

СТОПАНСКИ И ТЕХНОЛОГИЧНИ АСПЕКТИ ЗА РАЗРАБОТВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНИ ПЛАНТАЦИИ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ДЪРВЕСНИ ТРЕСКИ

Константин Маринов
Лесотехнически университет, София

Резюме

Разработването на енергийни горски плантации, като възобновяеми източници за производство на дървесни трески за енергийни цели, са сред приоритетите на ЕС в борбата им за ограничаване на въглеродните емисии и смекчаване на глобалните климатичните промени. Енергийните култури са алтернативен източник за производство на топлина и електричество, те създават условия за по-балансирана експлоатация на фосилните и ядрените горива, осигуряват условия за диверсификация на енергийните източници в отделните страни на ЕС и са важен фактор за устойчивото развитие на суровинните ресурси, селското и горското стопанство, енергетиката и индустрията. В днешно време, редица европейски страни усилено разработват и експлоатират енергийни плантации от бързорастящи дървесни, храстови и селскостопански култури за добив на енергийни трески – чипс, като гориво за топлоцентрали и електроцентрали. Въпреки, че в нашата страна съществуват подходящи условия за създаването на такива култури, все още няма създадени такива енергийни плантации за индустриален и комерсиален добив на дървесен чипс за производство на топлинна и електроенергия. В настоящата работа е проведено изследване за установяване на подходящи схеми и технически средства за отглеждане на енергийни плантации от бързорастящи дървесни и храстови видове с ускорен ротационен цикъл. В зависимост от климатичните и стопанските условия са предложени конкретни агролесовъдски и технологични решения, както и подходящи машини и средства за създаване на енергийни плантации у нас.

Ключови думи: възобновяема енергия, дървесен чипс, енергийни горски плантации.

Key words: renewable energy, wood chips, energy wood plantations.

JEL: Q23.

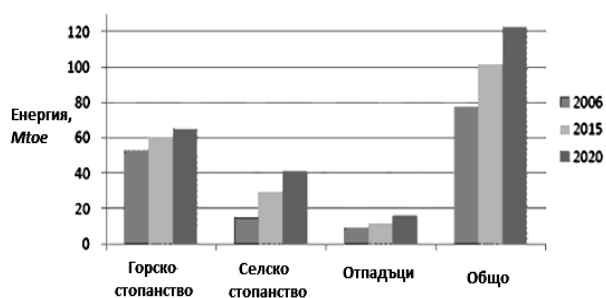
Увод

Глобалните климатични промени оказват силно влияние в моделите на производство и потребление на енергия в съвременния свят. Една от най-важните задачи днес е да се ограничат емисиите от парникови газове, включително въглеродния диоксид. Страните от ЕС са в стратегически преход от фосилни горива, а в някои случаи и атомна енергия, към възобновяема енергия (ВЕ). Брутното вътрешно потребление на енергия от възобновяеми енергийни източници (ВЕИ) за периода 2006–2010 г. в ЕС е нараснал от 123,4 до 172,3 Mtoe годишно [3]. Биомасата е ВЕ, която е неутрална по отношение на въглеродните емисии и може да осигури значителни икономии от парникови газове при производството на топлинна и електрическа енергия. В настоящия етап от развитие на енергетиката, Европейската асоциация за биомаса [1] стигна до извода, че биомасата има най-голям потенциал за постигане на ефективни въглеродни спестявания [2]. В сравнение с другите технологични съоръжения, базирани на производството на енергия от фосилни горива, биомасата може да намали въглеродните емисии до 90%.

През 2010 г. държавите от ЕС-27 разработиха национални планове за действие за използване на енергия от ВЕИ (NREAP). Тези планове включват подробни “пътни карти” за начина, по

който всяка страна се очаква да постигне своята цел до 2020 г. Съгласно тези планове 20% от тоталната енергия трябва да се достави от възобновяеми източници, като в това число повече от половината е енергия от биомаса. Общото енергийно потребление от биомаса за 2010 г. е над 83 Mtoe. За производство на топлина са използвани 70%, електричество–12% и биогориво –18%. Отоплението се очаква до 2020 г. да остане основен сектор за потребление на биоенергия. Като се има предвид, че енергията за отопление е повече от половината от крайното енергийно потребление (КЕП), биомасата ще продължава да бъде основен сектор на ВЕ за страните от ЕС. За да се задоволи търсенето на енергия се предвижда доставките от биомаса в ЕС да се увеличат. Производствените сектори, които са базирани на горското стопанство осигуряват по-голямото количество от биомаса и тази тенденция ще продължи до 2020 г., като относително по-голямо увеличение се предвижда да дойде от селското стопанство. Произведената енергия от твърда биомаса от горското и селското стопанство и отпадъчна биомаса за периода до 2020 г. са изобразени на фиг. 1 [1].

В съответствие с Директива 2009/28 на Европейския парламент през 2010 нашата страна прие национален план за действие за ВЕ (NREAP), който кореспондира с цел „20-20-20” на енергийната политика на ЕС. Целта на плана



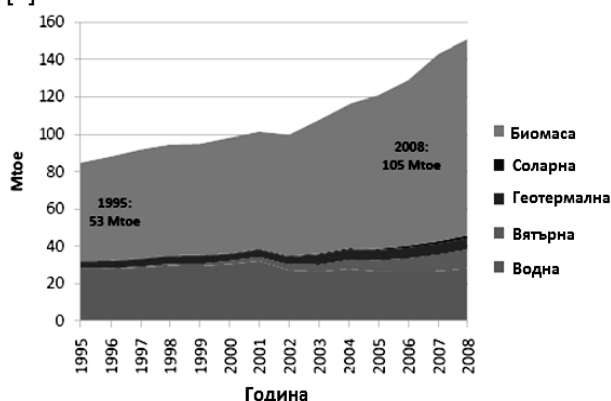
Източник: АЕВ/ИОМ.

