3333 db; ²Légszáraz állapotban

52. táblázat: A vizsgált települések bio-tüzelőanyag potenciálja és energiatartalma

Települések	Tömeg ¹				Energiatartalom			
	[t]				[GJ]			
	Erdei hulladék	Tüzifa	Nyessedék	Együtt	Erdei hulladék	Tüzifa	Nyessedék	Együtt
Álmosd	183	329	21	533	2,4	4,4	0,4	7,2
Bagamér	791	1424	2	2217	10,6	19,1	0,0	29,7
Bocskaikert	112	201	139	452	1,5	2,7	2,7	6,9
Debrecen	5851	10532	821	17205	78,4	141,1	16,6	236,1
Fülöp	839	1510	29	2378	11,2	20,2	0,5	32,0
Hajdúbagos	362	652	76	1090	4,9	8,7	1,3	14,9
Hajdúhadház	1050	1890	564	3505	14,1	25,3	10,1	49,6
Hajdúsámson	625	1124	89	1838	8,4	15,1	1,5	24,9
Hajdúszovát	43	77	3	122	0,6	1,0	0,1	1,7
Hosszúpályi	483	870	8	1361	6,5	11,7	0,2	18,3
Kokad	143	257	0	400	1,9	3,4	0,0	5,4
Létavértes	708	1275	20	2004	9,5	17,1	0,3	26,9
Mikepércs	168	302	11	481	2,3	4,1	0,2	6,5
Monostorpályi	676	1217	166	2059	9,1	16,3	2,8	28,1
Nagyhegyes	105	190	0	295	1,4	2,5	0,0	4,0
Nyírábrány	924	1663	117	2704	12,4	22,3	1,8	36,5
Nyíracsád	1491	2684	292	4468	20,0	36,0	5,1	61,1
Nyíradony	1376	2477	486	4339	18,4	33,2	8,5	60,2
Nyírmártonfalva	1220	2196	107	3523	16,3	29,4	2,8	48,5
Sáránd	37	67	58	162	0,5	0,9	1,0	2,4
Téglás	313	563	10	885	4,2	7,5	0,2	12,0
Újléta	331	597	13	941	4,4	8,0	0,3	12,7
Vámospércs	843	1517	101	2460	11,3	20,3	1,7	33,4
Összesen	18674	33614	3134	55423	250,2	450,4	58,1	758,8

¹Légszáraz állapotban

4.4.2. A vizsgált térségben évente képződő erdészeti produktum mennyisége és energiatartalma

Az erdészeti biomassa településenkénti meghatározásához nem álltak rendelkezésre országos adatok, így a felméréshez az ÁESZ Debreceni Igazgatóságának adatbázisát és munkatársainak segítségét használtam fel. Hajdú-Bihar megye fafaj összetételét és területi adatait az **53. táblázat** tartalmazza.

A megyében honos és meghonosodott fafajokat vizsgálva megállapítható, hogy a legnagyobb területtel az akác rendelkezik, amit a tölgy követ. Jelentős állománnyal rendelkezik még a nyár és a fenyő.

53. táblázat: Hajdú-Bihar megye fafaj összetétele

Fafaj	Terület [ha]	Megoszlás [%]
Tölgy	15515,6	25,6
Cser	67,3	0,1
Gyertyán	12,5	
Akác	23962,9	39,7
Egyéb kemény lombos	2518,3	4,1
Nyár	9772,9	16,2
Egyéb lágy lombos	1105,8	1,8
Fenyő	7456,5	12,3

Forrás: *ÁESZ, 2002*

A termőhelyi viszonyokat az átlagos fatermés mennyiségével lehet szemléltetni, melynek adatai a **54. táblázatban** láthatók. Az adatokból kiderül, hogy a megyében az átlagos fatermés mennyisége a termőhelyi adottságokból adódóan mindössze 82 %-a az országos átlagnak. A területre jellemző fafajok sűrűségi és területi eloszlásának adatait a **55. táblázat** tartalmazza. A vizsgált területen a kitermelhető fa mintegy 68 %-át a kemény lombos fajták alkotják, ezen belül az akác 49 %-os részesedéssel meghatározó.

54. táblázat: Fontosabb erdei fafajaink jellemző fatermés mennyisége termőhelytől függően, vágásérettégi korban

Fafaj	Kor [év]	A fatermés mennyisége [m ³ /ha]			HBm-i átlag
		Jó	Közepes	Gyenge	[m ³ /ha]
Tölgy	100	607	438	247	305
Cser	60	445	282	139	287
Gyertyán	60	349	213	102	233
Akác	32	463	253	103	197
Nyár	30-40	682	416	198	207
Fenyő	60-70	575	382	211	325

Forrás: MOLNÁR, 2000
 ÁESZ, 2002

Energetikai szempontból ez kedvező, mivel az akác azon kevés fafaj közé tartozik, amely élőnedvesen is tüzelhető, a nagy sűrűség és viszonylag alacsony nedvességtartalom miatt

55. táblázat: A területre jellemző fafajok sűrűségi és megoszlási adatai

Fafaj	Absz száraz sűrűség [g/cm ³]	Légszáraz sűrűség [g/cm ³]	Átlagos sűrűség (légszáraz) [g/cm ³]	Fafajok megoszlása a vizsgált térségben [%]
Tölgy	0,39...0,93	0,43...0,96	0,7	18,8
Akác	0,54...0,87	0,58...0,9	0,7	49,0
Nyár	0,37...0,52	0,41...0,56	0,5	15,9
Fenyő	0,3...0,86	0,33...0,89	0,6	13,5

Forrás: MOLNÁR, 2000
 ÁESZ, 2002

56. táblázat: A vizsgált térség erdősültsége és a jellemző fafajok területi adatai [ha]

Település	Tölgy	Cser	Bükk	Gyertyán	EKL*	Akác	Nyár	ELL**	Fenyő	Összesen
Álmosd	29,8	0,0	0,0	0,0	1,3	267,6	50,8	0,0	87,5	437,0
Bagamér	444,4	0,0	0,0	0,0	15,0	1117,2	167,3	13,0	134,9	1891,8
Bocskaikert	94,6	0,0	0,0	0,0	3,0	114,9	39,3	1,7	13,9	267,4
Debrecen	3270,4	7,0	0,0	1,6	314,8	5595,3	1362,6	263,3	3180,8	13995,8
Fülöp	365,4	5,2	0,0	0,0	8,9	804,3	329,5	76,2	417,1	2006,6
Hajdúbagos	93,7	0,0	0,0	0,0	18,2	281,9	401,0	16,9	55,2	866,9
Hajdúhadház	853,0	0,0	0,0	0,2	32,2	1098,8	338,3	8,0	181,5	2512,0
Hajdúsámson	266,9	0,0	0,0	0,0	19,6	714,9	300,6	26,1	165,8	1493,9
Hajdúszovát	33,3	0,0	0,0	0,0	15,5	16,1	36,8	0,0	0,0	101,7
Hosszúpályi	122,1	0,0	0,0	0,0	5,2	637,3	223,5	2,7	164,9	1155,7
Kokad	0,8	0,0	0,0	0,0	3,0	312,5	11,6	0,2	13,2	341,3
Létavértes	144,5	0,1	0,0	0,0	3,4	985,7	158,7	9,3	392,9	1694,6
Mikepércs	57,4	0,0	0,0	0,0	0,9	209,6	43,7	0,0	90,1	401,7
Monostorpályi	190,1	0,8	0,0	0,0	1,9	736,2	342,7	36,8	308,3	1616,8
Nagyhegyes	129,2	0,0	0,0	0,0	26,6	17,3	78,9	0,0	0,0	252,0
Nyírábrány	281,2	0,0	0,0	0,0	30,2	1129,8	300,8	46,5	421,8	2210,3
Nyíracsad	1184,2	9,5	0,0	1,1	83,5	1548,7	362,4	71,4	305,9	3566,7
Nyíradony	441,2	1,6	0,0	0,0	44,5	1662,4	793,1	46,4	302,2	3291,4
Nyírmártonfalva	553,6	0,4	0,0	0,1	68,3	1487,1	384,5	53,3	370,6	2917,9
Sáránd	10,5	0,0	0,0	0,0	0,8	34,5	43,0	0,0	0,0	88,8
Téglás	148,1	1,2	0,0	0,0	28,4	401,5	46,1	14,2	108,8	748,3
Ujléta	118,7	0,0	0,0	0,0	2,4	491,3	50,6	2,2	127,5	792,7
Vámospércs	206,2	0,0	0,0	0,0	20,4	950,6	361,7	10,9	465,8	2015,6
Összesen	9039,3	25,8	0,0	3,0	748,0	20615,5	6227,5	699,1	7308,7	44666,9

