



**ТЕХНОЛОГИИ ЗА БЕЗХУМУСНА РЕКУЛТИВАЦИЯ НА НАРУШЕНИ ТЕРЕНИ
В "МИНИ МАРИЦА ИЗТОК" ЕАД ГР. РАДНЕВО**

**маг. еколог Владимир Етов - Ръководител отдел „Екология“
маг. еколог Деница Славова – Главен еколог в “Мини Марица Изток” ЕАД**

**TECHNOLOGIES FOR HUMUSLESS RECLAMATION OF DISTURBED AREAS
AT MINI MARITSA IZTOK EAD**

**Vladimir Etov, MSc in Ecology, Head of Ecology Department, etov@marica-iztok.com
Denitsa Slavova, MSc in Ecology, Chief Ecologist, d_slavova@marica-iztok.com**

ABSTRACT

Following the completion of mining operations during coal extraction, disturbed areas become unfit for use if they are not rehabilitated and reclaimed. One of the major problems when this process is carried out at Mini Maritsa Iztok EAD is the shortage of humus which mainly occurs at the southern strip of the deposit on the territory of Troyanovo-3 mine.

In this context, new humusless reclamation methods and technologies have been and are currently tested with the participation of various institutes, teams and leading soil scientists by the use of siderate plants, production waste, waste-water treatment plant sediments, animal waste, natural products, vegetable waste, etc. Some of these technologies have been approved by the Expert Council under the Ministry of Agriculture and can be applied in practice.

I. Увод

Източно-маришкият лигнитен въглищен басейн е разположен в югоизточната част на Тракийската низина, на около 40 км. югоизточно от гр. Стара Загора, върху площ над 240 кв.км. и е най-големият на територията на България. Въгледобивът в басейна се извършва от "Мини Марица Изток" ЕАД с административно-управленски център в гр. Раднево. В находището са съсредоточени още над 1 млрд. т. въглищни запаси, което представлява приблизително 63 % от балансовите запаси на лигнитни въглища и 57 % от запасите на всички въглища в страната.

При досегашната експлоатация на находището са засегнати около 200 000 дка земи, като се очаква на заключителния етап от разработването му, площта им да достигне близо 300÷350 000 дка. След провеждане на минните работи, нарушените терени стават непригодни за използване, ако не бъдат рекултивирани. Рекултивацията и възстановяването на тяхното плодородие се извършват в съответствие с нормативните изисквания в България и по-специално "Наредба №26 от 02.10.1996г за рекултивация на нарушени терени, подобряване на слабопродуктивни земи, отнемане и оползотворяване на хумусния слой".

Рекултивираните до 2022 г. земи възлизат на 46610 дка, 31000 дка от които са за селскостопанско ползване, а 14 610 дка за горскостопанско ползване. На една част от останалите около 150 000 дка се провеждат минно-технически дейности, а друга част от около 20–25 % са в процес на консолидиране на насипа и подлежат на рекултивация. Проектно обезпечени са около 2000дка а около 500 са в процес на рекултивация.

Един от основните проблеми при извършването на рекултивацията на нарушените терени в "Мини Марица - Изток" ЕАД е недостига на хумус, който се проявява най-вече в южната полоса на находището на територията на рудник "Трояново – 3".



Общата площ на земите, подлежащи на изземване, включват около 70% обработваеми селскостопански земи и около 30% горски фонд, населени места и необработваеми земи. Почвената разновидност варира в широк диапазон – около 80 вида типови почвени разновидности. Хумусният слой с мощност над 40см. представлява около 23% от общото количество, а този със мощност до 10см., които не се събира е около 40%. Това обяснява недостига от хумусен почвен слой за рекултивирание на всички площи, което налага своевременно да се разработят и търсят алтернативни форми, технологии и методи за безхумусна рекултивация за възстановяване на нарушените терени без традиционното използване на хумусен почвен слой.

В тази връзка с участието на различни институти, колективи и водещи учени-почвоведи са изпитвани и се изпитват нови методи и технологии за безхумусна рекултивация, на които ще се спрат схематично.