Фиг. 1. Тенденция в производството на енергия от твърда биомаса в ЕС27

е да се осигури устойчив преход към ниско въглеродна икономика, основан на съвременни технологии и широко използване на възобновяеми енергийни източници. С него се въвежда рамка за насърчаване развитието на възобновяема енергия, като нашата цел е ВЕ да достигне минимум 16% от общото производство на енергия, като в това число относителния дял на биомасата да е 36%. В съответствие с този план, в новия Закон за горите (чл. 88, параграф 5) се предвижда енергийните култури от бързорастящи дървесни видове за ускорено производство на биомаса, попадащи в горските територии (т. 2) и земеделските земи или урбанизираните територии (т. 4), да не се стопанисват като гора [9, 15]. С този акт се допуска, като приоритет на енергийните култури да бъде производството на биомаса.

1. Значение на биомасата в енергийната политика на Европейския съюз и България

Биомасата е най-големия източник на ВЕ в рамките на ЕС. Развитието на ВЕИ и делът на биомасата в общото енергийно потребление на ЕС от 1995 до 2008 г. е представено на фиг. 2 [1].



Източник: АЕВ/ИОМ.

Фиг. 2. Развитие на ВЕИ и дял на биомасата в общото енергийно потребление в ЕС-27

Брутното вътрешно потребление на биомаса в Европа, според годишния доклад на АЕВ/ИОМ

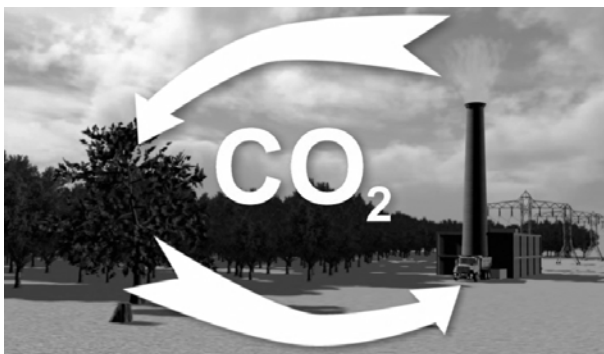
за 2010 година е 119 Mtoe, което представлява почти 70% от всички ВЕИ. Отоплението е най-големия сектор за потребление на биоенергия, отчитащ 72% от крайното енергийно потребление (КЕП). Като се има предвид, че отоплението обхваща повече от половината от КЕП в Европа, биомасата ще продължава да бъде ключов сектор за страните от ЕС. Средното годишно производство на електричество от биоенергия за последното десетилетие е нараснало с 13,5%, което представлява 12% от крайното електропотребление в ЕС. Средният дял на биомасата в КЕП на страните членки на ЕС за 2010 г. достигна 7,6%. Със своите 7%, България заема средно положение спрямо другите Европейски страни. Трябва да се отбележи обаче, че тази биомаса се състои предимно от дърва за огрев.

Новата екологична и енергийна политика на ЕС поставя няколко нови предизвикателства към горския сектор. Пътната карта за ВЕИ цели да се повиши сигурността на енергийните доставки в ЕС и да се ограничат емисиите от парникови газове. Това трябва да доведе до по-широкото използване на дървесна биомаса за производство на енергия. Като се има предвид, че биомасата осигурява близо 80% от общото потребление на биомаса в ЕС, увеличеното търсене на ВЕ неизбежно ще продължава да засилва конкуренцията за дървесина, особено в сектора на дървесните плочи и целулозата. В този контекст, държавните институции по управление на горите, ще бъдат изправени пред натиска да балансират новите политики и очаквания на различните клиенти на дървесина.

Планът за действие в горските стопанства на ЕС (EU Forest Action Plan – COM (2006) 302) дава рамката за действие в горскостопанския отрасъл на ниво ЕС и страните членки и е инструмент за координация между действията на ЕС и горските политики на отделните държави. Постоянният комитет по горско стопанство при ЕС подпомага изпълнението на плана за действие за биомасата, в частност развитието на пазарите за пелети и енергийни трески и предоставянето на информация на собствениците на гори, относно възможностите за производство на енергийни суровини. Постоянният комитет по горско стопанство в ЕС изтъква, че страните от Централна и Източна Европа, в които държавните гори са преобладаващи, трябва да акцентират върху насърчаване използването на отпадъците от горското стопанство и свързаните с него индустрии.

Основната разлика между енергията от биомаса и останалите форми на ВЕ (водна, вятърна и соларна) е, че първичният източник в първия случай може да бъде произведен и събран чрез разходване на средства, докато при оста-

налите форми, „горивото“ (вода, вятър и слънчева радиация) е свободно и достъпно само при наличие. Биомасата може да се използва директно за производство на топлинна енергия – на ниво домакинства, чрез отоплителни печки и водогрейни котли и на обществено ниво, чрез отоплителни или топлоелектрически съоръжения. В по-голям мащаб, биомасата като суровина може да се използва за съвместно изгаряне в ТЕЦ с въглища. Биомасата има потенциала да бъде неутрална по отношение на въглерода и по принцип може да редуцира емисиите от въглероден диоксид във всички енергийни сектори (фиг. 3). Интересът към експлоатацията на биомасата като ВЕ в нашата страна се подсилва и от политиката за сигурността на енергийните доставки и диверсификацията в областта на селското и горското стопанство, както и за развитието на селските райони.



Фиг. 3. Циркулация на въглеродни емисии при производство на енергия от дървесна биомаса

Биомасата е сред най-широко експлоатираните възобновяеми ресурси у нас [10]. Употре-

бяваната понастоящем биомаса се състои главно от дърва за горене. Трябва да се отбележи, че голяма част от използваните у нас битови отоплителни уреди, работещи с дърва са от старо поколение и имат нисък КПД, като топлинните загуби надхвърлят 60%. За целта са необходими подходящи механизми за стимулиране на производството и употребата на съвременни и по-ефективни котли и отоплителни системи. Според Министерството на земеделието и храните, доставката на биомаса може да се увеличи главно от горското и селско стопанство, в това число и енергийни култури. Произведените у нас твърди горива от дървесина, като енергиен чипс, пелети и брикети са все още в ограничени количества. За производство на пелети и чипс се използват главно дърва за горене и отпадъчна биомаса от дърводобива, дървообработващата и целулозната промишленост. Отпадъчната биомаса от земеделието се използва основно за производство на брикети. Енергийните култури понастоящем се отглеждат на малки площи и все още нямат индустриално значение.