*Egyéb kemény lombos

**Egyéb lágy lombos

Forrás: ÁESZ, 2002

57. táblázat: Korosztálytáblázat fafajonként Hajdú-Bihar megyében [ha]

Fafaj	1...10	11...20	21...30	31...40	41...50	51...60	61...70	71...80	81...90	90...100	101...	Összesen	%
Tölgy	812,1	2340,8	3772,7	1521,3	3552,0	1521,8	642,1	537,0	259,2	252,6	304,0	15515,6	25,6
Cser	15,2	8,7	19,5	4,6	0,4	1,2	10,8	2,8	3,7	0,4		67,3	0,1
Gyertyán	2,4	0,1	0,4	0,8	6,6	1,4	0,6	0,2				12,5	
Akác	7763,9	7539,2	2928,1	4074,3	1427,0	140,6	55,6	22,8	8,9	0,4	2,1	23962,9	39,7
EKL	330,0	446,5	337,8	345,1	659,3	215,2	102,8	51,4	16,9	12,4	0,9	2518,3	4,1
Nyár	4230,5	4025,0	654,3	512,1	303,3	16,3	20,5	5,8	3,9	0,5	0,7	9772,9	16,2
ELL	34,6	390,0	497,9	98,8	57,9	10,6	10,8	4,3	0,9			1105,8	1,8
Fenyő	130,7	648,1	3151,7	2205,5	1122,8	86,1	91,2	13,6	6,6		0,2	7456,5	12,3
Összes	13319,4	15398,4	11362,4	8762,5	7129,3	1993,2	934,4	637,9	300,1	266,3	307,9	60411,8	100,0
Üres												4058,1	
Mindösszesen												64469,9	

Forrás: *ÁESZ, 2002*

58. táblázat: Fakészlet korosztály táblázat szerint és fafajonként Hajdú-Bihar megyében [m³]

Fafaj	1...10	11...20	21...30	31...40	41...50	51...60	61...70	71...80	81...90	90...100	101...	Összesen	%
Tölgy	17858	164922	543668	280744	732666	344302	162191	146957	66129	65104	92862	2617403	32,5
Cser	182	356	2027	963	132	250	3102	717	1044	106		8879	0,1
Gyertyán	26	5	67	82	1241	194	140	48				1803	
Akác	223129	543892	424124	801266	282085	29104	11924	5542	1121	64	97	2322348	28,9
EKL	10570	35730	58270	60534	130425	55110	29463	15930	5912	5453	562	407959	5,1
Nyár	142448	469793	117197	106259	66124	4868	5567	1672	1226	217	592	915963	11,4
ELL	1776	42312	66554	19325	14190	2270	3817	1421	382	2		152049	1,8
Fenyő	5868	72926	650493	533548	281033	24610	29658	5586	2270		19	1606011	19,9
Összes	401857	1329936	1862400	1802721	1507896	460708	245862	177873	78084	70946	94132	8032415	100,0

Forrás: *ÁESZ, 2002*

59. táblázat: A települések közigazgatási területén képződő erdészeti biomassza adatai

Település	Erdősült terület	Kitermelhető bruttó fa ¹	Kitermelhető nettó fa ²	Erdei hulladék ³	Tüzifa ⁴	Erdei hulladék tömege ⁵	Tüzifa tömege ⁵	Erdei hulladék energiataartalma ⁵	Tüzifa energiataartalma ⁵
	[ha]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[t]	[t]	[GJ]	[GJ]
Álmosd	437	1363	1091	273	491	183	329	2,4	4,4
Bagamér	1892	5902	4722	1180	2125	791	1424	10,6	19,1
Bocskaikert	267	834	667	167	300	112	201	1,5	2,7
Debrecen	13996	43667	34934	8733	15720	5851	10532	78,4	141,1
Fülöp	2007	6261	5008	1252	2254	839	1510	11,2	20,2
Hajdúbagos	867	2705	2164	541	974	362	652	4,9	8,7
Hajdúhadház	2512	7837	6270	1567	2821	1050	1890	14,1	25,3
Hajdúsámson	1494	4661	3729	932	1678	625	1124	8,4	15,1
Hajdúszovát	102	317	254	63	114	43	77	0,6	1,0
Hosszúpályi	1156	3606	2885	721	1298	483	870	6,5	11,7
Kokad	341	1065	852	213	383	143	257	1,9	3,4
Létavértes	1695	5287	4230	1057	1903	708	1275	9,5	17,1
Mikepércs	402	1253	1003	251	451	168	302	2,3	4,1
Monostorpályi	1617	5044	4036	1009	1816	676	1217	9,1	16,3
Nagyhegyes	252	786	629	157	283	105	190	1,4	2,5
Nyírábrány	2210	6896	5517	1379	2483	924	1663	12,4	22,3
Nyíracsád	3567	11128	8902	2226	4006	1491	2684	20,0	36,0
Nyíradony	3291	10269	8215	2054	3697	1376	2477	18,4	33,2
Nyírmártonfalva	2918	9104	7283	1821	3277	1220	2196	16,3	29,4
Sáránd	89	277	222	55	100	37	67	0,5	0,9
Téglás	748	2335	1868	467	840	313	563	4,2	7,5
Újléta	793	2473	1979	495	890	331	597	4,4	8,0
Vámospércs	2016	6289	5031	1258	2264	843	1517	11,3	20,3
Összesen	44667	139361	111489	27872	50170	18674	33614	250,2	450,4

¹ 3,12 m³/ha/év (BARÁTOSSY, 1999; saját kalkuláció)

² A bruttó 80 %-a (BARÁTOSSY, 1999)

³ Bruttó-nettó

⁴ A nettó 45 %-a (MOLNÁR, 1999)

⁵ $\rho=0,67$ t/m³ átlagos sűrűséggel számolva (MOLNÁR, 1999; saját kalkuláció)

⁶ F=13,4 GJ/t átlagos fűtőértékkel számolva (MOLNÁR, 1999; saját kalkuláció)

