



Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје

ПРАКТИКУМ по АНАЛИЗА НА ЃУБРИВА

д-р ХРИСТИНА ПОПОСКА



Скопје, 2025 година

Издавач:

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје
 Бул. „Гоце Делчев“ бр. 9, 1000 Скопје
 www.ukim.edu.mk

Уредник за издавачка дејност на УКИМ:

проф. д-р Биљана Ангелова, ректор

Уредник на публикацијата:

д-р Христина Попоска

Рецензенти:

1. проф.д-р Валентина Пеливаноска
2. проф. д-р Хамдија Чивиќ
3. проф. д-р Душко Мукаетов
4. проф. д-р Марјан Андреевски

Техничка обработка:

д-р Христина Попоска

Лектура на македонски јазик:

Бисерка Токовска-Стевчевска

Илустратор:

д-р Христина Попоска

CIP - Каталогизација во публикација
 Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје

631.8(036)

ПОПОСКА, Христина

Практикум по анализа на ѓубрива [Електронски извор] / Христина Попоска;
 [илустратор Христина Попоска]. - Скопје: Универзитет "Св. Кирил и Методиј", 2025

Начин на пристапување (URL):

<https://www.ukim.edu.mk/e-izdanija/ZI/Praktikum-po-analiza-na-gjubriva.pdf>.

- Текст во PDF формат, содржи 63 стр., илустр. - Наслов преземен од екранот. - Опис на изворот на ден 30.01.2025. - Фусноти кон текстот. -

Библиографија: стр. 61-63

ISBN 978-9989-43-523-2

а) Анализа на ѓубрива -- Практикуми

COBISS.MK-ID 65175045



СОДРЖИНА

Предговор	3
ЃУБРИВА	4
1. ОПШТИ УПАТСТВА ЗА РАБОТА ВО ЛАБОРАТОРИЈА	6
1.1. Безбедносни мерки при работа во лабораторија	8
1.2. Прва помош во лабораторија.....	9
1.3. Лабораториски прибор	11
2. АНАЛИЗА НА ОРГАНСКИ И МИНЕРАЛНИ ЃУБРИВА	13
2.1. ОРГАНСКИ ЃУБРИВА	14
2.1.1. Земање примероци и нивна подготовка за анализа	14
2.1.2. Определување содржина на влага во органски ѓубрива	18
2.1.3. Определување пепел и органска материја во органски ѓубрива.....	19
2.1.4. Определување реакција (pH) во органски ѓубрива.....	20
2.1.5. Определување на електрична спроводливост (EC) во органски ѓубрива... 21	
2.1.6. Определување на вкупни форми на азот, фосфор и калиум во органски ѓубрива	22
2.1.7. Определување на органски јаглерод во органски ѓубрива	28
2.1.8. Определување на вкупен јаглерод и азот C/N во органски ѓубрива со помош на CHN анализатор	31
2.1.9. Определување ниво на фитотокичност	32
2.1.10. Определување на активна и потенцијална киселост кај тресет	34
2.2. МИНЕРАЛНИ ЃУБРИВА	36
2.2.1. Земање примероци и нивна подготовка	36
2.2.2. Определување на гранулометриски состав.....	40
2.2.3. Подготовка на примерок минерално ѓубриво за анализа.....	40
2.2.4. Определување содржина на влага во минерални ѓубрива	41
2.2.5. Определување реакција (pH) во минерални ѓубрива	42
2.2.6. Определување на амонијачен ($\text{NH}_4\text{-N}$) и нитратен азот ($\text{NO}_3\text{-N}$) во минерални ѓубрива.....	43
2.2.7. Определување на амиден азот.....	45
2.2.8. Определување содржина на фосфати во минерални ѓубрива	47
2.2.9. Определување калиум во минерални ѓубрива	50
ПРИЛОГ	52
ЛИТЕРАТУРА	61



Предговор

Воведувањето на нова и современа агротехника, нови и подобрени стари сорти, хибриди добиени по пат на селекција, мерки за нега и заштита на растенијата, придонесе за голем напредок во растителното производство. Но и покрај сето наведено, сепак останува неоспорно, дека покрај сите преземни активности во тој правец, најголем дел во постигнувањето на добрите резултати припаѓа на примената на нови мерки во полето на исхраната на растенијата - ѓубрењето.

Ѓубрењето е агротехничка мерка преку која се врши аплицирање материи т.н. ѓубрива, кои директно или индиректно ги користат растенијата за својот раст и развој, за зголемување на приносот и за подобрување на квалитетот.

Правилниот избор и доброто планирање на агротехничката мерка ѓубрење, имаат големо влијание врз минимизирањето на негативните влијанија врз животната средина, одржувањето и подобрувањето на приносот, како и заштеда на финансиските средства на земјоделските производители.

Подобрувањето на растителното производство преку исхраната на растенијата, како квантитативно, така и квалитативно, спаѓа во предметните задачи за проучување на почвите и исхраната на растенијата во рамки на наставната програма при УКИМ Земјоделски институт, Скопје.

При преземање на конкретни мерки за зголемување на приносот и правилна употреба на ѓубривата, покрај точно утврдените вредности за количината на хранливи материи во почвата и потребите на растението од истите, потребно е точно да се утврдат вредностите за физичките и хемиските својства на ѓубривата. Точните вредности за овие податоци, можат да бидат потврдени единствено преку лабораториска анализа, со примена на стандардизирани методи, калибрирана опрема и едуциран стручен кадар. Заради тоа во овој практикум, детално се опишани методите за анализа на органските и минералните ѓубрива, како дел од наставната програма.

Се надевам дека Практикумот корисно ќе послужи кај студентите за совладување на предвиденото градиво и изработката на идните тези, но и за сите заинтересирани страни кои се директно вклучени во земјоделското производство.

Скопје, 2025 год.

Автор



ЃУБРИВА

Што се ѓубрива?