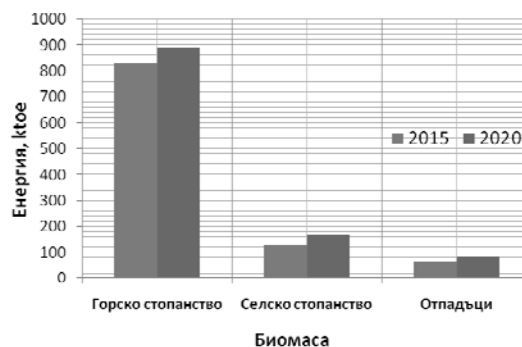
Националният план за действие в областта на ВЕ в България (NREAP) предвижда увеличение дела на биомасата в общия енергиен баланс. Според плана, общото количество произведена енергия от биомаса до 2020 г. трябва да достигне 1 073 ktoe, а тази от топлоелектрически инсталации – 91 ktoe, като в това число произведената електроенергия се очаква да достигне 871 GWh. Количеството от произведена енергия и инсталираната мощност у нас в периода 2010÷2020 г. са представени в табл. 1.

Табл. 1. Произведена в България енергия от твърда биомаса и налични мощности за периода 2010–2020

| Показатели | 2010 | 2012 | 2014 | 2016 | 2018 | 2020 |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Производство на енергия, [ktoe] | 734 | 790 | 888 | 963 | 1003 | 1073 |
| Топлоелектрически инсталации, [ktoe] | 5 | 14 | 25 | 40 | 65 | 91 |
| Налична мощност, [MW] | 0 | 22 | 102 | 209 | 144 | 168 |
| Произведена електроенергия, [GWh] | 0 | 122 | 559 | 1160 | 783 | 871 |

Източник: NREAP, МИЕТ-България (1ktoe=41868 GJ).

Биомасата е ВЕИ с най-висок потенциал у нас и с различни възможности за приложение – като суровина за производство на пелети и брикети и енергийни трески, като гориво за комбинирано производство на топлинна и електрическа енергия, за производство на биогаз и за директно изгаряне за отопление. За тази цел се предвижда по-пълното усвояване на отпадъците от горското и селското стопанство и дървообработващата индустрия. Прогнозните оценки за произведената енергия от биомаса у нас от различните стопански сектори за 2015 и 2020 г. са дадени на фиг. 4 [5].



Източник: МИЕТ - България, NREAP.

Фиг. 4. Прогнози за произведената енергия от биомаса за 2015 и 2020 г.

2. Стратегия за развитие на енергийните култури

Енергийните култури са специално създадени насаждения за добив на биомаса, предназначена за производството на енергия. Според Техническият доклад на Европейската асоциация по околната среда от 2007 г. (EEA, Technical Report №12/2007), ресурсите на Европейските горски стопанства и отпадъчните продукти от горската промишленост са недостатъчни за постигане целта на ЕС-27 в областта на производството на биомаса. Според същия доклад, енергийните култури от селското стопанство в дългосрочен план трябва да осигурят допълнително количество от биомаса. Енергийният потенциал на земеделските земи в Европа, съвместим с опазване на околната среда, през 2030 г. може да достигне до 142 Mtoe. За сравнение, през 2010 г. е произведена биомаса с енергиен еквивалент 47 Mtoe. Подобно развитие може да настъпи, ако бъдат създадени нови високопродуктивни енергийни култури. Тези култури ще позволят на страните от ЕС да разнообразят своите енергийни източници, ще осигурят допълнителен доход на земеделските производители и ще ограничат въглеродните емисии.

Енергийните горски култури, популярни като SRF или SRC култури са агролесовъдски системи, които се стопанисват върху земеделски или горски земи, като краткотурнусни издънкови плантации с къс ротационен цикъл. Жизненият цикъл на една такава култура е между 20 и 30 години. Плантацията за добив на биомаса са агролесовъдски системи, които не приличат на традиционното горско стопанство или земеделско производство. Концепцията на SRF културите се състои в отглеждането на бързорастящи дървесни видове с гъста схема на садене (8 000-15 000 бр./ha), с прилагане на интензивна агротехника и висока степен на механизация във всяка една от производствените фази, като в края на всеки ротационен цикъл насаждението се изсича. След всеки цикъл, културата се регенерира чрез нови леторасли, израстващи от останалите на корен пълчета. За първоначално залесяване се използват бързорастящи дървесни видове и храсти, отличаващи се с висока производителност и издънкова способност. Като подходящи SRF култури за нашите климатични условия се препоръчват специално селектираните хибридни клонове на върба и топола, а за по сухите месторастения – акацията. Те се садят сравнително лесно, имат бърз растеж и осигуряват висок добив от биомаса на единица площ. Тези култури образуват гъст дървостой и се изсичат през интервал от 2 до 5 години. Културите се регенерират чрез издънки, като тези

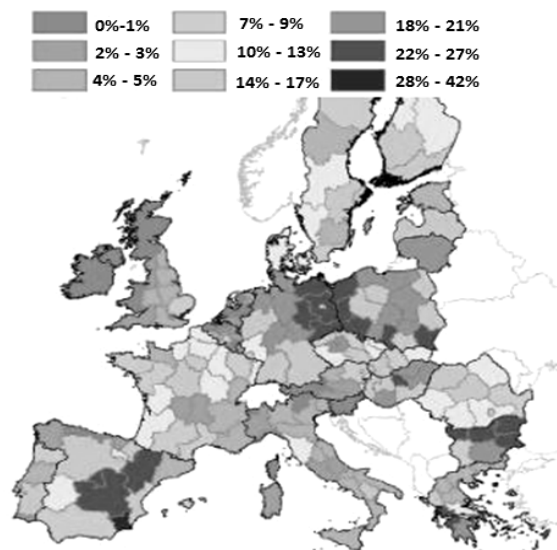
издънки трябва да са в добро жизнено състояние минимум 5 ротационни цикъла. Като ротационни култури, те имат предимството да предлагат сигурна и ритмична доставка на биомаса за топлоцентралите. Разработването на промишлени SRC енергийни плантации за добив на биомаса е сравнително нов и все още недостатъчно разработен сектор в нашата енергийна индустрия. Това са нов вид култури, които издигат нови проблеми и предизвикателства, но предлагат и допълнителни ползи за земеделските производители, местните общини и околната среда.