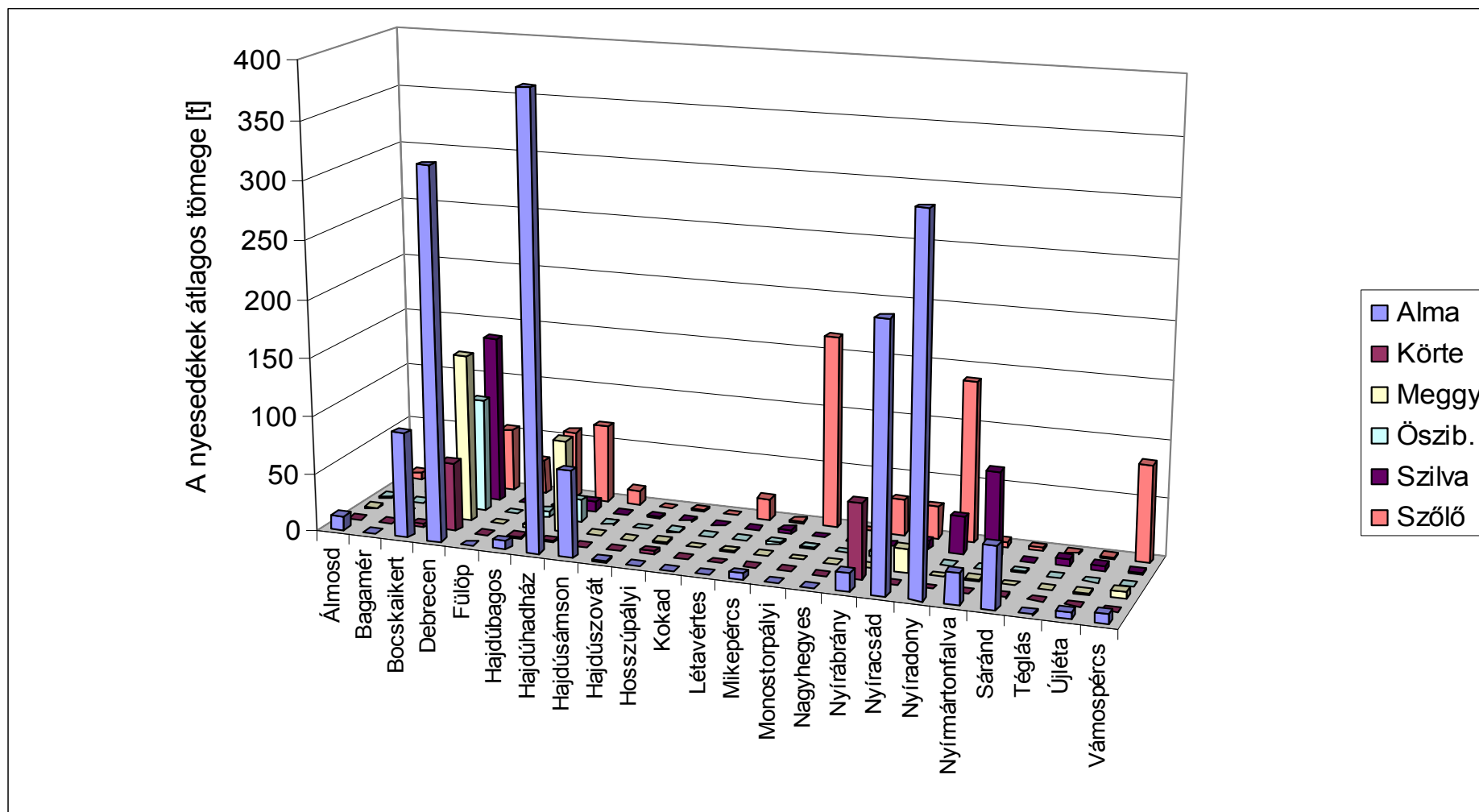
A korosztályos táblázatot vizsgálva (**57. táblázat**) megállapítható, hogy a fiatalabb telepítések vannak túlsúlyban, amelyek jelentős fakészlettel rendelkeznek (**58. táblázat**). Az elkövetkező időszakban ez a fakészlet mennyiség átgondolt és korszerű gazdálkodás mellett komoly biomassa tömeggel fog rendelkezni, amely szervezett és tudatos hulladékgazdálkodással jelentős mennyiségű energetikai célokra felhasználható alapanyagot képes szolgáltatni és képes ellátni egy 2-5 MW elektromos teljesítményű aprítéktüzelésű erőmű (*GRASSELLI, 2005*) alapanyagigényét.

Az **59. táblázat** adatai a vizsgált települések közigazgatási területére eső tűzifa és erdészeti hulladék átlagos, becsült értékeit mutatja. A számításoknál figyelembe vettem az országos átlagnál rosszabb termőhelyi adottságokat. Ez alapján a területre vetített tűzifa mennyisége 0,75 t/ha-ra, az erdőben maradó hulladék 0,42 t/ha-ra adódott.

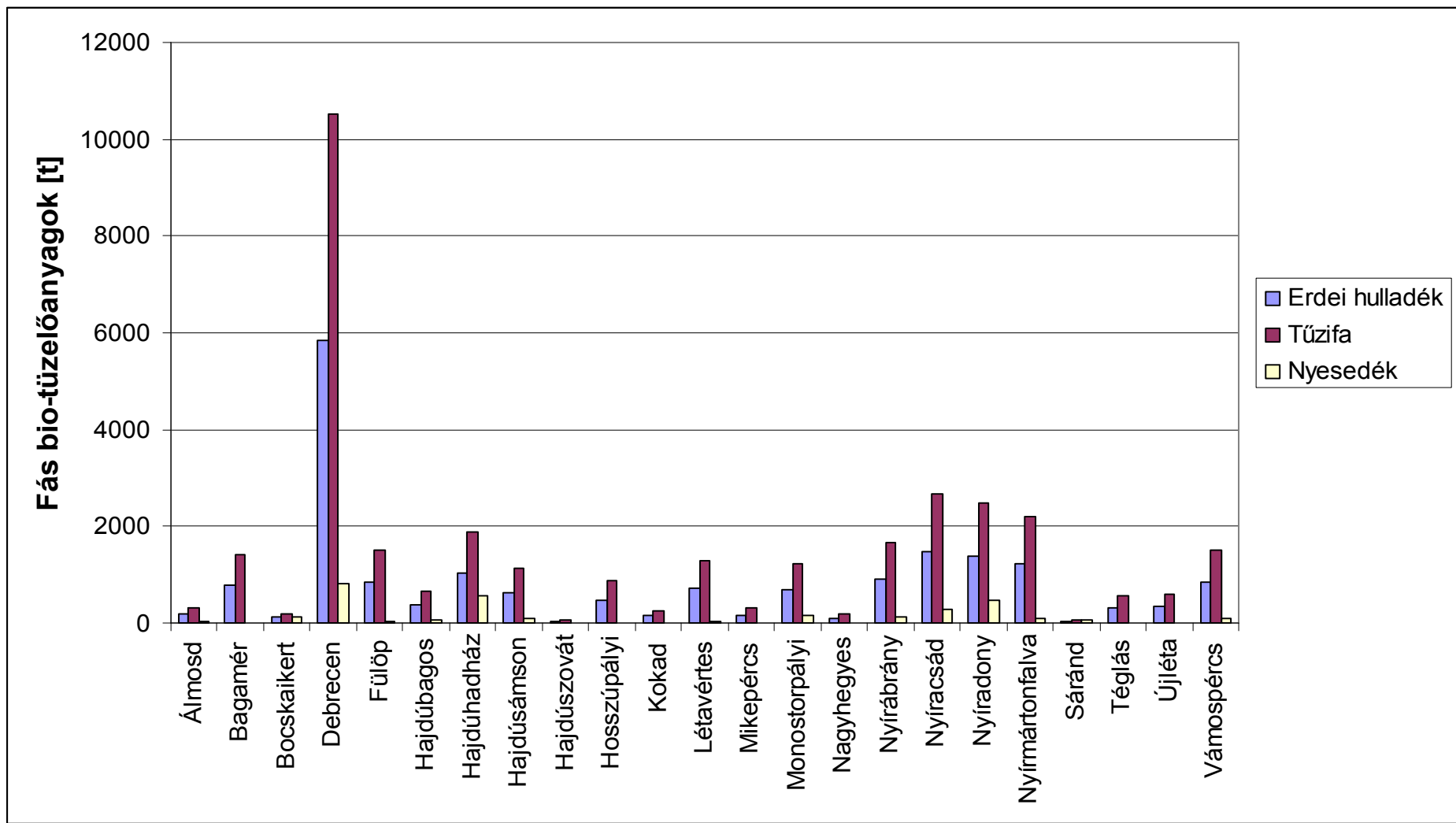
Az erdészeti produktum bio-tüzelőanyag mennyiségét vizsgálva megállapítható, hogy a tűzifa jelentős potenciállal rendelkezik, amelynek kereskedelme szervezett. Az októbertől márciusig tartó kitermelés a helyi igényeket teljes mértékben fedezi. A fennmaradó mennyiséget pedig Békés, Szolnok, és Pest megyében értékesítik.