Во литературата постојат повеќе дефиниции за ѓубривата, меѓу кои се:

- Ѓубривата се материји што посредно или непосредно културните растенија ги користат за растење, зголемување на приносите или за подобрување на квалитетот (Јекиќ и Џекова, 1985).
- Ѓубриво е кој било материјал од природно или синтетичко потекло кое се аплицира на почвата или растителното ткиво, со цел да се обезбедат еден или повеќе хранливи елементи, неопходни за развој на растенијата (Scherer et al., 2009).
- Ѓубривата се соединенија или мешавини во цврста, течна или гасовите форма, кои ги снабдуваат растенијата со есенцијални хранливи материји во растворливи форми, кои се погодни и безбедни за ракување, аплицирани преку почвата или растенијата (Angus, 2012).
- Производ за ѓубрење е супстанција, мешавина, микроорганизам или кој било друг материјал што се нанесува или е наменет за нанесување на растенијата или нивната ризосфера во почвата, или на габи или нивната микосфера, или што е наменета да ја сочинува ризосферата или микосферата, независно или измешано со друг материјал, со цел да се снабдат растенијата или габите со хранливи материји или да се подобри ефикасноста на нивната исхрана кога се пласираат на пазарот на Европската Унија (Regulation (EU) 2019/1009).

Како се делат ѓубривата?

Постојат разни поделби на ѓубривата, и тоа:

1. Според хемискиот состав:
 - Органски – кои содржат значителна количина на органска материја од растително или животинско потекло, во кои хранливите материји се во форма на органски соединенија;
 - Минерални – во кои хранливите материји се во минерална форма во форма на минерални соединенија.
2. Според потеклото:
 - Природни – произведени директно на фараме, од материјали од растително и животинско потекло;
 - Индустриски (комерцијални) – произведени по индустриски (вештачки) пат.
3. Според брзината на дејството:
 - Директни (растителени ѓубрива) – кои првенствено ја подобруваат исхраната на растенијата, бидејќи содржат достапни хранливи материји во истата година на аплицирање;
 - Индиректни (почвени ѓубрива) – кои пред сè, ги подобруваат својствата на почвата во наредните неколку години.
4. Според содржината на хранливи материји:
 - Единечни – составени само од една хранлива материја (N, P, K);
 - Сложени – составени од повеќе хранливи материји (NP, NK, PK, NPK, NPK + ME и др.)
5. Според времето на користење:
 - Основни - кои се аплицираат при обработката на почвата;
 - Стартни - кои се аплицираат непосредно пред почеток на вегетацијата;



- Ѓубрива за прихрана - кои се аплицираат во текот на вегетациската сезона.

Кој се основните принципи на нивна примена?

- На растенијата им се потребни 17 елемента за нормален раст и развој. Јаглеродот, водородот и кислородот доаѓаат од воздухот и водата, додека почвата е главен извор на сите останати хранливи елементи;
- Примарните/макро-хранливи елементи (азот, фосфор и калиум) се користат во релативно големи количини од страна на растенијата и често се надополнуваат преку ѓубривата;
- Познавање на т.н „биолошки живот“ во почвата, бидејќи здравата почвена популација на микроорганизми овозможува повеќе хранливи материи достапни за растенијата;
- Следење на содржината на хранливи материи во почвата, преку редована контрола – анализа на почвата на секои 4 години;
- Подготовка и примена на план за ѓубрење, изработен врз основа на почвена анализа, потреби на растенијата кои ќе се одгледуваат и достапност на ѓубривата на пазарот;
- Правилен избор на ѓубриво (тип, формулација, производител и сл.);
- Избор на вистински метод на негова апликација;
- Избор на вистинско време и точна количина на негова апликација;
- Прекумерно или недоволното ѓубрење може да влијае врз добивката/финансиите на производителот. *Прекумерната употреба на ѓубрива ги зголемува трошоците и има негативно влијание врз животната средина, додека пак недоволната употреба го намалува приносот, а со тоа и приходот.*



1. ОПШТИ УПАТСТВА ЗА РАБОТА ВО ЛАБОРАТОРИЈА

За успешно изведување на лабораториските анализи, вработените/студентите треба да бидат запознаени со општите упатства и правила за безбедност при работа во лабораторија:

- Значајно е познавањето на лабораториската стракларија и прибор, како и темелно разбирање на принципите и техниките на инструменталните аналитички методи кои најчесто се користат во лабораторијата (колориметрија, спектрофотометрија, пламенафотометрија, атомска емисиjsка спектрометрија со индуктивно спрегната плазма и др.);
- За време на вежбите, задолжително е носење на лабораториски мантили, заштитни ракавици и очила (по потреба);
- Пред почетокот со работа, треба да се изврши проверка на лабораторискиот инвентар и да се пријави евентуална штета или недостаток;
- Се препорачува претходна информираност за методот на работа кој ќе се изведува за време на одржувањето на вежбата;
- Доколку се користат агресивни, токсични и испарливи реагенси, задолжително е користење на дигесториум, со цел да не дојде до вдишување на штетните испарувања од страна на вработениот/студентот;
- Хемикалиите во цврста состојба секогаш се земаат со чиста и сува лабораториска лажица;
- За секоја хемикалија или раствор треба да се користи посебна пипета, бирета или спатула, која по секое користење се измива и суши;
- При употреба на органски растворувачи, истите да не се истураат во лабораториското корито, туку во посебни контејнери за таа намена;
- Неискористениот дел од силни киселини или бази по нивното разредување, може да бидат истурени во лабораториското корито, со употреба на силен млаз вода;
- При разредување киселина, никогаш не се додава вода во киселината, туку обратно (киселина во вода) со постојано мешање;
- При користењето на пипета, секогаш дополнително се користи и чашка, во која се сипува приготвениот раствор од тубата/шишето;
- При постапката пипетирање секогаш се користи и пипетор, никогаш да не се врши пипетирање со уста;
- При загревање на садот во кој има хемикалија, отворот на садот никогаш не треба да биде свртен кон вас или колегите. За таа цел користете штипалка или ракавици;
- Хемикалиите што се запаливи треба да се држат подалеку од отворен пламен;
- По завршувањето на анализите, целокупниот прибор треба да се измие, исуши и да се одложи на соодветното место за чување;
- На крајот од вежбата, задолжително е миење на рацете со сапун и вода;
- При секоја можна повреда, треба да се применат мерките од упатството за прва помош во лабораторија и да се побара помош.