През последните години в различни Европейски страни бяха проведени проучвания за определяне продуктивността на енергийни плантации при определени почвени и климатични условия. От тези опити бе установено, че основно влияние върху избора на определен дървесен вид и клон за даден район зависи основно от способността им за развитие при конкретните климатични ограничения – валежи, максимална и минимална температура на въздуха и почвата, от почвената среда, а при необходимост и от достъпа до вода за напояване.

Международен екип от специалисти, работещ по проект „4FCROPS” проучи и картографира климатичните зони в Европейския съюз. В него бяха зонирани растителните видове, подходящи за енергийни плантации [16]. Според това проучване, територията на нашата страна попада в три климатични зони – Континентална, Панонска и Северносредиземноморска. Континенталната зона заема по-голямата част от страната ни, Панонската доминира в равнините алувиални басейни, долините на големите реки и Черноморското крайбрежие, а в Северносредиземноморската попадат югоизточните и най-южните части на България. Като перспективни дървесни видове за първите две зони са препоръчвани върбата и тополата, а за последната – тополата и бялата акация.

Площите в ЕС, където до 2010 г. са разработени индустриални енергийни култури от краткотурнусни горски плантации са около 32 800 ha, като от различни клонове на върба са 27 200 ha и от топола – 5 600 ha [1]. Въз основа на рамковите проекти RENEW и 4FCROPS [14, 16] за наличните земи, подходящи за производството на биомаса, наскоро бяха направени прогнозни оценки за ситуацията през 2020 и 2030 г. Тези оценки са направени по модел, разработен по проекта RENEW за разпределение на земята, при който се определя излишъка от земя, който е подходящ за енергийни култури след като бъдат задоволени нуждите от производство на храни и фуражи [14]. Резултатите от този проект показват, че 80% от наличната земеделска земя

в настоящия момент е обработваема земя, докато останалата част може да се насочат за отглеждане на енергийни култури. В прогнозите за развитие на земеделските земи са включени още два важни критерия: 1) нарастване на селскостопанските добиви и 2) демографските промени. Въз основа на това е направена прогноза на оценка, според която съществува тенденция за освобождаване на допълнително количество земя от хранителни и фуражни култури. В изводите на проекта се прогнозира, че наличната земя за нехранителни култури през 2020 г. ще нарасне до 20,5 млн. ha, а през 2030 г. – до 26,5 млн. ha. Страните с най-голям потенциал от земя през 2020 г. в низходящ ред ще са Испания, Германия, Полша, Франция и Румъния, а през 2030 г. – Полша, Германия, Испания, Румъния и Франция. В същия сценарий, освен посочените страни, които имат сравнително поголяма територия, значителна роля ще играят България и Унгария. Въз основа на констатациите по проекта „4FCROPS”, на фиг. 5 са представени прогнозни оценки, като процент от излишъка на земеделска земя по региони в ЕС за 2020 г.



Източник: 4FCrops.

Фиг. 5. Прогнозен относителен дял на излишък от земеделска земя в ЕС през 2030 г.

Най-висок процент на излишък от земя за 2020 г. се очаква да бъде локализиран в централна Испания, Германия, Полша, България и Гърция. За 2030 г. прогнозите сочат, че районите, които ще имат най-висок процент от потенциални площи за енергийни плантации (над 20%), се очаква да бъдат установени в централните и източните части на Испания и Германия, в западните части на Полша и Унгария и в Северна България. Според официалните данни на Министерство на земеделието и храните, площ-

та на необработваните земеделски земи в България в края на 2010 г. е била 461 142 ha, включително 348 118 ha изоставени земи. За да се насърчи използването на тези земи за създаване на енергийни култури за производството на биомаса са предвидени субсидии по Европейския фонд за развитие на селските райони.

В днешно време, много страни в ЕС 27 усилено разработват плантажни системи за производство на биомаса от горски дървесни видове. Тези системи се основават на издънковия подход, при който биомасата се добива в сезона на покой, а останалите на корен пънчета генерират нови издънки за следващия вегетационен сезон. Този подход за отглеждане на енергийни култури е подходящ за нашите климатични условия и въпреки, че у нас има проучвания върху този вид култури, все още няма сериозни инвеститори, които да индустриализират тази концепция и да разработят промишлени SRC култури за производство на биомаса. Отглежданите понастоящем интензивни култури от топола и върба са предназначени за целулоза и дървесни сортименти. Като следствие от енергийната политика на ЕС, нарастването на цените на петрола и ограничаването на парниковите газове, много скоро се очаква и в нашата страна да се засили инвестиционния интерес към разработване на SRC плантации за биомаса.

3. Разработване на енергийни горски плантации

Бързорастящите издънкови култури, с цикъл на прибиране между 2 и 5 години притежават огромен потенциал за производство на твърда биомаса. За изпълнение на заложените цели в Европейската Бяла книга в областта на ВЕ е изчислено, че близо 4,5% от общата земеделска площ в рамките на ЕС (6,3 млн. ha) трябва да бъде залесена с издънкови енергийни култури [2]. Схемите за подпомагане на европейските фермери в областта на селското стопанство включват възможността за използване на мандатни обработваеми земи за отглеждане на енергийни култури, включително краткотурнусни SRC култури. По такъв начин, в комбинация с развиващия се пазар за енергийни трески и пелети, настоящата политика на ЕС за земеделските субсидии укрепва позицията на енергийните горски култури за производство на биомаса и създава нови източници на доходи на фермерите в разрастващия се пазар за биоенергия в Европа

3.1. Избор на място и посадъчен материал

Местоположението на плантацията е от много голямо значение. Като се има предвид, че очакваната продължителност на живота на SRC

културите в умерения европейски пояс е около 25-30 години, а по-голямата част от разходите са концентрирани в първата година, то решението за създаване на една SRC култура ще се отрази върху управлението и стопанисването на дадена ферма в продължение на много години. Това означава, че всяка грешка, която бъде направена при избора на място за културата ще има негативно икономическо влияние, което последиствие трудно ще бъде коригирано.