II. Технология на базата на селскостопански и промишлени отпадъци

За създаването на подходящ почвен субстрат за земеделски цели на основата на жълто-зелени плиоценски глини от района на "Марица изток", съвместно с "Минпроект" ЕАД гр. София, е разработена и експериментирана в полеви условия, технология за безхумусна рекултивация, чрез използване на селскостопански и промишлени отпадъци в качеството им на мелиоранти. Като изходни материали на технологията са използвани пепелина от ТЕЦ и естествени органични материали, получени от утайките от пречиствателни станции на свинекомплекси и добавянето на изкуствени химически торове. Могат да се използват също оборски (органични) торове, утайка от градски пречиствателни станции на отпадъчни битови води (ГПСОВ), торф, компостирана смес от растителни материали, водорасли, и др. Основно изискване към промишлените органични отпадни материали (утайки от ГПСОВ) е да се доставят на обекта за рекултивация с протокол за качество, съгласно действащата в България "НАРЕДБА за реда и начина за оползотворяване на утайки от пречистването на отпадъчни води чрез употребата им в земеделието" т.е да не бъдат замърсени с вещества, които биха увредили бъдещата "нова" почва.

В резултат на многобройни вегетационни изследвания, моделни полеви опити и на основата на комплексни изследвания по веригата отпадъци-почва-растителна продукция са подбрани най-перспективните почвени субстрати, които осигуряват подходящи физико-механични, агрохимични и екологосъобразни условия за добра продуктивност, а именно:

I вариант - глини +15% органичен мелиорант + 15% пепелина

II вариант - глини +15% пепелна

С подбраните варианти почвени субстрати са проведени петгодишни производствени изпитания на площ от 40 дка на насипище "Медникарово" на рудник "Трояново-3", като са използвани традиционни за района земеделски култури. Резултатите от изследванията на почвените субстрати преди и след тези полеви опити, показват положителни промени - установява се окултуряване и оструктуряване на създадените почвени субстрати, изразяващо се в нарастване съдържанието на органичното вещество и на подвижните форми на хранителните елементи. Съдържанието на тежки метали е под пределно допустимите концентрации.

Получените добиви от някои от отглежданите в района култури в т.ч.пшеница (300-360 кг/дка), ечемик (280-320 кг/дка) могат да се оценят като добри в сравнение с тези от сравнително бедните зонални почви, които са в порядъка на 250-300 кг/дка.

Производствените изпитания и подробна технико-икономическа оценка на технологията, както и количеството на изходните отпадни материали, които могат да се използват в технологията, местоположението на източниците и разстоянието до обекта за рекултивация са намерили отражение в окончателния технико-икономическия отчет (ТИО), а самата технология е одобрена и утвърдена от Министерство на земеделието и храните (МЗХ) през 2001 г.

Технико-икономическата оценка е направена, като за сравнение е използван базовия вариант или т.нар "традиционна схема", прилагана в момента - покриване на подравнени и подготвени терени с 400-500м³/дка предварително събран хумусен почвен слой, съгласно изискванията на "Наредба №26.



Общите разхода за извършване на тази хумусна рекултивация за условията на насипище "Медникарово" възлизат:

- за директна схема на изпълнение – 1166 Евро/дка
- за индиректна схема на изпълнение - 1194 Евро /дка

С най-голяма тежест в структурата на тези разходите са транспортът на хумусна почва с гумено лентов транспорт /ГЛТ/ от пред фронта на рудника до насипище "Медникарово" - около 40% и превозът с автотранспорт до подравнен терен - около 20%.

Общите разходи при прилагане на безхумусна рекултивация по I вариант - глини +15%, органичен мелиорант (торова маса)+15% пепелина, в зависимост от транспортното разстояние за транспорта на органичния мелиорант, са както следва:

- при разстояние до 43 км - 1045 Евро/дка
- при разстояние до 53 км - 1078 Евро/дка
- при разстояние до 70 км - 1118 Евро/дка

С най-голяма тежест в структурата на разходите са цената и транспортните разходи на органичния мелиорант движещи се в границите на 63-84%.

Торова маса в количество около 45-50т/дка, каквато е заложена в технологията и доставена от няколко най-близки източници, както и приблизително толкова пепелина, намираща се в непосредствена близост до обектите за рекултивация могат да осигурят създаване на почвен субстрат за рекултивацията на около 300-500 дка годишно.