	
Мантил	Ракавици
	
Заштитни очила	Заштитна маска
	
Вага	Сушница
	
Клацкалка	pH метар
	
Пламенфотометар	Спектрофотометар
	
Дестилатор за азот	Логер за температура

Слика 1. Основна лабораториска опрема



1.1. Безбедносни мерки при работа во лабораторија

Познавањето на мерките за безбедност при работа во лабораторијата и нивното почитување се неопходен чекор за обезбедување на правилно и безбедно функционирање на секоја лабораторија и вработените во неа. Меѓу многубројните мерки се и:

- При работа во лабораторија, мора да бидат присутни најмалку две лица;
- Никогаш не се изведува анализа доколку нема детално упатство;
- Кај апарат кој користи гас за своето функционирање, по завршувањето со работата, задолжително се затвора доводот на гасот и се врши проверка;
- Не се загреваат предмети од обично стакло, бидејќи лесно пукаат;
- Предмети од хемиско стакло се загреваат преку керамичка мрежа;
- Доколку растворот е топол, постепено се пресипува во друг сад;
- При кршење на стакло или друг цврст материјал, се користат ракавици, метла и сад во кој истите ќе бидат одделени од остатокот на отпад;
- Пред користење на секоја хемикалија, внимателно се чита називот на амбалажата, бидејќи погрешно земена хемиклаија може да предизвика повреди;
- При направена грешка во работата (избор на хемикалија, мерење на вага, пипетирање, истурање на хемикалија/раствор и сл.) истата задолжително се пријавува кај одговорното лице;
- При оштетување на кожата, треба да се постапи според упатството за прва помош;
- Во случај на палење на гардеробата, не треба да се трча (со трчањето пламенот се интензивира), треба да застане, да се покријат лицето и устатат со рацете и да се тркалате по подот, за да може пламенот да се изгаси;
- Добра информираност на присутните во лабораторијата за местото на чување на апаратот за гасење на пожар и сретствата за прва помош;
- Во случај на пожар, вратите и прозорите се затвараат, бидејќи движењето на воздухот носи кислород кој го интензивира пламенот.



1.2. Прва помош во лабораторија

Во добро опремени лаборатории, каде се работи внимателно и се почитуваат работните процедури, можностите за несреќа треба да бидат сведени на минимум. Затоа е многу важно да се познаваат општите правила за давање на прва помош и местото каде се чуваат сретсвата за таа цел.

Комплетот за прва помош треба да стои на место достапно за целиот персонал во лабораторијата и за истото треба да бидат информирани сите вработени.

Прва помош дава најблиската личност во лабораторијата, а во случај на тешки повреди веднаш треба да се повика **Брза помош (повикај 194)** или повреденото лице да се однесе во најблиската амбуланта или болница.

За да се намалат можностите за повреда при работа, потребно е:

- Задолжително носење на заштитни очила при работа со опасни хемикалии, кои може да го оштетат видот за многу кратко време. При незгода, очите треба да се мијат со вода во период од 10-15 минути непрекинато, а потоа лицето треба ја посети најблиската болница.

- При голтање на хемикалија, истата веднаш треба да се исплука и устата темелно да се исплакне со вода. Бидејќи хемикалиите имаат различен степен на отровност, називот на хемикалијата треба да се запомни и да се информира лекарот во болница.

- При истурена хемикалија/раствор на кожата, веднаш треба да се изврши неутрализација, односно местото повредено од киселина да се неутрализира со сода бикарбона, а она со база да се неутрализира со борна киселина.

- При зафаќање со оган на гарадеробата или косата, повреденото лице треба веднаш да се завитка со ќебе и да се тркала по подот, на кој начин би се спречило интензивирањето на пламенот. По гаснењето на огнот, повреденото лице веднаш треба да се однесе во најблиската болница или се повикува брза помош во зависност од сериозноста на повредите.

При пожар во просторијата: во зависност од околностите се употребува апаратот за гаснење пожар, се исклучуваат брелерите доколку се вклучени како и главниот доведен вентил за плин, се исклучуваат инструментите од струја и се напушта просторијата. Лицата повредени во пожарот се третираат како што е опишано погоре.

- При крварење предизвикано од мала исеченица, раната се притиска со стерилна газа, се мие со сапун и вода, се суши и се лепи стерилен фластер. Доколку крварењето е интензивно, повредениот дел од телото ако е можно се подига и се притиска со стерилна газа, а истовремено се повикува брза помош.

- При вдишување на чад или пареа од хемикалија, вработениот/студентот треба веднаш да ја напушти просторијата и да ја затвори вратата, за да не дојде до ширење на чадот. Повредените се носат во болница или се повикува брза помош, во зависност од степенот на повредата. Просторијата добро се проветрува пред персоналот да се врати повторно во неа.

Работните процедури при кои се ослободуваат гасови или чад се изведуваат во дигестор, со што се намалува можноста за незгода.

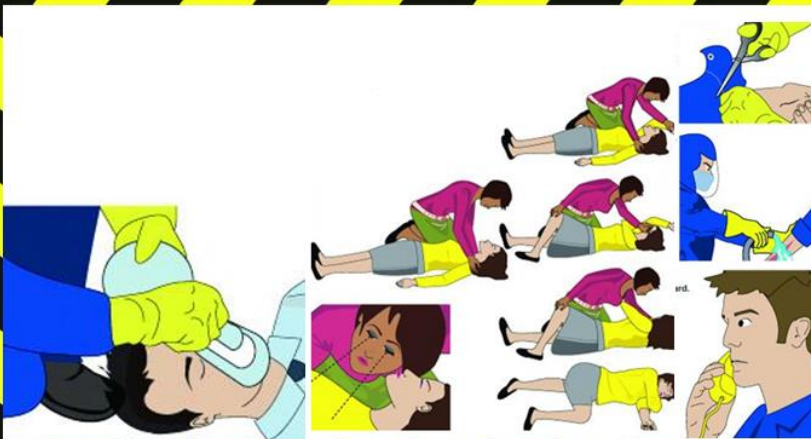
- При појава на несвестица, важно е да го поставите повреденото лице во лежечка положба (лежејќи на едната страна), по можност лево и да ставите перница или палто под главата. Следно, проверете ги дишните патишта за да ја елиминирате можноста за блокирање, извадете го ременот или многу тесни предмети и проверете дали лицето има доволно воздух, отстранувајќи ги луѓето околу нив. Обидете се да му помогнете да се освести, со прскање на лицето со ладна вода или со лесно плескање по образот на повреденото лице.