Климатични условия. Върбата е дървесен вид с голяма толерантност към различни климатични и почвени фактори и се считат за най-подходящия вид за залесяване с SRC култури в районите на Централна и Северна Европа. В сравнение с върбите, тополите се развиват по-добре при по-топъл климат и имат по-малки изисквания по отношение на водата. Те са по-податливи на измръзване и заради ниската им зимна устойчивост тяхната климатична област е по-ограничена. Поради тази причина се счита, че в сравнение с почвените, климатичните фактори в много по-голяма степен са определящи при избора на местоположение на тополови SRC плантации.

Водни ресурси. Върбата се отличава с много високо ниво на евапотранспирация и способността си да издържа на сезонни наводнения. Но кореновата система не може да оцелее дълъг период в анаеробни условия, поради което постоянното наводнените площи не са подходящи за създаване на култури. При годишни валежи по-високи от $575 \div 600 \text{ mm/m}^2$, върбите са в състояние да осигурят значителни добиви от биомаса. При възможност за напояване с отпадни води и при условие, че ще се осигури добро снабдяване с необходимите хранителни вещества, тогава могат да бъдат избрани и по-сухи райони, тъй като напояването ще компенсира по-слабите валежи.

Подпочвена вода. За осигуряване на високи добиви на биомаса се счита, че подпочвените води трябва да са не по-ниски $120 \div 150 \text{ cm}$. Поради тази причина, леките пясъчливи почви не са много подходящи за SRC култури. Напояването с отпадъчни води в известна степен може да улесни интродукцията на културите на площи с по-дълбоки подпочвени води.

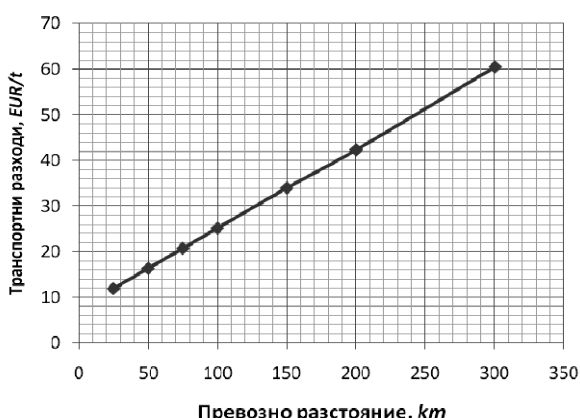
Почва. Органичните и торфените почви трябва да се изключат, като подходящи за SRP култури, тъй като по-тежките машини не могат да работят върху такива терени. Процесите, които се развиват в торфените почви водят до създаване на анаеробни условия, вредни за развитие на корените на бързорастящите видове. Най-подходящи са глинесто пясъчливите и леките глинести почви с добра аерация и задържане на влагата. Като се има предвид, че

правилната площ е от решаващо значение за висок добив, се счита, че най-подходящи за енергийни SRC култури са равнинните терени с дълбоки минерални почви, богати на хранителни вещества и органични материали. Но тези почви също така се предпочитат за производство на хранителни и фуражни култури, поради което се налагат известни компромиси.

Инфраструктура. Наличната инфраструктура е важен фактор, който трябва да се има предвид при избор на площта за SRC култура. Рентабилното отглеждане на SRC култура в повечето страни изисква експлоатацията на потезки технологични и транспортни машини. Инфраструктурата включва пътнотранспортната мрежа, която да осигурява логистиката на SRC културата през целия жизнен цикъл, като започне от подготовката на площта и доставката на резници и се завърши с добива и експедицията на добитата биомаса. Когато се използват отпадъчни води е необходима подходяща снабдителна и тръбопроводна система за отвеждане на тези води до плантацията. Друго важно изискване е да няма кабели с високо напрежение, провисващи по-ниско от 6 m над земята, тъй като тополите и върбите при 3-4 годишен ротационен цикъл могат да израснат на височина до 8 m.

Разстояние до крайния потребител. Голямо предимство при избора на място е в близост да има топлоенергийна централа, която да закупува биомаса, тъй като с нарастване на превозното разстояние пропорционално нараства и цената на биомасата, което намалява рентабилността на производството. Допустимото разстояние от плантацията до крайния потребител зависи от редица фактори, като сред тях по важни са капацитета на транспортните средства, гъстотата на пътнотранспортната мрежа и цената на горивата. В различните проучвания се препоръчва максималното разстояние от културата до крайния потребител да е не повече от $40 \div 80 \text{ km}$ [4]. Според цената, която крайният потребител е готов да заплати за биомасата и разходите за нейното производство, транспортните разходи могат да имат ключова роля в ограничаване на района, който може да се използва за създаване на енергийна SRC култура. Взаимовръзката между средната цена на един тон свеж дървесен чипс в насипно състояние (плътност 350 kg/m^3) и превозното разстояние е показана на фиг. 6.

Залесяването със SRF култури изисква добро познаване на производствения процес. Климатичната зона, в която попада страната е подходяща за отглеждане на топола, върба, трепетлика, елша, бяла акация и др. Преди да се пристъпи към търсене на посадъчен материал



Фиг. 6. Зависимост между цената на един тон свеж чипс с плътност 350 kg/m³ и превозното разстояние, EUR/t

трябва да се направи пълна оценка на микроклимата на предложената за залесяване площ. Трябва да се дава предпочитание на разсадниците, притежаващи необходимия лиценз за производство на съответния дървесен вид, тъй като техният посадъчен материал е продукт на целенасочени размножителни програми и притежава високо качество и предвидими показатели. Програмите за размножаване на хибридни клонове върби и тополи осигуряват непрекъснато нови продукти, с висока производителност и подобрена толерантност към различните рискови фактори. Освен за висока продуктивност и устойчивост срещу болести, и вредители, критерият за избор трябва да обхваща и клонове с

голям издънков потенциал и типична форма на короната.

Критерии за избор на посадъчен материал:

1) Подходящи видове и клонове за местните условия; 2) Продуктивност и клонова издънкова способност след редовна сеч; 3) Устойчивост към болести; 4) Типична форма на короната; 5) Посадъчен материал от лицензирани горски разсадници. За намаляване на рисковете от заразяване на растенията, понякога се насърчава засаждане на 4÷8 клона в отделни редове или блокове в рамките на една плантация.

От икономическа гледна точка, важен фактор при избора на посадъчен материал е потенциалният добив на биомаса от единица площ. От енергетична гледна точка се дава приоритет на видовете с по-голяма калоричност и по-ниско пепелно съдържание. Някои от основните технологични и технически характеристики на SRF култури от топола, върба и бяла акация и добитата от тях биомаса са представени на табл. 2.