Икономическата ефективност при използването на безхумусна рекултивация по I-ви вариант се изразява в намаляване на общите разходи до 19% в сравнение с хумусната технология, което води до намаляване разходите на "Мини Марица Изток" ЕАД от извършване на рекултивационни работи. Недостатък обаче е че при нея е задължително прилагането на пет годишна биологична рекултивация с предвидения в технологията сеитбооборот. Предимство е също оползотворяването на органичните отпадъци, които понастоящем замърсяват околната среда, както и на пепелината, значителното количество от която в района на "Марица Изток", създава трудни за решаване производствени и екологични проблеми.

III. Технология на базата на използването на зеолити и органозеолитови продукти

Втората технология е разработвана и изпитвана съвместно със специалисти от "НИПРОРУДА" ЕАД-София, като целта и е да се създаде и демонстрира един от възможните "безхумусни" методи за рекултивация на нарушените земи в района, посредством формирането на хранителен субстрат върху насипи от жълти и зелени плиоценски глини и глинести пясъци, чрез мелиорирането на повърхностния слой на насипите със зеолитови и органозеолитови продукти, индустриален хумус (ИХ) и изкуствени химични торове.

Обект на изследването е терен с площ от 10 дка на насипище "Медникарово" изграден и покрит със средно-песъкливо-глинести антропогенни субстрати. След подготовка и подравняването на терена, същия бе разделен на четири равни части, едната от които бе контрола, а на останалите три бяха изпитвани различни варианти. Вариантите са следните:

Вариант 1 – Индустриален хумус + органозеолитова смес тип ЕКОЛИН, 2 т/дка средно.

Вариант 2 - Зеолити 1.2 т/ дка + 120 кг/дка гуано

Вариант 3 - Зеолити 1.2 т/ дка + 240 кг/дка гуано

Вариант 4 - Контрола, 240 кг/дка гуано

След агрохимичен анализ на субстратите, бе извършено равномерно и балансирано NP /азотно-фосфорно/ торене на цялата площ и приложени едни и същи агротехнически операции. За опитни култури бяха използвани пшеница и слънчоглед.

Получената структура на вариантите в началото на мелиорацията се промени в съответствие с почвените обработки, като се наблюдават начални процеси на почвоформиране и почвообразуване. С напредване на срока на изследване контролният вариант губи окончателно структурата си. Обемната плътност на субстратите от този вариант е най-висока и в по-долните пластове е доста висока. ИХ,



влияе благоприятно и в субстратите мелиорирани с органоzeолитови материали се запазва задоволителна структура при отглеждане на окопната култура. Обемната плътност в тези антропогенни почвени субстрати е относително благоприятна и в повърхностния 0-20 см слой е установена много добра аерираност на средата. Това съществено е повлияло върху биопродуктивността на субстрата. В останалите субстрати, мелиорирани със zeолити но без ИХ, влиянието на подобрителите е много по слабо, но отчетените стойности за водоустойчивост, показват тенденция към възстановяване на по-благоприятна структура на средата. Очевидно, двегодишният период на биологична рекултивация показва начален стадий на почвообразователни процеси.

Избраната система за земеползване, респективно за биологична рекултивация в случая, не влияе отрицателно върху процесите на хумусообразуване. Използваните глинести субстрати са с относително бедна микрофлора за почви. След извеждането на опита най-високи стойности на тази микрофлора /от два до три пъти повече от контролата/ са отчетени при пробите от субстрати - Вар.1 и Вар.2, което много добре кореспондира с установените стойности за общ органичен С /въглерод/ в тези среди. Преобладават бактериите. Наличието на актиномицети и фунги показва, че е налице начална фаза на почвообразователен процес.

Мелиорирането на антропогенните субстрати, формиращи върху насипите от открит добив на въглища със zeолити и органоzeолитови смеси повишава тяхната способност за снабдяване на растенията с биогенни елементи.

Подобрената микробиална активност на субстратите от варианти 1 и 2 рефлектира върху физичните и физикохимични свойства на средата, като по този начин се ускорява процеса на биологична рекултивация.

Стойността на рекултивацията (при тригодишна биологична рекултивация с разходи съгласно фактически изразходвани материали в Пилотния Инженерингов Проект) със себестойността на отглежданите култури в зависимост от използваните материали се движи в границите 200-310 Евро/дка., което е съизмеримо със фактически изразходваните от "Мини Марица изток " ЕАД средства за **биологична** рекултивация за петгодишен период - 230 Евро/дка.