Полиција 192

Слика 2. Итни броеви



Слика 3. Прва помош во лабораторија

1.3. Лабораториски прибор

За правилна работа во лабораторијата неопходно е добро познавање и користење на лабораторискиот прибор.

Најчесто се користи прибор изработен од стакло, бидејќи истото е отпорно на најголемиот број на хемикалии, лесно се чисти и овозможува работа во различни експериментални услови. Најчесто, се разликува хемиско и стакло за специјална употреба. Приборот изработен од обично стакло не треба да се загрева, бидејќи не е отпорно на температурни промени. Приборот изработен од хемиско или лабораториско стакло, чии својства се подобрени како резултат на додадени B_2O_3 , Al_2O_3 и SiO_2 , има мал коефициент на ширење и е поотпорно на топлотен стрес. Сепак, се препорачува загревањето да се изведува внимателно и постепено, за да не би дојде до негово пукање, како резултат на брзо и нерамномерно загревање.

Калибрираниот прибор не смее да се загрева ниту да се суши на зголемена температура, бидејќи ширењето и стегањето на стаклото не е реверзибилен процес и може да дојде до промена во волуменот на садот.

Често, во лабораторија се употребува и прибор од порцелан или пластика, како и прибор изработен од други материјали. Во лабораторија се употребува и пластичен прибор, а најчесто употребуван е материјалот тефлон (пластичен полимер), кој е отпорен на различни агресивни хемикалии, како и перфлуороалкокси кополимер (PFA) и перфлуороетен-пропен кополимер (FEP).

По секоја употреба, се врши основно миеење на приборот со соодветен детергент, топла вода, четка и сунѓер. По измивањето, неколку пати се плакне со дестилирана вода, а доколку е потребно се плакне и со дејонизирана вода.

Дестилирана вода е прочистена вода што се добива со вриење на водата и кондензација на чистата водена пареа во свеж контејнер. Процесот на дестилација ги отстранува повеќето нечистотии, па затоа е ефикасен метод за третман на вода.

Под претпоставка, дека за добивање на дестилирана вода се користи проточна вода (од чешма) или изворска вода, се смета дека истата е доволно чиста за скоро сите лабораториски апликации. Се користи за: растворање и подготовка на раствори, чистење на приборот, стерилизација на опремата и др.

Дејонизирана вода е чиста вода, третирана со јоноизменувачка смола, од која целосно или делумно се отстранети јонските нечистотии. Се користи за: подготовка на растворувачи (лекови, ѓубрива и сл.), при стандардни калибрации, миеење на лабораториски прибор од стакло и др. Бидејќи дејонизираната вода е корозивна, нетреба да се користи при долготраен контакт со метали.

По миеењето, приборот се суши на собна температура или во сушница на 100 до 120 °C. Кога е неопходно се плакне и со соодветни раствори, односно агресивни сретства, како што се: 6M HCl за отстранување на нечистотија од неорганско потекло; заситен раствор KOH или NaOH во етанол за отстранување на нечистотија од органско потекло; хромна киселина – раствор од натриум дихромат во концентрирана сулфурна киселина (87 mL H_2SO_4 + 10 g $Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$ + 50 mL вода) за отстранување на нечистотија од органско потекло; царска вода – смеса од концентрирана HCl и HNO_3 во однос 3:1, силно оксидациско средство, кое раствора и благородни метали.



	
Градуирана пипета	Волуметриска пипета
	
Бирета	Автоматска бирета
	
Мензура	Лабораториска чаша
	
Ерленмаер	Волуметриска тиквица
	
Ексикатор	Веgegлас
	
Пипетор	

Слика 4. Основен лабораториски прибор



2. АНАЛИЗА НА ОРГАНСКИ И МИНЕРАЛНИ ЃУБРИВА

Правилниот избор на ѓубриво кое фармерот ќе го употреби, зависи од многу фактори, како што е изборот на културата што се одгледува, нејзините потреби во однос на хранливите материи, плодноста на почвата, финансиската состојба, влијанието врз животната средина, како и достапноста/понудата на ѓубривата на пазарот и нивниот квалитет.

Основна споредба помеѓу	
ОРГАНСКИ ЃУБРИВА	МИНЕРАЛНИ ЃУБРИВА
Природно потекло	Синтетичко/индустриско потекло
Обемен и волумнозен материјал во природна состојба	Компактен и концентриран материјал во природна состојба
Ниска концентрација на хранливи материи, но висока содржина на органска материја	Висока концентрација на хранливи материи
Висока варијабилност/променливост на хемискиот состав, во зависност од условите	Хемискиот состав е константен/постојан
Управувањето, складирањето и транспортот се тешки за изведување	Управувањето, складирањето и транспортот се лесни за изведување
Се аплицираат во големи количини	Се аплицираат во помали количини
Ги подобруваат физичките, хемиските и билошките својства на почвата	Континуираната употреба ја влошува состојбата на почвата
Бавен процес на трансформација на хранливите материи од недостапна во достапна форма за растенијата	Хранливите материи се веднаш достапни за растенијата
Нема штетено влијание врз почвата при неконтролирана употреба	Има штетено влијание врз почвата при неконтролирана употреба
Ниска цена на пазарот	Висока цена на пазарот
Пример: шталско ѓубриво, компост, зелено ѓубриво и др.	Пример: уреа, амониум нитрат (шалитра), KAN (тарана), MAP, суперфосфат, калиум хлорид, калиум сулфат и др.



2.1. ОРГАНСКИ ЃУБРИВА

2.1.1. Земање примероци и нивна подготовка за анализа

Заради високата содржина на органска материја, органските ѓубрива претставуваат хетерогена маса, која според потеклото и начинот на добивање се дели на:

- Индустриско органско ѓубриво – отпадоци или споредни (нус) производи добиени во прехранбената индустрија, во која група спаѓаат: рибино брашно, коскено брашно, отпадоци од маслодајната, пивската индустрија и др.
- Природно органско ѓубриво – материјали кои се од растително или животинско потекло, во која група спаѓаат: различни видови на шталско ѓубриво, компост, зелено ѓубрење (сидерација) и др.