Маржовете от печалбата на реализираната биомаса в някои страни са по-големи от тези в други, поради субсидиране на определени култури. Този факт също е от значение при създаване на SRF култура и фермерите трябва да знаят за наличието на програми за субсидиране. От друга страна обаче, политиката на субсидиране може да се променя във времето, поради което временното субсидиране не трябва да е основен мотив за инвестиране в индустрията с енергийни култури.

Табл. 2. Технологични и технически характеристики на енергийни култури и добитата от тях биомаса

| Показатели | Върба | Топола | Бяла акация |
|--|-----------|-----------|-------------|
| Гъстота на културата, [бр/ha] | 18-25,000 | 10-15,000 | 8-12,000 |
| Години за една ротация | 3-4 | 1-3 | 2-4 |
| Средна височина при сечта, [m] | 3,5-5,0 | 2,5-7,5 | 2,0-5,0 |
| Среден диаметър на дънера при сечта, [mm] | 15-30 | 20-50 | 20-40 |
| Дървесна свежа маса при сечта, [t/ha] | 30-60 | 20-45 | 15-40 |
| Влажност при сечта, [%] | 53-55 | 49-52 | 35-38 |
| Добив на суха маса на година, [t/ha/r CM]* | 8-15 | 9-18 | 5-12 |
| Долна топлинна стойност, [MJ/kg CM] | 16,7-18,4 | 17,7 | 18,5 |
| Горна топлинна стойност, [MJ/kg CM] | 18,6-20,2 | 19-19,7 | 19,5-19,9 |
| Производство на енергия, [GJ/ha] | 270-315 | 180-300 | 120-200 |
| Съдържание на пепел, [%] | 2,0 | 1,5 | 2,5 |

Забележка: * CM – суха маса.

3.2. Технология за отглеждане на SRF култура

3.2.1. Подготовка за залесяване

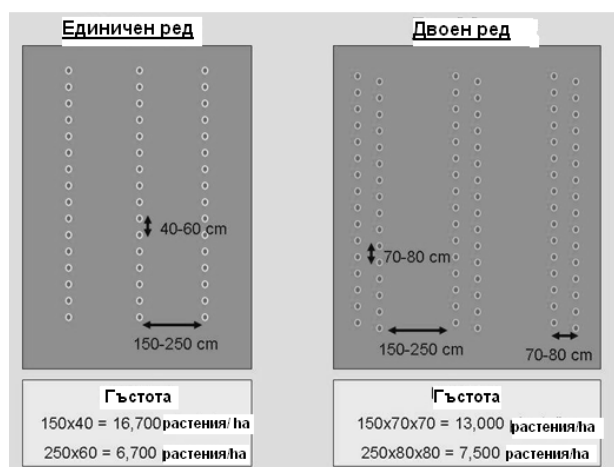
Технологичните операции за подготовка на SRC площите за залесяване в повечето случаи се извършват с конвенционална земеделска техника. Енергийните култури са трайни насаждения и след като веднъж се установят, те се експлоатират поне 20 години. Поради тази причина, подготовката на площта, основната обработка и култивирването са много важни операции.

Дървесните растения, в сравнение с едногодишните земеделски култури имат много дълбока и силно развита коренова система и са по-ефикасни в намирането на вода и хранителни вещества в дълбоките почвени слоеве, но при циклично повтарящата се оран в земеделските площи на дълбочина 30-40 cm, се образува уплътнен горен почвен слой [10]. Това създава проблем за развитието на корените на дървесните култури. За създаване на оптимални усло-

вия за проникване на корените е необходимо риголване на дълбочина до 80-100 cm. Това ще осигури правилно развитие на дървесните корени и ще подобри. Поради по-високите разходи за операцията по риголване, тя може да се замени с кръстосано дълбоко разрохкване до 100 cm, последвано от оран до 30 cm. Този начин на обработка има допълнителното предимство, че почвата от по-дълбоките слоеве, която е по-богата на хранителни вещества и е достъпна за корените на дървесните видове, не излиза отгоре и така остава недостъпна за плевелната растителност. За да се осигури рохкав повърхностен слой, след основната обработка, почвата трябва да се дискува или бранува. При периодично наводнявани площи, подготовката се състои от кръстосано обработка с дискови плугове с верижни трактори. На заливни площи, преградени с диги и по поречията на реките, подготовката може да включи изкопаване на канавки, изграждане на дренажни настилки върху повлажните места и няколко кратна обработка с дискови, ротационни или шнекови плугове.

3.2.2. Садене

Саденето трябва да се извърши в началото на пролетта. SRC културите от върба и топола се залесяват чрез стъблени резници, които имат редица предимства пред вкоренените фиданки: 1) облекчено производство; 2) посадъчният материал може да се съхранява по-дълго и лесно в тъмни хладилни помещения при температура $2 (\pm 1) ^\circ\text{C}$; 3) саденето може да се механизира напълно. Резниците се нарязват от леторасли с дължина 20-25 cm и с минимален диаметър 5 mm [7]. В зависимост от дължината на ротационния цикъл и дървесния вид, саденето може да се извършва в единични или двойни редове (фиг. 7).



Фиг. 7. Схема на садене на резници от топола и върба

При садене в единични редове, разстоянието между редовете може да бъде от 150 cm до 250 cm, а разстоянието в реда от 40 cm до 60 cm, като при тази схема могат да се засаждат между 7000 и 16000 резника на хектар. При двойните редове, междуредовото разстояние е $150 \div 250$ cm, а между тях е $70 \div 80$ cm, разстоянията в редовете са малко по-големи – $70 \div 80$ cm, като гъстотата е между 8000 и 13000 растения на хектар.