A térségben nagy ipari ffeldolgozó üzem nincs, csak kis létszámú, technológiailag fejletlen, alacsony feldolgozottsági szintű termékeket (pl. láda, raklap, szerszámnyél, szőlőkaró, stb.) gyártó fatelepek működnek. Ebből adódóan a térségben a feldolgozási hulladék mennyisége elenyésző, ezért a feldolgozás során keletkező hulladék mennyiségét nem számoltam a potenciálhoz.

A bruttó és nettó fakitermelés különbsége, az erdőn maradó rész további sorsa nagymértékben függ a terület kezelőjétől. Általában a kint maradt ágakat 7 cm-es vastagságig összegyűjtik és tüzelésre használják, a maradék pedig az erdőben elkorhadva talajerő utánpótlásként hasznosul.



19. ábra. A vizsgált települések nyesedék-potenciáljának átlagos értékei



20. ábra. A vizsgált települések fás, bio-tüzelőanyag-potenciáljának átlagos értékei

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Magyarország a biomassza készletek tekintetében kedvező adottságokkal rendelkezik, amelyet a jelenlegi hasznosítási arány nem tükröz. A hasznosítás növelésének feltétele a biomassza mennyiségének és keletkezési helyének pontos ismerete.

Dolgozatomban a biomassza egy szűkebb csoportját a fás bio-tüzelőanyagok mennyiségét és összetételét vizsgáltam meg egy adott területen. A terület és a települések kiválasztásánál a gazdaságos szállítási távolságokat vettem figyelembe, amely alapján Debrecen és 22 kistérségi település került a vizsgálati körbe.

A vizsgált növények kiválasztásánál szempontként fogalmaztam meg a hasznosítás azonos technológiáját, ami alapján a felmérés tárgyát a növényi eredetű, fás, bio-tüzelőanyagok képezték, amely az alábbi két területről származott

- Erdészeti produktumok
- Mezőgazdasági eredetű fás hulladékok

A mezőgazdasági eredetű fás hulladékok vizsgálatánál megállapítottam, hogy a szőlő- és gyümölcsfanyesedékek tömegének és energiatartalmának korrekt meghatározásához számos adat hiányzik, ezért a kutatásom nagyobb részét a térségre jellemző szőlő- és gyümölcsfafajok és fajták azon fizikai jellemzőinek felmérése képezte, amely ezen anyagok energetikai hasznosításához szükségesek. Ezen adatok a későbbiekben bázisul szolgálhatnak hasonló szőlő- és gyümölcsfa-ültetvényeken képződő nyesedéktömeg kiszámításához is. A vizsgált fizikai jellemzők:

- a fajtára jellemző egy fára vonatkoztatott nedves tömeg
- nedvességtartalom metszéskor
- hamutartalom
- égéshő és fűtőérték
- legnagyobb átmérő

A területi adatok és a fizikai jellemzők ismeretében meghatároztam a térségre jellemző fás bio-tüzelőanyagok becsült átlagos mennyiségét, összetételének arányait és légszáraz állapotra vonatkoztatott energiatartalmát, amely egyrészt bázisul szolgálhat a jövőbeni kutatásokhoz, másrészt elősegíthetik a kistérségek megújuló energiaforrások hasznosítására irányuló stratégiai terveinek kidolgozását.

6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Méréssel és számítással meghatároztam a vizsgált térségben évente keletkező fás, bio-tüzelőanyagok (erdei hulladék, tűzifa, szőlő- és gyümölcsfa nyesedékek) átlagos, becsült potenciálját, és kiszámoltam a légszáraz tömegre vonatkoztatott energiatartalmát. A bio-tüzelőanyagok összesített átlagos, becsült potenciálja 55,4 et, melynek energiatartalma 116,2 TJ. Ebből az erdei hulladék 18,7 et, 250,2 TJ; a tűzifa 33,6 et, 450,4 TJ; a szőlő- és gyümölcsfanyesedékek 3,1 et, 58,1 TJ. Jelenleg ezek közül energetikai felhasználásra csak a tűzifa kerül.
2. A mért és statisztikai adatok segítségével meghatároztam a települések közigazgatási területére eső becsült fás bio-tüzelőanyag potenciálját, amely alapján megállapítom, hogy a települések a biomassza potenciál szempontjából nagy eltéréseket mutatnak. Legnagyobb bio-tüzelőanyag potenciállal Debrecen rendelkezik, amelynek értéke 17,2 et. Kedvező helyzetben van Nyíracád, 4,5 et; Nyíradony, 4,3 et; Nyírmártonfalva, 3,5 et és Hajdúhadház 3,5 et potenciállal. Ezeken a településeken a bio-tüzelőanyag potenciál nagysága, a gazdaságos szállítási távolságok különösen kedvezővé teszik a helyi felhasználás növelésének lehetőségét.
3. Méréssel és számítással meghatároztam a térségben termesztett szőlő- és gyümölcsfafajok fizikai jellemzőit: a nedvességtartalmat metszéskor, hamutartalmat és égéshőt. A szőlő- és gyümölcsfafajok összesített adatai alapján az alábbi értékek adódtak: közvetlenül metszés után a bruttó nedvességtartalom átlagos értéke 47,4 %, interkvartilis terjedelme 4,1 %; hamutartalom átlagos értéke 2,7, interkvartilis terjedelme 0,5; az égéshő átlagos értéke 18,7 MJ/kg, interkvartilis terjedelme 0,58 %. Ezek alapján megállapítom, hogy a szőlő és gyümölcsfanyesedékek fizikai jellemzőik alapján, tüzeléstechnikai szempontból fajtól és fajtától függetlenül homogénnek és egyenértékűnek tekinthetők az erdei bio-tüzelőanyagokkal.
4. A mért tömegadatok és fizikai jellemzők ismeretében kiszámítottam a vizsgált szőlő- és gyümölcsfa nyesedékek légszáraz tömegének egységnyi területre vonatkoztatott értékeit, melyek a következők: almafa nyesedékek 0,88 t/ha; körtefa nyesedékek 1,59 t/ha; meggyfa nyesedékek 1,71 t/ha; őszibarack nyesedékek 1,92