Резултатите от прилагането на тази технология, доказват, че е възможно да се осъществи безхумусна биологична рекултивация при мелиориране на антропогенните субстрати със zeолитови и органоzeолитови продукти, а формиращите се почвообразователни процеси са в начален стадий, като във всички случаи образуването на хумусоподобен хоризонт ще бъде продължителен процес.

Физикохимичните свойства на мелиорираните със zeолити варианти, са относително по-добри от тези на контролата, което рефлектира върху способността на новообразуваните субстрати да осигуряват достатъчно и в хармонично съотношение биогенни елементи за минералното хранене на растенията.

Като нейни недостатъци биха могло да се отбележат големите транспортни разстояния, както и факта, че при добива на zeолитите се разрушават природната среда в и около техните естествени находища. Технологията е утвърдена с протокол от през 2002г от МЗГ.

IV.Технология на базата на използването на технологични отпадъци от преработката на отпадъци от иглолистна дървесина

Технологията се разработва съвместно с Аграрен университет -Пловдив и е част от общата експериментална работа върху безхумусната рекултивация на нарушени терени в района на "Мини Марица изток " ЕАД. Целта на опита е да се установи въздействието на органични продукти, получени на базата на отпадъчни борови кори върху свойствата на глинестите субстрати и върху растежа и развитието на селскостопанските култури.

Полският опит за изпитване отново е заложен на същото насипище и се намира в съседство с изпитвана със zeолити технология, като площта му също е 10 дка.

Корите от иглолистна дървесина отпадат в началото на производствения цикъл за получаване на хартия, като предвид техния грубчастичен състав се налага да бъде извършено механично смилане до частици осигуряващи висока биологична активност на смлените материали а именно от



5-25мм. и пълното разрушаване на корковата тъкан. След това се прилага компостиране, което на практика е биотермичен процес на минерализация и хумификация на органичните вещества съдържащи се в борвата кора и добавянето на различни изкуствени и естествени торове.

За изпитването са заложили контрола и 8 варианта, като във всеки един от тях са поставени в различно съотношение и количество смлени борови кори, компост, азотни торове и троен суперфосфат. Тези материали се внасят на дълбочина до 30 см. и са извършени едни и същи почвени обработки. Опитът е предвиден за отглеждането на зърнени и фуражни култури, като предвид краткия период на изпитване се предвижда отглеждането на ограничен брой култури, като е започнато с пшеница.

Основните биометрични показатели, наблюдавани в процеса на извеждането на опита са: височина на разстенията, братимост, брой класоносни стебла, дължина на класа, брой на зърната в класа, като всеки един от тях е подробно описан в предадения междинен отчет на опита.

В резултат на изведения полски експеримент за изпитване на този метод могат да се отбележат следните по-важни тенденции: Биологичното разграждане на смлени борови кори протича в посока към образуване на хуминови киселини. Изпитваният органичен материал - смлян до фракция 5-25 мм и приготвеният от него компост могат да повишат органичното съдържание в глинестите субстрати.

Още през първата година се реализират добиви от отгледаната култура. Реколтираното зърно от парцелите, третирани с изпитваните органични материали превишава контролния вариант почти три пъти - до 376 кг/дка, при отчетен добив за контролата - 128 кг/дка. Резултатите от биометричните наблюдения върху отгледана в опитните парцели пшеница, показват по-високи стойности за вариантите с внесени смлени борови кори в количества 20, 40 и 60 т/дка, както и за парцелите с приложено комбинирано внасяне (смлени кори ; компост 3:1). Добавката на по-големи количества минерален азот и фосфор (различни за осъществяване на биологично разграждане на изпитвания органичен материал) не е предизвикала по-силен растеж на отгледаните растения. Предполага се, че част от внесените хранителни вещества са изразходвани в процеса на биологично разграждане. По-значим ефект от внасянето в глинестите субстрати на компост, се очаква на по-късен етап от извеждането на експеримента. Основният недостатък тук е голямото количество смлени борови кори и компостираните материали, които трябва да се транспортират до телата на насипищата, но като се има предвид големия проблем, който тези технологични отпадъци създават за генериращите ги предприятия би могло до се намери разумно и адекватно решение.