Заради високата хетерогеност на овие ѓубрива, постапката на земање примероци за анализа најмногу зависи од видот на ѓубривото, па така:

- При земање примероци од индустриски органски ѓубрива, кои најчесто имаат зрнеста структура и релативно хомоген состав, постапката за земање на примероци се врши по методологијата за земање на примероци кај минерални ѓубрива (2.2.1. Земање примероци и нивна подготовка).
- При земање примероци од природни органски ѓубрива, кај кои материјалот е во растресена/недефинирана форма, постапката е опишана подолу.

Земање примероци од природни органски ѓубрива

Собирањето на репрезентативен примерок за анализа се смета за најзначаен фактор кој влијае врз точноста на резултатите од анализата за определување на хемискиот состав на органското ѓубриво. Заради тоа, секое стручно лице кое врши земање примероци, потребно е големо внимание да насочи кон времето и постапката на земање на примерокот.

Како најдобро време за земање примерок за анализа на ѓубривото, односно определувањето на неговиот хемиски состав, се предлага периодот:

- пред аплицирање на ѓубривото на парцелата каде што постои можност примерокот да не биде репрезентативен, заради честата непристапност до сите страни на купот на местото каде што се чува ѓубривото;
- за време на процесот на аплицирање на ѓубривото на парцелата кога постои најдобра можност за земање на репрезентативен примерок. Во овој случај, негативна страна на постапката е што резултатите од анализите на ѓубривото не можат да бидат искористени во пресметката за неопходната количина на ѓубриво која е потребно да се аплицира. Но, истите можат да бидат употребни подоцна, за следните количини на ѓубрива кои треба да бидат аплицирани.

Примероците од ѓубривото се земаат со чиста челична или пластична лопатка, чашка или пак сонда (за земање примероци од подлабоките слоеви) и се собираат во чиста пластична кофа (пр. од 5 литра). Во кофата се меша материјалот со цел да се подготви хомогенизиран (репрезентативен) примерок.

Се препорачува користење алатки и опрема изработени од нерѓосувачки челик и пластика, заради можноста за нивно темелно чистење помеѓу постапката на земање на различни примероци, со цел да се спречи контаминација на истите.

Не се препорачува да се користат галванизирани контејнери и стаклена опрема бидејќи истите можат да имаат влијание врз резултатите од анализата или да предизвикаат повреди при самата постапка на земање примероци.





Слика 5. Опрема за земање на примероци кај органски ѓубрива

Постапките за земање примероци се разликуваат во зависност од тоа дали ѓубривото е во цврста или течна агрегатна состојба, па така:

- кога ѓубривото е во цврста агрегатна состојба се земаат најмалку 5 - 10 поединечни проби во зависност од големината на купот ѓубриво (рамномерно по целата негова должина, ширина и длабочина). Земените поединечни проби темелно се мешаат во кофа или на пластична фолија и се формира една просечна проба со маса од 1 до 2 kg. Се препорачува да се земат примероци од товарениот материјал, при почетокот на транспортот на ѓубривото, на средината и на крајот од процесот.
- кога ѓубривото е во полу-течна, односно течна агрегатна состојба (содржи помалку од 10 % сува материја), се земаат најмалку 5 примерока, а масата на секоја поединечна проба треба да биде 0,5 до 1 L, додека масата на просечната проба од 1,5 до 2 L.

Доколку ѓубривото не е правилно измешано во базенот каде што се чува, најголемиот дел од азотот и калиумот ќе бидат концентрирани во горниот течен слој, додека фосфорот ќе биде повеќе концентриран во акумулираните цврсти материји на дното од базенот. Заради тоа, за да се земе репрезентативен примерок, неопходно е правилно мешање на течната маса во базенот каде што се чува ѓубривото. Но, бидејќи е многу тешко да се врши мешање на течноста во големи базени за складирање на овој тип ѓубриво, најдобро време за земање примероци за анализа е при празнење на базените заради транспорт на ѓубривото на парцела. При тоа, неопходно е да се внимава на промените кои може да настанат при празнењето на базените и земањето на примероците. Доколку при празнењето на базенот се забележи разлика во конзистентноста или бојата на течното ѓубриво, се препорачува земање на неколку посебни просечни проби. Во случај кога постојат услови за правилно мешање и униформност на течноста, доволна е само една просечна проба.

Кога течното ѓубриво се аплицира преку системот за наводнување со распрскувачи, примероците се земаат директно при самиот процес на распрскување на ѓубривото на парцелата. Во тој случај се смета дека најточна е вредноста добиена за содржината на достапен азот во амонијачна форма во ѓубривото.

Просечната проба од органското ѓубриво се чува во пластичен сад или кеса, која треба да зафаќа $\frac{3}{4}$ од вкупниот волумен на садот за транспорт, заради можноста од ослободување на гасовите, истекување или губење на влагата. Примероците треба да се чуваат на ниска температура (фрижидер за таа намена) или истите треба да се замрзнат доколку не постои можност за нивен транспорт до лабораторијата во текот на денот кога се земени примероците.



Врз точноста на резултатите добиени во лабораторија, покрај тоа што влијание има постапката за земање примероци, големо влијание има и должината на времето во кое примерокот може да се одржи до неговото тестирање, термин познат како „holding time“ (EPA, 2001).

Табела 1. Максимално препорачано време за складирање на течно или цврсто ѓубриво кое се чува на ≤ 6 °C пред изведување на лабораториски анализи

Анализа	Препорачано време за чување/складирање на примероци ѓубриво
pH	7 дена
Вкупен азот (Kjeldahl метод)	7 дена
Амонијачен азот	7 дена
Нитратен азот	7 дена
ЕС	28 дена
Вкупни форми на P, K, Ca, Mg, Cu, Zn	проба: 14 дена екстракт: 6 месеца
Водо-растворлив фосфор	21 ден
Вкупни растворливи материи	7 дена
Хлориди	28 дена

*Brimmer et al. (2022)

Најчести, основни параметри кои лабораторијата се препорачува да ги анализира се:

- содржина на влага,
- содржина на пепел и органска материја,
- содржина на вкупен азот (N),
- содржина на вкупен фосфор (P),
- содржина на вкупен калиум (K).