t/ha; szilvafa nyesedékek 1,79 t/ha és szőlővenyige 1,4 t/ha. Irodalmi és statisztikai adatok alapján kiszámítottam a vizsgált területen az egységnyi területre eső tűzifa és erdei hulladék képződésének mennyiségét, amely tűzifa esetén 0,75 t/ha, míg erdei hulladék esetén 0,42 t/ha értékre adódott. Ezek alapján megállapítom, hogy a szőlő- és gyümölcsfa ültetvények az irodalmi adatokkal ellentétben olyan kettős hasznosítású, „energia ültetvénynek” tekinthetők, amelyek hosszú ideig, kiszámítható módon, megbízható minőségben szolgáltatnak évente jelentős mennyiségű fás bio-tüzelőanyagot.

5. Mérésekkel meghatároztam a vizsgált gyümölcsfafajok nyesedékének legnagyobb átmérőit, amely legkisebb körténél 32 mm, legnagyobb őszibaracknál 86 mm, míg szőlőnél 10 mm volt. A mért adatok alapján megállapítom, hogy a vizsgált szőlő- és gyümölcsfanyesedékek fajtól és fajtától függetlenül a tüzelésre történő előkészítés technológiája szempontjából homogénnek tekinthetők, mivel azonos méretű és teljesítményű aprítógéppel feldolgozhatók.

7. JAVASLATOK A GYAKORLATI FELHASZNÁLÁS NÖVEDELÉSÉRE

1. A terület energiapotenciáljának ismerete megerősíti azokat a korábbi kutatási eredményeket (*GRASSELLI – SIPOS, 2002; GRASSELLI, 2001, 2004*), amelyek lehetőséget látnak egy kisebb teljesítményű, villamos energia- és hőtermelésre alkalmas erőmű létesítésére, amennyiben a hőhasznosítás megoldható.
2. A térség erdősültségi adatai, az elfogadott telepítési tervek és a kitermelhető fa mennyiségére alapozva javasolt a fafeldolgozó-ipar fejlesztése, amely foglalkoztatási és térségfejlesztési szempontból is számos előnyt jelent.
3. A gyümölcsfa nyesedékek jelenleg szokásos környezetszennyező módon való elégetése különösen indokoltá teszi az energetikai hasznosítás megszervezését. A gyümölcsfa ültetvényeken javaslom olyan meghatározott jellemzőjű aprítógép beszerzését, amely a nyesedékek átmérője, mennyisége és a meglévő géppark figyelembevételével kerülhet kiválasztásra. Az apríték pedig nem csak energetikai, hanem talajerő utánpótlásként is hasznosítható
4. A nyesedékek energetikai felhasználása esetén javaslom olyan tárolóterület kialakítását – gazdaságos szállítási távolságon belül -, amely lehetővé teszi a természetes úton történő szárítást és a tüzeléshez szükséges manipulációt.

8. HIVATKOZOTT IRODALMAK JEGYZÉKE

- [1.] APPENZELLER, T. 2004/a. Nincs többé olcsó olaj. National Geographic, június 30-59. o.
- [2.] APPENZELLER, T. 2004/b. Földünk vészjelei.. National Geographic, szeptember 38-77. o.
- [3.] ÁESZ, 2002. <http://www.aesz.hu/>
- [4.] ÁESZ, 2004. <http://www.aesz.hu/Erdovagyon/Erdovagyon00.htm>
- [5.] BAI, A. – ZSUFFA, L. 2001. A biomassa tüzelési célú hasznosítása, Fűtéstechika, megújuló energiaforrások, IV. évf. 2001. 81-84. o
- [6.] BAI, A. 2005. A biomassa termelés hazai perspektívái. Tanulmány. <http://www.zoldtech.hu/cikkek/20050831biomassa>
- [7.] BALCSÓK, I. 2004. Derecske-létavérsesi kistérség. Hajdú-Bihar megye kistérségei. Tóth Könyvkereskedés és Kiadó Kft., Debrecen
- [8.] BARÁTOSSY, G. 1999. Erdővagyon, erdő- és fagazdálkodás Magyarországon. FVM Erdészeti Hivatala, Budapest
- [9.] BARÓTFI I. 2000. Környezettechnika. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- [10.] BARÓTFI, I. 2006. A biomassa, mint alternatív energiaforrás. <http://www.carborobot.freeweb.hu/Szovegek/HU/biomass.htm>
- [11.] BAUER, K.(szerk.) 2005. Szőlősgazdák könyve. Mezőgazda Kiadó. Budapest
- [12.] BAUQUIS, P. 2002. Ausblick auf den Energiebedarf und die Energieversorgung um das Jahr 2050. Erdöl Erdgas, Kohle. 118. k. 1. sz. p. 7-13.
- [13.] BECKER, J. 2004. Kína gyötrelmes fejlődése. National Geographic, március 18-45. o.
- [14.] BENTLEY, R. W. 2002. Global oil and gas depletion: an overview. Energy Policy. 30. k. 3. sz. febr. p. 189-205.
- [15.] BÉNYEI, F. – LŐRINCZ, A. 2005. Borszőlőfajták, csemegeszőlő-fajták és alanyok. Mezőgazda Kiadó. Budapest
- [16.] BLIEFERT, C. 1994. Umweltchemie. VCH Verlag, p.121.

- [17.] BOGNÁR, J. 2001. Szalma – a sokoldalúan hasznosítható melléktermék. Mezőgazdasági Technika. XLII. évf. szeptember 29-31. o.
- [18.] BOHOCZKY, F. 2003. Megújuló energiaforrások helyzete az EU-ban és Magyarországon. <http://www.gm.hu>
- [19.] BOHOCZKY, F. 2004. Megújuló energiaforrások magyarországi felhasználása, energiatakarékossági helyzetkép. VII. Biomassza Konferencia, Sopron
- [20.] BOHOCZKY, F. 2005. Megújuló energiaforrások magyarországi felhasználása. „A magyar energiapolitika helyzete és jövője” konferencia. Magyar Energiahatékonysági Társaság és a MTESZ HBM Szervezete. Debrecen
- [21.] BOROS, T-né. 1994. A biomassza energetikai hasznosításának környezeti, gazdasági. ill. agrárpiaci szempontjai. Környezetvédelmi füzetek. OMIKK. 1994/26.
- [22.] BÜKI, G. 1999. Globális tendenciák a jövő energiaellátásában. Magyar Épületgépészet, XLVIII. évfolyam, 1999/2, szám p. 3-7.
- [23.] CEN/TS 14588:2003. <http://www.cenorm.be>
- [24.] CZÁKA, S. – VALLÓ, L. 1991. A metszés ábécéje. Mezőgazda Kiadó. Budapest
- [25.] CSEPREGI, P. – ZILAI, J. 1988. Szőlőfajta-ismeret és használat. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- [26.] DIAZ-BALART, F.C. 2002. Energy and environment: hard choices, IEA Bulletin, 44. k. 1. sz. jún. p. 25-30.
- [27.] ENGLISCH, M. – BÄRNTHALER, G. 2004. Preparation of Analysis Samples and the Influence of Particle Size on Analyses and Chemical Composition of Biofuels. Proceedings of the International Conference Standardisation of Solid Biofuels.
- [28.] ERTSEY, A. 1999. Autonóm kistérség. Független Ökonómiai Központ Alapítvány, Budapest
- [29.] FAO, 2000. Statistics Division. http://www.fao.org/es/english/index_en.htm
- [30.] FARKAS, O-né. 2004. A XXI. század energetikai kihívásai.