V. Алтернативен биотехнологичен метод за възстановяване на почвите.

Колектив от "Минпроект" ЕАД гр. София, съвместно със специалисти от НИПАЕ "Н. Пушкин" и Института по фуражите гр. Плевен, проведе в района производствени изпитания на биотехнологичен метод за рекултивация, базиращ се на постулата, че е възможно процесите на трансформация на растителните остатъци и образуване на почвени органични вещества (ПОВ) да се интензифицират и контролират чрез активен сеитбооборот и отглеждане на подходящи сидератни култури.

Полските изпитания на този метод за рекултивация са проведени в продължение на 3 години на опитна площ от 10 дка в района на насипище "Медникарово, където са формирани 4 варианта нови "почви", всяка на площ от 2,5 дка, както следва:

- вариант 1 - субстрат от насипището - контролен вариант;
- вариант 2 - субстрат от насипището + 70 м³/дка хумусна почва;
- вариант 3 - субстрат от насипището + 70 м³/дка хумусна почва + 50 м³/дка пепелина от ТЕЦ;
- вариант 4 - субстрат от насипището + 50 м³/дка пепелина от ТЕЦ.

С хумуса се доставя органика, съдържаща естествена почвена микрофлора, необходима за ускоряване процесите на трансформация на растителните остатъци до ПОВ, а пепелина от ТЕЦ се добавя за подобряване на механичните и водно-физичните и технологични качества на субстрата - основно за намаляване лепливостта на глините.

Чрез сеитбообращението се осигурява и доставя изходната суровина за образуването на ПОВ.



През първите две години от изпитанията в уплътнено сеитбообращение са отглеждани сидератните култури зимен фуражен грах и суданка, при което обработките на почвата са съобразени с изискванията на растенията и условията за максимално възможно поддържане на подходящ за хумификацията окислително-редукционен потенциал в субстрата и чрез внасяне на адекватни количества минерален азот в растителните остатъци на сидератите е поддържано отношение C:N 20:25.

През третата година от изпитанията за отглеждане е избрана пшеницата с цел установяване пригодността на условията, които предоставят създадените антропогенни почви, за производство на селскостопанска продукция.

Субстратите от насипище "Медникарово" (геоложките материали на разкривката) се характеризират с ниско съдържание на основните хранителни вещества - азот и фосфор, и добра запасеност с калий. Текстурата на материалите варира от глинесто-песъклива (ГП) до тежкопесъкливо-глинеца (ТПГ), но преобладаващата част е среднопесъкливо-глинеца (СПГ).

Основният критерий за пригодността на експериментираниите сидератни култури (зимен фуражен грах и суданка), като източник на органичен материал, е количеството на получаваната биомаса - надземна и коренова. Пряка и съществена връзка с това има рандеманът за образуване на почвено органично вещество. Сидератните култури показваха изключително високи качества и адаптивност към конкретните почвено-климатични условия. За периода на уплътненото сеитбообращение е постигнато високо ниво на продуктивност, осигурено е достатъчно количество биомаса - от 2086 до 3130 kg/дка, и добро първоначално натрупване на органична маса в почвите. Най-висок добив на биомаса е достигнат при "почвите" от варианти 2 и 3.

Формираните по този начин "нов тип антропогенни почви" имат променена текстура в повърхностния слой 0-20 см, като тези от варианти 2 и 3 (с внесено малко количество хумусна почва) са преминали от клас СПГ към ТПГ (физична глина от 52,8 до 55,2%), а от вариант 4 - от клас СПГ към ЛПГ.

Получените данни за агрохимичната характеристика на новоформираните "почви", след двегодишен период на зелено торене, показват, че е достигнато добро съдържание на органично вещество в слоя 0-25cm. от 1,56 до 1,81% (за варианти 2 и 3). Първоначалното натрупване на органика за контролния вариант 1 е над 2 пъти по-голямо от изходното съдържание (от 0,21 до 0,43%). Независимо че новообразуваното органично вещество вероятно не е напълно хумифицирано и минерализирано, неговото увеличение показва подобряване състоянието на новоформираните "почви". В резултат на приложения агротехнически комплекс, категорията на запасеност с подвижен фосфор за варианти 1 и 4 е повишена от слаба в, а за варианти 2 и 3 - от слаба в средна.

Екологичната характеристика на антропогенните "почви" е изследвана чрез определяне на показателя съдържание на тежки метали, като резултатите показват, че то е значително по-ниско от пределно допустимите концентрации (ПДК), което свидетелства за добро екологично състояние. Почвената реакция е слабоалкална.