Разстоянието между редовете е от значение за вида на прибиращата техника. Повечето машини могат да работят и при двете схеми, но ако се използва машина, предназначена за двойни редове, за работа в единични редове, това ще намали нейната производителност. Това изисква преди залесяване да се предвиди вида на машините, които могат да се използват през следващите 3-4 години. За по-къси ротации се изискват по-малки разстояние в редовете, а за по-дълги, когато стъблата достигат по-голяма височина, тези разстояния трябва да са по-големи, особено ако това се прави с харвестери (повалящо-секачни машини). След като отсекаят стъблото, повечето от тези машини полагат стъблото хоризонтално и след това го подават в секачното устройство. Ако дърветата са по-високи от 5-6 m, по-дебели и клонести, тесните междуредия ще увеличат опасността от закачане на дърветата по време на повалянето, което ще блокира работата на машината.

Гъстата схема на садене предполага по-висока степен на механизация, но въпреки това саденето може да е около 30% от общия размер на разходите [11]. Това се дължи най-вече на разходите за резници, поради което е важно да се прилагат техники, които да намалят тази тежест върху общите разходи. За подобряване качеството и механизирание на садене съществуват различни видове садилни машини.

Садилни машини. Верижната машина "Rotor" е създадена специално за садене на тополови резници в Италия. Тя може да седи резници с дължина 20-25 cm. Две такива садилни машини могат да бъдат съединени и да се агрегатират заедно към един трактор, като за едно минаване на агрегата позволяват едновременно да се засаждат по два реда. Стъпковата машина „Salix Maskiner AB” на „Step Planter” е разработена в Швеция специално за кратко турнусни издънкови върбови култури. Тя служи за садене на дълги пръти (леторасли) с дължина $1,2 \div 1,8$ m, кат ги нарязва по време на саденето на отделни резници с дължина $20 \div 25$ cm. С нея могат садят едновременно 2 и 4 реда. Садилната машина „Quick-wood” е проектирана за садене фиданки, но може да се използва и за садене на резници

в един ред. Садилната машина „Verto” може да сади резници и фиданки в един ред.

3.2.3. Отглеждане на SRC култури

Върбата и тополата, като пионерни видове имат ниска конкурентоспособност. Почвоподготовката и борбата с плевелите са от много голямо значение преди саденето [12]. Резниците се садят през първия вегетационен сезон и по това време те не търпят конкуренцията, а плевелите могат да компрометират плантацията. Опитът показва, че лошият контрол или недобро управление на плевелните растения в SRC плантацията е сред основните причини, които принуждават фермерите да заменят SRC културата с друг вид култури. През първите две години се прилагат механични обработки с помощта на лемежни или фрезови култиватори, подобно на земеделските култури. Поникването на едногодишни плевели за 3-6 месеца след засаждането може да се предотврати чрез пръскане с хербициди с остатъчно действие. Това ще даде възможност на резниците да се развият и създадат покривен склоп за естествено потискане на плевелите. Въпреки своевременната обработка на площта, понякога плевелите могат да се превърнат в проблем за културата. Коригиращите обработки са сравнително скъпи и крият риск от увреждане на растенията. За минимален контакт с листата на растенията може да се използва контактна хербицидна смес чрез аерозолно пръскане под ниско налягане. След добива на дървесината има известно количество покълнали плевелни семена, които ако не се контролират на време могат да се превърнат в проблем. Третирането на културата след добива е по-безопасно, като най-ефективно е цялостно пръскане в ранна пролет, преди поява на издънките. За целта се използват контактни хербициди и хербициди с остатъчно действие [12]. След като плантацията е вече установена, издънките лесно заглушават плевелите, дори след тяхното поникване. След това може да се извършва само механична обработка.

Цикличният добив на биомаса води до извличане на хранителни вещества от почвата. Тополите и върбите имат сравнително по-ниски изисквания към хранителни вещества. Независимо от това, поради интензивното производство на биомаса е добре периодично внасяне на известни количества торове. Когато SRC се отглеждат върху предишни обработваеми земи, корените могат да достигнат хранителните вещества в по-дълбоките слоеве, където са акумулирани от миналите агротехнически наторвания. Торенето трябва да възстанови само хранителните вещества, изнесени от площта заедно с добитата дървесина. Различните поч-

вени типове се нуждаят от различен начин на торене: площите с по-глинести почви са с по-големи запаси от хранителни вещества в дълбоките слоеве, а песъчливите почви е много вероятно да се нуждаят от по-засилено торене. Торенето на SRC култури, независимо от почвените условия, не се препоръчва в годината на залесяване, тъй като по-слабо развитите корени на младите растения не са в състояние да усвояват пълноценно наличните хранителни вещества, а едно ранно торене ще стимулира плевелите. По-добре е да се направи втората година, когато културата ще имат по-развита коренова система и по-голяма склопеност [11].

Контролът върху вредителите и болестите е от голямо значение за SRC културите. Химичните обработки са сравнително скъпи мероприятия, които трябва да се провеждат само при риск за оцеляване на плантацията [12]. Първата и основна стъпка за успешния контрол е изборът на подходящи клонове. Като се имат предвид условията на терена, клоновете трябва да се избират така, че да съответстват в по-голяма степен на условията на околната среда. Ограничаването на стреса, породен от климатичните и почвени фактори е много важно средство за контрол на атаките на вредителите и болестите.

Напояването на енергийните плантации може да увеличи рандемана, но това е скъпа дейност и тези разходи не са много оправдани, особено когато се използват помпени инсталации за подаване на вода. Въпреки това, в някои случаи може да се наложи напояване, например в първата година за улесняване вкореняването на резниците и като спешна намеса в случай на суха пролет. Висока производителност може се постигне с достатъчно количество на валежи през вегетационния сезон. През този период върбите имат нужда от 1 mm/m² валежи на ден [13]. Високата транспирационна способност на върбите може да се използва за фиторемидация на течни отпадъци. По такъв начин се съчетава обслужването на околната среда с производството на биомаса, което води до увеличение на добивите и икономическо решение за изхвърляне на течните градски отпадъци [3].

3.3. Възстановяване на площите

Отстраняването на пъновете и корените в края на жизнената дейност на плантацията, според начина на бъдещото стопанисване на площта, може да се извърши с различни техники и машини. Пъновете могат да се унищожат през пролетта, чрез третиране със системен хербицид или да се изкоренят през зимата, след последната сеч. Ако културата, която следва да се отглежда не е така възискателна към почвоподготовката, пъновете и по-големите корени

могат да се изкоренят с фрезови раздробяващи машини [10]. След това се извършва дълбока оран до 25-35 cm. Останалите в почвата корени могат да бъдат извлечени чрез брануване. В случаите, когато отново ще се залесява енергийна SRC култура, за да се избегне риска от развитие на болести по корените, поне една година след изкореняването на старата култура трябва да се отглежда различен вид култура.