Дополнителни анализи кои можат да бидат корисни вклучуваат и анализа на:

- pH - вредност се препорачува кога ѓубривото се аплицира по површината на почвата, бидејќи при висока pH - вредност на ѓубривото се зголемува количината на ослободен амонијак во атмосферата;
- електрична спроводливост (ЕС) се препорачува кај засолени или алкализирани почви;
- однос помеѓу јаглерод-азот (C : N) се препорачува при анализа на компост или ѓубрива што содржат висок процент на постелка. Овој параметар е показател за степенот на достапност на азотот за растенијата, веднаш по апликацијата на ѓубривото.
- содржина на секундарни макроеlementи (Ca, Mg и S) и микроelementи (Cl, Na, Cu, Mn, Zn и Fe), кои најчесто овие ѓубрива ги содржат во значителни количини достапни за растенијата и заради тоа не се препорачуваат анализи за нивно определување.

Забелешка: Квалитетот на ѓубривото, односно неговиот состав зависи од многу фактори, меѓу кои се: видот на животното, неговата возраст, телесна тежина, пол, материјалот со кој се храни животното и материјалот на неговата постелка, температурата и содржината на влага, како и начинот на складирање на ѓубривото и неговото аплицирање на парцелата.

Промените во содржината на хранливите материи во ѓубривото, најчесто се јавуваат при неговото управување/менаџирање, складирање, како резултат на испарување, измивање, истекување, ерозија и сл. Заради тоа, се препорачува правилно чување на



ѓубривото во соодветни купови и негово заорување (инкорпирање) во почвата ВЕДНАШ по алицирањето на парцелата. Во тој случај би се обезбедило зачувување на квалитетните својства на ѓубривото и заштита на животната средина (од протекување или инфилтрација на хранливите материји од ѓубривата во почвата и водите, како и емисија на штетни гасови во атмосферата).

Табела 2. Загуби на азот во период од 4 дена по апликација на органско ѓубриво

<i>Метод на апликација</i>	<i>Тип на ѓубриво</i>	<i>Загуби на азот (%)</i>
Расфрлање по површината	Цврсто	15 - 30
	Течно	10 - 25
Расфрлање по површината и негово заорување веднаш	Цврсто	1 - 5
	Течно	1 - 5
Аплицирање (инектирање) во почвата	Течно	0 - 2
Аплицирање преку системот за наводнување (вештачки дожд/систем капка по капка)	Течно	15 - 40

*Murphy (2009)



2.1.2. Определување содржина на влага во органски ѓубрива

Принцип

Примерокот се суши во сушница до константна маса, се лади во ексикатор и се мери. Од разликата помеѓу масата пред и по сушење, се одредува содржината на влага.

Прибор за работа

- сад за сушење (вегелас);
- аналитичка вага;
- сушница;
- ексикатор.

Постапка

Во сушница на температура од 105 °C, во времетраење од 2 часа, се сушат вегеласи (со отворено капаче) според бројот на проби за анализа. По сушењето истите се пренесуваат во ексикатор, а по ладењето се мерат на вага и вредноста се запишува, со точност од 0,001.

Во секој вегелас се додава по 10 g примерок од влажно ѓубриво, и истиот со отворено капаче се поставува во сушница, на температура од 100 до 105 °C. Не се препорачува сушење на повисока температура, бидејќи доаѓа до согорување на органската материја од ѓубривото.

Вегеласот со пробата се суши во сушница на температура од 100 до 105 °C, во времетраење од 5 часа, односно до добивање на константна маса.

По сушењето вегеласот се пренесува во ексикатор (со отворено капаче), а по ладењето се мери (со затворено капаче) на вага со точност од 0,001. Добиените вредности се запишуваат и се пристапува кон пресметка на содржината на влага во примерокот од органско ѓубриво.

Пресметка

$$\% \text{ влага} = \frac{(m_2 - m_1) \times 100}{m_2 - m_0}$$

m_0 - маса на празен вегелас со капаче, g

m_1 - маса на вегелас со капаче и примерок ѓубриво по сушење, g

m_2 - маса на вегелас со капаче и примерок ѓубриво пред сушење, g



2.1.3. Определување пепел и органска материја во органски ѓубрива

Опрема

- порцелански тигел;
- ексикатор;
- муфелна печка.

Постапка

Дел од примерокот кој е сушен заради одредување влага, се пренесува во порцелански тигел (кој е претходно сушен во муфелна печка, оладен во ексикатор и измерен) и се жари во муфелна печка на 440 °C (со постепено зголемување на температурата), додека примерокот не премине во форма на пепел.

По ладењето на тигелот во ексикатор се врши негово мерење.

Забелешка: Доколку се врши анализа на тресет, кој ќе се користи како гориво, тогаш постапката се изведува на температура од 750 °C.

Пресметка

$$\% \text{ пепел} = \frac{m_2 \times 100}{m_3}$$

m_2 - маса на пепел, g

m_3 - маса на суво ѓубриво, сушено на 105 °C, g

$$\% \text{ органска материја} = 100 - \% \text{ пепел}$$



2.1.4. Определување реакција (pH) во органски ѓубрива

Принцип

Со овој метод се определува реакцијата (pH) на подобрувачите на почва и супстратите на раст, без разлика дали се од органско или минерално потекло.

Реагенси

- дестилирана вода;
- пуфер за калибрирање на pH - метар (се препорачува да се користат најмалку два пуфера за калибрација).

Прибор за работа

- хоризонтална клацкалка;
- термометар или логер за амбиентална температура;
- лажица, со познат капацитет од најмалку 5 ml;
- сад изработен од боросиликатно стакло или полиетилен со добро зацврстено капаче или тапа;
- pH - метар.

Постапка

Со помош на лажица се земаат најмалку 5 ml од примерокот за анализа и се ставаат во сад за мешање, во кој се додава и дестилирана вода со пет-пати поголем волумен од волуменот на примерокот. Примерок од органско ѓубриво за анализа се препорачува да биде во свежа состојба, бидејќи во сува состојба материјалот е слабо хигроскопен.

Садот со суспензијата се тресе или миксира во времетраење од 1 час, со помош на механичка клацкалка или миксер, на температура од $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, по што веднаш се пристапува кон отчитување на pH - метарот, кој е претходно калибриран со помош на најмалку два пуфера со позната вредност. По калибрирање на апаратот, се започнува со отчитување на реакцијата на примероците од органско ѓубриво.