Приложеният метод за рекултивация създава благоприятни условия за проява на интензивна микробиологична дейност. В резултат на заораването на голям обем органична маса от сидератите и внасянето на подходящи количества минерални торове общото съдържание на микроорганизми във всички варианти нови почви е високо - от 35,20 до 37,62 mln/g. Микробиологичната активност е основа за висок старт на рекултивационните процеси - интензивен синтез на ЛОВ, водещ до ускоряване превръщането на антропогенните "почви" в нормални.

За установяване пригодността на условията, които предоставят новоформираните "почви" за производство на селскостопанска продукция, през третата година от изпитанията е избрана за отглеждане пшеница. Реално постигнатите добиви са високи и варират от 400 до 470 kg/дка и при конкретните климатични условия превишават достигнатите от зоналните почви в района.

Резултатите от характеристиката на зърното показват изключително високо качество на получената пшеница (стъкловидност - 68%, глютен - 31%, хекто-литрово тегло - 78,3%).



Проведените производствени изпитания показват, че формираният по биотехнологичния метод нов тип антропогенни почви чрез внасяне на малко количество хумусна почва (70-100 т³/дка) към субстратите и двегодишно уплътнено използване с отглеждане на сидератни култури създава подходящи условия за проява на биологичния потенциал и високо ниво на продуктивност на отглежданите култури. За периода на изпитанията е създадено добро начално натрупване на органично вещество в "почвата" от 1,56 до 1,81%, както и задоволителен потенциал на почвено плодородие - добивът на пшеница е 420 kg/дка. Формираните "почви" имат подходящи физико-механични параметри, като съдържанието на ил е около 40%, а структурата на орния слой е с благоприятен състав, но със сравнително недобра водо-устойчивост. Внесената хумусна почва има положително влияние върху физичното състояние на новосъздадената в слоя на дълбочина до 50 cm.

Резултатите показват, че стриктното спазване на технологичния агротехнически комплекс система за обработки на почвата, сеитбооборот и минерално торене, е гаранция за успешно реализиране на целите на рекултивацията. При приложение на биотехнологичния метод се постига 4-5кратно намаляване количеството на използвания хумусен материал за рекултивация на 1 дка, като производственият ефект от получаваната селскостопанска продукция не отстъпва на постигнатия при прилаганата понастоящем технология с хумусно покритие. Разработената на базата на този метод за рекултивация технология е приета за внедряване от Междудуведомствен експертен съвет на Министерството на земеделието и горите през 2002г.

VI. Заключение

В заключение трябва да спомена, че за по-бързо възстановяване на нарушените терени от открития въгледобив, освен в търсенето на нови и внедряването на изброените по горе технологии, "Мини Марица изток" ЕАД работи и в насока за създаването на съвсем нови теренни и ландшафтни форми, съчетаващи площи за земеделско ползване, залесени площи, водни площи, обособени зони за отдих и рекреация, спортни площадки и др.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Минно-технологично развитие на рудниците на Мини "Марица-изток" ЕАД. Фонд "Минпроект" ЕАД, 2002.
2. Чакалов, К., Т. Попова, Ек. Филчева, К. Димитров. Възстановяване на нарушени земи в района на "Марица-изток" със зеолитови продукти. Сп. "Минно дело и геология", 6, 2002.
3. К. Трендафилов, Б. Янков. Изпитване на метод за безхумусна рекултивация, чрез използване на технологични отпадъци от преработката на иглолистна дървесина, 2000.
4. Вълков, В., Ив. Касалова, М. Нешева, Св. Маринова. Безхумусна рекултивация – реална алтернатива за възстановяване на нарушени земи в района на "Марица-изток". Сп. "Минно дело и геология", 5-6, 1998.
5. Вълков, В, Димитров И., Пачев И, Биотехнологичен метод за рекултивация на нарушени терени в района на Мини "Марица-изток"
6. Karastanov, S., P. Tomov, I. Pachev, E. Filcheva. Humufication as a basic process in biological reclamation of humus materials. "Jornal of Balkan Ecology", v.3,4, 2000.
7. И. Гърбучев, С. Личев, П. Трейкяшки, П. Каменов. Пригодност на субстратите за рекултивация на земите в района на "Марица-изток", С.1975.