Фиг. 8. Рециклиране на SRC култура с фрезова раздробяваща машина

Изводи и препоръки

В настоящата работа е проведено изследване за установяване на подходящи схеми за отглеждане на енергийни плантации от бързорастящи дървесни и храстови видове с ускорен ротационен цикъл. За целта са предложени подходящи агролесовъдски и технологични решения, както машини и средства за отглеждане на енергийни плантации у нас.

Нашата страна понастоящем изпълнява поетите ангажименти за производство на ВЕ от биомаса. Това се дължи главно на широкото потребление на дърва за горене от домакинствата. В бъдеще време се предвижда увеличение на добива от дърва, като част от тях ще се преработват в пелети и чипс, като гориво за захранване на обществени топлоцентрали и домакинства. Това ще се отрази на по-засиленото търсене на дървесина. За да се оптимизира експлоатацията на горските ресурси е необходимо попълно усвояване на дървесните остатъци от сечищата и дървопроизводството. От друга страна, нашата страна разполага с немалък резерв от близо 461 150 ha необработваема земя, част от която може да се пренасочи за залесяване с енергийни горски култури. Според RENEW и 4FCROPS, между 2020 и 2030 година от състава на днешната обработваема земя у нас ще се освободят допълнително между 15% и 30%, които площи са подходящи за производство на биомаса. Тези факти, както и натрупания досега опит в нашите изследователски

станции и научни организации за развъждане на бързорастящи видове сочат, че в нашата страна съществува висок потенциал за отглеждане на енергийни култури. За това допринасят и последните изменения в Закона за горите и съответните нормативни разпоредби за развитие на ВЕ от биомаса, както и подходящи финансови инструменти, като мерките за развитие на селските райони и др., които да стимулират нашите фермери да отглеждат енергийни култури. Въпреки това, у нас все още няма плантации за индустриален добив на биомаса за производство на чипс.

За разработване на енергийни SRC плантации е необходимо да се създаде подходяща нормативна база и пазарни условия, чиято цел да е насочена към:

1. стимулиране на производството и потреблението на енергиен чипс;
2. уреждане на отношенията между производителите и потребителите на чипс;
3. установяване на ефективен пазар за търговия с чипс, като част от пазара за възобновяема енергия.

Литература

1. AEBIOM (European Biomass Association). *Annual Reports*. 2009, 2010, 2011.
2. Commission of the European Communities. *Biomass Action Plan*. Commission of the European Communities, Brussels. COM (2005) 628, COM (2006) 302. [<http://ec.europa.eu>].
3. BIOPROS. *Solutions for the safe application of wastewater and sludge for high efficient biomass production in Short-Rotation-Plantations*. 2008. [www.biopros.info].
4. Cornier, D. *Wood chip transport cost*. F.E.R.I.o. Canada. Ottawa. 2006.
5. Министерство на икономиката, енергетиката и туризма. *Национален план за действие за енергията от възобновяеми източници*. МИЕТ. 30 юни. 2010.
6. Министерство на икономиката, енергетиката и туризма. *Национална дългосрочна програма за насърчаване използването на биомасата за периода 2008-2020 г.* МИЕТ. 2008.
7. Hartsough, B., Yomogida, D. *Compilation of state-of-the-Art mechanization technologies for short-rotation woody crop production*. 15 April. 2006. [<http://www.woodycrops.org>].
8. Heller, M. et al. *Life cycle assessment of a willow bioenergy cropping system*. Biomass and Bioenergy. 25. 2003. 147-165.
9. *Закон за горите*. ДВ. бр. 19/2011.
10. Marinov, K. et al. *Technological opportunities survey of forest short rotation plantations in Bulgaria for energy biomass production*. Innovations in forest industry and engineering design. 2012. (in print).
11. Mola-Yudego B., Pelkonen, P. *The effects of policy incentives in the adoption of willow short rotation*

- coppice for bioenergy in Sweden*. Energy Police. 36(8). 2008. 3062-3068
12. Oosten, C. *Purpose-grown woody biomass crops: state of knowledge*. Woody Crops Technology Inc. Canada. 31 March. 2008. [<http://www.poplar.ca/article/publications-131.asp>]
13. Rosenqvist, H. et al. *Willow growers in Sweden*. Biomass and bioenergy. 18. 2000. 137-145.
14. *RENEW Project*. [www.renew-fuel.com].
15. Trichkov, L. *Possibilities for production and utilization of wood biomass from the forests of Bulgaria, as Renewable Energy Source*. Presentation of 8th Congress Energy Efficiency and Renewable Energy. Sofia. 28 March. 2012. 9.
16. *4 F Crops*. [www.4fcrops.eu].

ECONOMIC AND TECHNOLOGICAL ASPECTS FOR DEVELOPMENT OF ENERGY PLANTATIONS FOR THE PRODUCTION OF WOOD CHIPS

Konstantin Marinov
University of Forestry, Sofia, Bulgaria

Abstract

The development of energy plantations such as a renewable energy sources for the production of wood chips are among the priorities of the European Union in the combat to reduce carbon emissions, which result from exploitation of fossil fuels and mitigate the global climate changes. Energy crops are an alternative source of heat production, cold and electricity and create an opportunity for a more balanced use of fossil and nuclear fuels, provide conditions for diversification of energy sources in the EU countries and are an important factor for the sustainable development of primary resources, agriculture, forestry, energy and industry. Nowadays, many European countries actively establish and operate special energy plantations of fast-growing trees, bushes and crops for the production of wood chips as fuel for power and electrical plants. Although there are certain conditions for creating such energy crops in our country, such plantations for industrial and commercial production of wood chips for heat and/or electricity have not yet been established in Bulgaria. A research to identify appropriate technologies, schemes and technical means for our country in order to create and operate energy plantations of fast-growing tree and shrub species with a rapid rotation cycle has been conducted in this study. Depending on the climate and economic conditions, specific agroforestry and technological solutions have been suggested, as well as appropriate machines and tools for creating and growing of wood chips from energy plantations in Bulgaria.