Забелешка: Според некои автори, анализата на pH кај органските ѓубрива може да се врши и на следниот начин:

- 2,5 g свеж примерок од компост или тресет (одговара на 1g сув примерок) се додава во сад од 50 до 100 mL, во кој се додава и 25 mL дестилирана вода, се меша и остава да мирува 24 часа, а потоа се пристапува кон читање на примероците;
- 2,5 g свеж примерок од компост или тресет (одговара на 1g сув примерок) се додава во сад од 50 до 100 mL, во кој се додава и 25 mL 1 M KCl (pH = 5,5 и 6,0), се меша и остава да мирува 24 часа, а потоа се пристапува кон читање на примероците;
- 1 g свеж примерок компост (просеан низ сито со отвори 10 mm) се додава во сад од 50 mL, во кој се додава и 10 mL 0,01 M CaCl_2 и се мучка (тресе) на хоризонтална клацкалка 1 час, а потоа се пристапува кон читање на примероците.



2.1.5. Определување на електрична спроводливост (ЕС) во органски ѓубрива

Принцип

Степенот на засоленост, зависи од концентрацијата на растворените неоргански соли во ѓубривото. Нивната вкупна содржина се определува врз основа на степенот на нивната спроводливост измерена во екстрактот. Високата концентрација на соли, може да укажува на висока концентрација на хранливи елементи, а ниската на ниска концентрација на хранливи елементи на ѓубривото, особено заради ниската содржина на калиум, калциум и магнезиум. Високата спроводливост може да има негативно влијание врз растенијата, особено врз намалувањето на интензитетот на 'ртењето.

Реагенси

- дестилирана вода;
- пуфери со позната вредност.

Прибор за работа

- пипета;
- мензура;
- аналитичка вага;
- хоризонтална клацкалка;
- ЕС - метар.

Постапка

Кај ѓубрива кои се во течна состојба, определувањето на ЕС - вредноста се врши директно, без разредување, во 25 ml примерок ѓубриво.

Кај ѓубрива кои се во цврста или полуцврста агрегатна состојба, се врши нивно разредување во однос 1 : 2 или 1 : 5, во случај кога ѓубривото има висока хигроскопност.

На аналитичка вага се мери соодветана маса на ѓубриво од која се подготвува т.н кашеста смеса, добиена во сооднос 1:2 v/v (20 cm³ примерок ѓубриво и 40 cm³ дестилирана вода) или во сооднос 1:5 dwecq/v (40 g сув примерок ѓубриво и 200 cm³ дестилирана вода).

Садот со примерокот ѓубриво и дестилирана вода, се поставува на хоризонтална клацкалка во времетраење од 5 минути. По изминатото време на клацкање, садот се остава да отстои/мирува 10 минути, по што се пристапува кон отчитување на ЕС - метарот, кој е претходно калибриран со користење на соодветни стандарди (пуфери).



2.1.6. Определување на вкупни форми на азот, фосфор и калиум во органски ѓубрива

Принцип

Примерокот ѓубриво се разложува со помош на концентрирана сулфурна и перхлорна киселина, а од добиениот раствор се определува содржината на азот (со дестилација), фосфор (со спектрофотометриски метод) и калиум (пламенфотометриски метод).

Наведените методи се применуваат кај цврсти органски ѓубрива.

- **Постапка за подготовка на матичен раствор од кој се одредува содржината на азот, фосфор и калиум**

Реагенси

- дестилирана вода;
- концентрирана сулфурна киселина (H_2SO_4);
- концентрирана перхлорна киселина (HClO_4).

Прибор за работа

- аналитичка вага;
- дигесториум;
- електрично решо;
- ерленмаер од 100 ml;
- пипета од 10 ml;
- стаклена инка со тесно грло;
- бирета;
- волуметриска тиквица од 100 ml;
- филтер - хартија.

Постапка

На аналитичка вага се одмерува 1 g воздушно сув и сомелен примерок ѓубриво кој се пренесува во ерленмаер од 100 ml. Примерокот се прелива со 10 ml концентрирана сулфурна киселина, се покрива со стаклена инка и се загрева на решо на температура од 100 до 150 °C во времетраење од 15 минути.

По ладењето на собна температура, се додаваат 10 капки од претходно подготвената смеса од сулфурна и перхлорна киселина во однос 1:1 и повторно се загрева на решо на температура од 250 до 300 °C во времетраење од 15 минути, односно до обезбојување на течноста. По потреба се додава смесата од сулфурна и перхлорна киселина (неколку пати). По ладењето, се врши филтрирање во волуметриска тиквица од 100 ml и истата се дополнува со дестилирана вода до ознаката.

Од подготвениот раствор се врши определување на содржината на вкупен азот, фосфор и калиум.



➤ Определување содржина на вкупен азот во органски ѓубрива

Принцип

Генерално, органските ѓубрива содржат мала незначителна количина на нитратен азот ($\text{NO}_3\text{-N}$), и затоа најчесто кај овие ѓубрива се определува само содржината на вкупен односно амонијачен азот. Азотот од ѓубривото преминува во амонијачна форма, која со сулфурната киселина гради амониум сулфат. Содржината на амонијачен азот во органските ѓубрива е еден од значајните показатели за фертилизациската/хранливата вредност на ѓубривото, бидејќи токму оваа форма на азот е веднаш достапна за растенијата по апликацијата на ѓубривото во почвата. Амонијачниот азот е присутен во форма на слободен амонијак, амониум карбонат, сол на органски и минерални киселини и во адсорбирана состојба.

Реагенси

- раствор од натриум хидроксид (10 M NaOH): 400 g NaOH се раствора во 900 ml дестилирана вода во волуметриска тиквица од 1000 ml. Откако ќе се олади на собна температура, садот се дополнува до ознаката со дестилирана вода и добро се меша.
- раствор 0,0025M сулфурна киселина: се користи готов раствор за титрација (титривал) или истиот се подготвува во лабораторија, односно 5 ml 0,5M H_2SO_4 се раствора со дестилирана вода во волуметриска тиквица од 1000 ml (0,5 M H_2SO_4 : 28 ml H_2SO_4 се раствара со дестилирана вода во волуметриска тиквица од 1000 ml).
- борна киселина со индикатор: се раствора 100 g борна киселина (H_3BO_4) во 3,5 L дестилирана вода, се додава 100 ml мешан индикатор и се остава 24 часа. Потоа садот се дополнува со дестилирана вода до ознаката за 5 L и се пристапува кон регулирање на неговата реакција до $\text{pH} = 5$, со користење на 0,1 M NaOH (4g NaOH/1 L дестилирана вода).