Energiagazdálkodás. 45. évf. 1. sz. 3-10. o.

- [31.] FARKAS, S. 2005. Biomassza felhasználás a Mátészalkai Távhőszolgáltató Kft. Fűtőművében. in Új utak a mezőgazdaságban.
http://www.energiaklub.hu/doc/kiadvanyok/BM_kezikonyv.pdf
- [32.] FVM HBM FH, 2002. <http://www.fvm.hu>
- [33.] GIBER, J. 2005. megújuló energiák szerepe az energiaellátásban. B+V Kiadó, Budapest
- [34.] GKM, 2006. <http://www.gkm.gov.hu/>
- [35.] GONCZLIK, A. 2005. Biomassza erőmű Güssingben. in Új utak a mezőgazdaságban. http://www.energiaklub.hu/doc/kiadvanyok/BM_kezikonyv.pdf
- [36.] GONCZLIK, A. – KAZAI, ZS. – KŐRÖS, G. 2005. Új utak a mezőgazdaságban. Energia Klub Környezetvédelmi Egyesület, Budapest
- [37.] GONDA, I. 2000. Minőségi almatermesztés. PRIMOM Sz-Sz-B. Megyei Vállalkozásélénkítő Alapítvány Vállalkozói Központ. Nyíregyháza
- [38.] GÖNDÖR, J. (szerk.) 2000. Körte. Mezőgazda Kiadó. Budapest
- [39.] GRASSELLI, G. – GARA, ZS. – NAGY, A. 1998. Debreceni agglomeráció. DATE Szaktanácsadási és Fejlesztési Intézet, Debrecen
- [40.] GRASSELLI, G. 1997. Erdőspusztai önkormányzatok településeinek társulása, vidékfejlesztési koncepciója. DATE Szaktanácsadási és Fejlesztési Intézet, Debrecen
- [41.] GRASSELLI, G. 2001. Biomassza erőmű megvalósíthatósága és térségfejlesztő hatása. MTA AMB Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás. Gödöllő. SZIE, Gépészmérnöki Kar
- [42.] GRASSELLI, G. – SIPOS, G. 2002. Erdészeti melléktermékek felhasználása energiatermelésre. MTA AMB Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás. Gödöllő. SZIE, Gépészmérnöki Kar
- [43.] GRASSELLI, G. 2004. Erdészeti termékekből nyerhető energiamennyiség meghatározása egy kistérségben. MTA AMB Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás. Gödöllő. SZIE, Gépészmérnöki Kar

- [44.] GRASSELLI, G. 2005. Aprítéktüzelésű erőmű tüzelőanyag igényének biztosítása. MTA AMB Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás. Gödöllő. SZIE, Gépészmérnöki Kar
- [45.] GÜLDNER, R. 2001. Quo vadis Kernenergie – Ausstieg oder Renaissance? Das Magazin für Energiewirtschaft. 20-21.sz okt. p. 80-88.
- [46.] HARTMAN, M. – ALEXA, L. – DÉR, S. – SCHÁD, P. 2001. Hulladékok a mezőgazdaságban, az erdőszetben, a gyümölcsösben és a szőlészetben. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
- [47.] HOLZFÖRSTER, H. 2002. Metszés a gyümölcsösben. Sziget Könyvkiadó Bt. kaposvár
- [48.] HOMOLA, V. 2002. Energia és környezet – Az egyensúly lehetséges. Energiagazdálkodás 43. évf. 2002. 5. sz. 17-21.
- [49.] IEA, 2002. Renewables in total energy supply. <http://www.iea.org>
- [50.] IEA, 2004. Word Energy Outlook 2004. <http://www.iea.org>
- [51.] IEA, 2005. Word Energy Outlook 2005. <http://www.iea.org>
- [52.] IMRE, L. 2004. Az emberiség jövőbeni energiaellátása. Energiagazdálkodás, 45. évf. 6. sz. 3-6. o.
- [53.] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2001. Climate Change 2001. http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/index.htm
- [54.] IVÁNCICS, J. 2000. A körte művelési rendszerei. in GÖNDÖR, J.(szerk.) Körte. mezőgazda Kiadó. Budapest
- [55.] JANZSÓ, J. 1989. Mezőgazdasági és erdőszeti melléktermékek hőhasznosítása. Tanulmány
- [56.] JANZSÓ, J. 2000. Biobrikett biomasszából. Agrárinfó, V. évf. 9. sz. 8. o.
- [57.] KAZAI, ZS. 2005. A megújuló energiák hasznosítása Körmenten. in Új utak a mezőgazdaságban. http://www.energiaklub.hu/doc/kiadvanyok/BM_kezikonyv.pdf
- [58.] KÁLLAY, T-né. 2000/a. Cseresznye. in BRÓZIK, S. – KÁLLAY, T-né. (szerk.) Csonthéjas gyümölcsfafajták. Mezőgazda Kiadó. Budapest

- [59.] KÁLLAY, T-né. 2000/b. Meggy. in BRÓZIK, S. – KÁLLAY, T-né. (szerk.) Csonthéjas gyümölcsfafajták. Mezőgazda Kiadó. Budapest
- [60.] KÁLLAY, T-né. 2000/c. Szilva. in BRÓZIK, S. – KÁLLAY, T-né. (szerk.) Csonthéjas gyümölcsfafajták. Mezőgazda Kiadó. Budapest
- [61.] KISS, M. 2006. Pusztító viharokat hoz a klímaváltozás.
<http://www.wwf.hu/aktualis.php>
- [62.] KOCSIS, K. 1993. A megújuló energiahordozók termelésének lehetőségei az agrárgazdaságban. Mezőgazdasági Technika. XXXIV. évf. 4-6. o.
- [63.] KOHLHÉB, N. 2004. Zárójelentés a „Javaslat a megújuló energiaforrások gyorsabb mértékű elterjedését lehetővé tevő támogatási rendszer kidolgozása a mezőgazdaságban” c. közcélú környezet- és természetvédelmi feladat megvalósításáról. in Bai, A. 2005. A biomassza termelés hazai perspektívái
- [64.] KONCZ, G. 2004. Hajdúhadházi kistérség. Hajdú-Bihar megye kistérségei. Tóth Könyvkereskedés és Kiadó Kft., Debrecen
- [65.] KOVÁCS, I. 1981. Energia a földekről. Agroinform, Mezőgazdasági és Élelmiszerügyi Minisztérium, Budapest
- [66.] KSH, 2002. Szőlő- és gyümölcsös ültetvények összeírása, 2001.
- [67.] KSH, 2004. <http://portal.ksh.hu>
- [68.] KSH, 2005/a. Gyümölcs-, szőlő- és zöldségtermesztés, 2004. <http://portal.ksh.hu/>
- [69.] KSH, 2005/b. Mezőgazdasági termelés, 2004. <http://portal.ksh.hu/>
- [70.] LACZÓ, F. 2000. A Környezettudományi Központ állásfoglalása a biomassza energetikai felhasználásáról. <http://www.kornyezetunk.hu/belso/mg10.html>
- [71.] LÁNG, I. – HARNOS, ZS. – CSETE, L. – KRALOVÁNSZKY, U. P. – TÖKÉS, O. 1985. A biomassza komplex hasznosításának lehetőségei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- [72.] LÁNG, I. 2003. Agrártermelés és globális környezetvédelem. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- [73.] MAROSVÖLGYI, B. 2004. Magyarország biomassza-energetikai potenciálja. Energiagazdálkodás. 45. évf. 6. sz. 16-19. o.

- [74.] MAROSVÖLGYI, B. 2005. A biomassza-bázisú energiatermelés mezőgazdasági háttere. VI. Energiapolitikai Fórum. Magyar Tudományos Akadémia. Budapest
- [75.] MAROSVÖLGYI, B. 2006. Erőművi villamosenergia előállítása biomasszából. CEERES Magyarországi Konferencia. Budapest
- [76.] MOLNÁR, L. 1994. A gyümölcsfák metszése. Dánszentmiklósi Gyümölcstermelési Szaktanácsadó Kft. Cegléd
- [77.] MOLNÁR S. 1999. Faanyagismeret. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
- [78.] MOLNÁR S. 2000. Faipari kézikönyv I. Faipari Tudományos Alapítvány, Sopron
- [79.] MOLNÁR, L. 2004. A magyar gazdaság energia-import függősége. Energiagazdálkodás, 45. évf. 6. sz. 27. o.
- [80.] MOLNÁR, L. 2005. A világ energia ellátásának alakulása 2030-ig. Energiagazdálkodás, 46. évf. 1. sz. 29. o.
- [81.] MONTAIGNE, F. 2004. Földünk vészjelzései 2. National Geographic. október, 54-75. o.
- [82.] MORELL, V. 2004. Földünk vészjelzései 3. National Geographic. november, 94-112. o.
- [83.] MUNKÁCSY, B. 2005. Paradigmaváltást az energiagazdálkodásban. Energiagazdálkodás, 46.évf. 6. sz. 21-22. o.
- [84.] NÉMETH, K. 1997. Faanyagkémia. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
- [85.] NYÍRERDŐ RT, 2005. <http://www.nyirerdo.hu>
- [86.] ODELL, P.R. 1999. Natural gas and renewable oil. Financial Times. Energy Economist, 209. sz. p. 16-22.
- [87.] PAPP, K. 2004. Debrecen kistérsége. Hajdú-Bihar megye kistérségei. Tóth Könyvkereskedés és Kiadó Kft., Debrecen
- [88.] PECZNIK, P. – KÖRMENDI, P. – FENYVESI, L. 1997. A mezőgazdaságban keletkező biomassza energetikai felhasználásának lehetőségei 2. rész, Mezőgazdasági Technika, 06. sz. 32-33. o.
- [89.] PECZNIK, P. – KÖRMENDI, P. 1997. A mezőgazdaságban keletkező biomassza energetikai felhasználásának lehetőségei 1. rész. Mezőgazdasági

Technika, 05. sz. 32-33. o.

- [90.] PROHÁSZKA, F. 1993. Szőlő és bor. Mezőgazda Kiadó. Budapest
- [91.] REICHEL, W. 2001. Grünbuch der EU- Kommission zur Energieversorgungssicherheit: Zugang zu den Steinkohlenreserven langfristig erhalten. Glücklauf, 137.sz. febr. 8. p. 40-44.
- [92.] REMÉNYI, K. 2002. Az energetikai fejlesztések fő irányai. Akadémia Kiadó, Budapest
- [93.] STANLEY, R.B. 2001. Renewable energy today and tomorrow. Proceeding of the IEEE. 89. k. 8. sz. p. 1216-1226.
- [94.] STARZACHER, K. 2001. Nachhaltige Kohlepolitik in einer veränderten Welt. Glücklauf. 138. k. 1-2. sz. febr. 12. p. 49-51.
- [95.] STÓBL, A. 2006. A megújuló forrásokkal kapcsolatos kihívások. CEERES Konferencia Magyarország. Budapest
- [96.] SUDÁR, E. 2001. Bio-solar fűtőművek. Fűtéstechnika, megújuló energiaforrások IV évf. 59-61. o.
- [97.] SVÁB, J. 1981. Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- [98.] SZABÓ, M. – BARÓTFI, I. 2002. A megújuló energiaforrások helyzete a világban és a hazai vonatkozásai a WREN kongresszus alapján. Energiagazdálkodás 2002/4 43. évf. p. 12-15.
- [99.] SZERDAHELYI, GY. 2006. A megújuló energiahordozó felhasználás magyarországi stratégiája. CEERES Magyarországi Konferencia. Budapest
- [100.] THINNES, G. 1996. Gyümölcsfák metszése. Falukönyv-Ciceró Kiadó, Kereskedelmi és Szolgáltató Kft. Budapest
- [101.] TIMON, B. 2000. Őszibarack. Mezőgazda Kiadó. Budapest
- [102.] TÓTH, I. – PERNESZ, GY. 2001. Szőlőfajták. Mezőgazda Kiadó. Budapest
- [103.] UDOVECZ, G. 2004. Agrárgazdasági statisztikai zsebkönyv. Agrárgazdasági Kutató Intézet. Központi Statisztikai Hivatal
- [104.] VAJDA, GY. 2004. Energiaellátás ma és holnap. MTA Társadalomkutató

Központ, Budapest

- [105.] VITYI, A. 2005. A szilárd bio-tüzelőanyagokra vonatkozó európai műszaki szabályozás helyzete és jelentősége. Energiagazdálkodás. 46. évf. 5. sz. 18-20. o.
- [106.] VERMES, L. 1993. Hulladékgazdálkodás, hulladékhasznosítás. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- [107.] WEC (WORD ENERGY COUNCIL), 2005. Global energy scenarios to 2050 and beyond.GLOBAL <http://www.worldenergy.org/wec-geis/edc/scenario.asp#table1>

9. ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra. Nyitott koronaformák.....	33
2. ábra. Sudaras koronaformák	32
3. ábra. Almafa ültetvény 4. ábra. Házikerti szőlősövény	54
5. ábra. Nyesedékminták.....	57
6. ábra. HR73 típusú nedvességtartalom-mérő berendezés	60
7. ábra. IKA, C2000 típusú égéshő- és fűtőértékmérő berendezés.....	60
8. ábra. A szőlő és gyümölcsfafajok összesített tömegadatainak konfidencia intervalluma.....	70
9. ábra. Gyümölcsfanyesedékek tömegadatainak 95%-os konfidencia intervalluma a 2003-as mérési adatok alapján	72
10. ábra. Gyümölcsfanyesedékek tömegadatainak 95%-os konfidencia intervalluma a 2006-os mérési adatok alapján	73
11. ábra. Gyümölcsfanyesedékek tömegadatainak 95%-os konfidencia intervalluma az összesített mérési adatok alapján	74
12. ábra. A szőlő egy tőkére vonatkoztatott átlagos tömegének konfidencia intervalluma a 2003-as, 2006os és összesített adatok alapján.....	75
13. ábra. Szőlő- és gyümölcsfanyesedékek nedvességtartalmának összesített statisztikai jellemzői.....	77
14. ábra. Gyümölcsfanyesedékek bruttó nedvességtartalmának minimum, maximum értékei és interkvartilis terjedelme	80
15. ábra. Szőlőnyesedékek bruttó nedvességtartalmának minimum, maximum értékei és interkvartilis terjedelme	80
16. ábra. Szőlő- és gyümölcsfanyesedékek hamutartalmának összesített statisztikai jellemzői.....	81
17. ábra. Gyümölcsfanyesedékek hamutartalmának minimum, maximum értékei és interkvartilis terjedelme	85
18. ábra. Szőlőnyesedékek hamutartalmának minimum, maximum értékei és interkvartilis terjedelme	85
19. ábra. A vizsgált települések nyesedék-potenciáljának átlagos értékei	102
20. ábra. A vizsgált települések fás, bio-tüzelőanyag-potenciáljának átlagos értékei ..	103

9. TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat: Megújuló energiaforrásokból előállított energia részaránya a hazai-energia felhasználásban	15
2. táblázat: A mezőgazdaságban keletkező növényi biomassa megoszlása termékcsoporthoz szerint	21
3. táblázat: A földterület változása művelési ágak szerint.....	22
4. táblázat: Szőlő- és gyümölcsültetvények területi adatai	22
5. táblázat: Mezőgazdasági melléktermékek mennyisége és fűtőértéke hazánkban.....	23
6. táblázat: A szőlőfajták megoszlása az Észak-Alföldön [%]	27
7. táblázat: A szőlő művelésmódjai	28
8. táblázat: A szőlő metszésmódjai	29
9. táblázat: A vizsgált szőlőfajták növekedési és metszési jellemzői	30
10. táblázat: Gyümölcsfák művelésmódjai	32
11. táblázat: Az alma művelésrendszereinek fejlődése Magyarországon.....	35
12. táblázat: Körteültetvények termesztési adatai.....	36
13. táblázat: Az őszibarack jellemző művelésmódjai	39
14. táblázat: A Magyarországon évente képződő tűzifa mennyiségének becsült értékei	40
15. táblázat: Erőművek és fűtőművek hő és áramtermelési adatai	41
16. táblázat: Magyarország erdeiben képződő bio-tüzelőanyagok tartalékai	42
17. táblázat: Tüzelőanyagként felhasználható bio-tüzelőanyagok elemi összetétele	43
18. táblázat: Különböző fafajok égéshője tömegre és térfogatra vonatkoztatva	44
19. táblázat: A nedvességtartalmi fokozatok és a fűtőérték kapcsolata.....	46
20. táblázat: Az agrár- és erdőgazdaságban keletkező főbb melléktermékek és hulladékok nedvességtartalma és fűtőértéke	47
21. táblázat: Tüzelőanyagként felhasználható bio-tüzelőanyagok hamutartalma	48
22. táblázat: Debrecen agglomerációhoz tartozó kistérségek és települések.....	52
23. táblázat: A felmérés helyszínei és körülményei	54
24. táblázat: Ültetvényeken vizsgált gyümölcsfa fajták művelési adatai	55
25. táblázat: Házikertekben vizsgált szőlő és körtefajták művelési adatai	55
26. táblázat: A települések mezőgazdasági művelés alatt álló területének adatai	64
27. táblázat: A települések jellemző földhasználata [ha].....	65
28. táblázat: Hajdú-Bihar megye gyümölcsstermesztési adatai	66
29. táblázat: A vizsgált települések szőlő és gyümölcsös területei [ha]	68

30. táblázat: Szőlő- és gyümölcsfanyesedékek tömegadatainak összesített statisztikai jellemzői.....	70
31. táblázat: Gyümölcsfafajták nyesedékének mért tömegadatai.....	71
32. táblázat: Gyümölcsfanyesedékek tömegadatainak statisztikai jellemzői a 2003-as mérési adatok alapján.....	72
33. táblázat: Gyümölcsfanyesedékek tömegadatainak statisztikai jellemzői a 2006-os mérési adatok alapján.....	73
34. táblázat: Gyümölcsfanyesedékek tömegadatainak statisztikai jellemzői az összesített mérési adatok alapján.....	74
35. táblázat: A szőlőfajták tőkére vonatkoztatott tömegének mérési adatai.....	75
36. táblázat: A nyesedékek nedves tömegének területegységre számított értékei.....	76
37. táblázat: A nyesedékek légszáraz tömegének területegységre számított értékei.....	76
38. táblázat: Szőlő- és gyümölcsfafajok nedvességtartalmának statisztikai adatai [%] .	77
39. táblázat: Gyümölcsfa nyesedékek bruttó nedvességtartalmának mérési és statisztikai adatai	78
40. táblázat: Szőlőnyesedékek bruttó nedvességtartalmának mérési és statisztikai adatai	79
41. táblázat: Szőlő- és gyümölcsfanyesedékek hamutartalmának összesített statisztikai adatai	81
42. táblázat: Gyümölcsfanyesedékek hamutartalmának mérési és statisztikai adatai	83
43. táblázat: Szőlőnyesedékek hamutartalmának mérési és statisztikai adatai.....	84
44. táblázat: A vizsgált fajok, fajták égéshő, fűtőérték adatai és statisztikai jellemzői..	86
45. táblázat: A vizsgált fajták nyesedékének legnagyobb átmérője	87
46. táblázat: Almafa-nyesedék potenciálja és energiatartalma a vizsgált térségben	89
47. táblázat: Körtefa-nyesedék potenciálja és energiatartalma a vizsgált térségben	90
48. táblázat: Meggyfa-nyesedék potenciálja és energiatartalma a vizsgált térségben....	91
49. táblázat: Ósibarackfa-nyesedék potenciálja és energiatartalma a vizsgált térségben	92
50. táblázat: Szilvafa-nyesedék potenciálja és energiatartalma a vizsgált térségben	93
51. táblázat: Szőlő-nyesedék potenciálja és energiatartalma a vizsgált térségben	94
52. táblázat: A vizsgált települések bio-tüzelőanyag potenciálja és energiatartalma	95
53. táblázat: Hajdú-Bihar megye fafaj összetétele.....	96
54. táblázat: Fontosabb erdei fafajaink jellemző fatermés mennyisége termőhelytől függően, vágásérettégi korban	96
55. táblázat: A területre jellemző fafajok sűrűségi és megoszlási adatai.....	97

56. táblázat: A vizsgált térség erdősültsége és a jellemző fafajok területi adatai [ha] ...	98
57. táblázat: Korosztálytáblázat fafajonként Hajdú-Bihar megyében [ha].....	99
58. táblázat: Fakészlet korosztály táblázat szerint és fafajonként Hajdú-Bihar megyében [m ³].....	99
59. táblázat: A települések közigazgatási területén képződő erdészeti biomassza adatai	100

NYILATKOZATOK

NYILATKOZAT

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Mezőgazdaságtudományi Karán az Interdiszciplináris Agrár és Természettudományok Doktori Iskola keretében készítettem el a Debreceni Egyetem ATC MTK doktori (PhD) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 2006.....

.....
a jelölt aláírása

NYILATKOZAT

Tanúsítom, hogy doktorjelölt 200...- 200... között a fent megnevezett Doktori Iskola keretében irányítással végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezést elfogadásra javaslom.

Debrecen, 200.....

.....
a témavezető aláírása