Прибор за работа

- пипета од 5 ml;
- стаклена инка;
- ерленмаер од 100 ml;
- волуметриска тиквица од 1000 ml;
- дестилатор за азот (Кејделов апарат).

Постапка

Од матичниот раствор се пипетираат 5 ml и се пренесуваат во дестилациска туба која се поставува на апаратот за дестилација. Истовремено во тубата со користење на инка внимателно се додава и 10 ml раствор од 10M NaOH. Од другата страна на апаратот се поставува ерленмаер од 100 ml во кој се додава 5 ml претходно подготвена борна киселина со индикатор, заради определување на минаралниот азот во примерокот ѓубриво.

Се пристапува кон дестилација, се до добивање на 35 ml дестилат во ерленмаерот со борна киселина, по што се пристапува кон негова титрација. Титрацијата се врши со 0,0025M H_2SO_4 до промена на бојата на растворот од зелена до бледо розова (стабилна) боја.



Забелешка: Истовремено се подготвува и слепа проба која ги содржи сите реагенси, освен примерокот за анализа.

Пресметка

Пресметката се врши врз основа на потрошената количина на 0,0025M H₂SO₄ при процесот на титрација.

1 ml 0,0025M H₂SO₄ = 67,3 µg N

$$\%N = \frac{(V_u - V_s \times 67,3 \times 20)}{1\,000\,000} \times 100\%$$

N - содржина на вкупен азот, %;

V_u - потрошена количина на 0,0025M H₂SO₄ за титрација на примерокот ѓубриво, ml;

V_s - потрошена количина на 0,0025M H₂SO₄ за титрација на слепата проба, ml.

➤ Определување содржина на фосфор во органски ѓубрива

Принцип

Фосфорот во ѓубривото е присутен во органски и неоргански форми, но најчесто се определува неговата вкупна форма. Врз основа на претходни истражувања, околу 70 % од вкупниот определен P, ќе биде достапен во годината кога е аплицирано ѓубривото.

Забелешка: Планирана достапна количина на P во првата година од аплицирањето = определен вкупен P × 0,7

Слично како и кај N, дел од преостанатиот P ќе се минерализира и ќе премине во достапна форма во следните години, па така:

Планирана достапна количина на P во втората година од аплицирањето = определен вкупен P × 0,2

Планирана достапна количина на P во третата година од аплицирањето = определен вкупен P × 0,06

Реагенси

- дестилирана вода;
- концентрирана сулфурна киселина, H₂SO₄;
- раствор од 4M H₂SO₄: 224 ml концентрирана H₂SO₄ се раствора со дестилирана вода во одмерен сад од 1000 ml;
- раствор од 1,44 % амониум молибденат, (NH₄)₆Mo₇O₂₄ × 4H₂O: 14,4 g амониум молибденат се раствораат во 600 ml дестилирана вода во одмерен сад од 1000 ml. По ладењето, садот се дополнува со вода до ознаката;
- раствор од 2,5 % аскорбинска киселина, C₆H₈O₆: 2,5 g аскорбинска киселина се раствора со дестилирана вода во сад од 100 ml;
- калиум дихидроген фосфат, K₂H₂PO₄;



- основен стандарден раствор за определување фосфор, кој содржи 1 g P_2O_5 /l на аналитичка вага се мерат 1,9170 g калиум дихидроген фосфат ($K_2H_2PO_4$), кој е претходно сушен во сушница 105 °C до константна маса. Одмерената количина се пренесува во стаклена чаша и се раствора со 200 ml дестилирана вода. Растворот од чашата кванитативно се пренесува во волуметриска тиквица од 1000 ml и се дополнува со дестилирана вода до ознаката.
- работен стандарден раствор кој содржи 0,1 g P_2O_5 /l од основниот стандарден раствор за фосфор се пипетираат 100 ml и се пренесуваат во волуметриска тиквица од 1000 ml, која се дополнува со дестилирана вода до ознаката.

Прибор за работа

- пипета од 5 ml;
- пипета од 100 ml;
- волуметриска тиквица од 100 ml;
- волуметриска тиквица од 1 000 ml;
- сушница;
- спектрофотометар.

Постапка

Се пипетираат 5 ml од претходно подготвениот матичен раствор и се пренесуваат во волуметриска тиквица од 100 ml во која се додава и:

- ✓ 6,75 ml 4M H_2SO_4 ;
- ✓ 10 ml 1,44 % амониум молибденат;
- ✓ 2 ml 2,5 % аскорбинска киселина;
- ✓ дестилирана вода до 50 ml.

Забелешка: Истовремено се подготвува и слепа проба која ги содржи сите реагенси, освен примерокот ѓубриво.

Садот се остава отворен во сушница на температура од 90 °C, во времетраење од 1 час, со цел развивање боја. По ладењето на собна температура, се врши отчитување на вредностите на спектрофотометар на бранова должина од 580 nm.

Подготовка на серија стандардни раствори за фосфор

- Серија стандардни раствори за фосфор

Во волуметриски тиквици од 100 ml се додаваат определени количини од работниот стандарден раствор според табела 3.

Табела 3. Подготовка на серија стандардни раствори за фосфор

Волумен на стандарден раствор (ml)	Соодветна маса на P_2O_5 (mg)
0*	0*
1	0,001
2,5	0,0025
5,0	0,005
7,5	0,0075
10,0	0,010

*слепа проба



Во секој сад од стандардите, се додава и:

- ✓ 9 ml 4M H₂SO₄;
- ✓ 10 ml 1,44 % амониум молибденат;
- ✓ 2 ml 2,5 % аскорбинска киселина;
- ✓ една капка перхлорна киселина;
- ✓ дестилирана вода до 50 ml.

Садот се остава отворен во сушница на температура од 90 °C, во времетраење од 1 час, со цел развивање боја. По ладењето на собна температура, се врши отчитување на вредностите на спектрофотометар на бранова должина од 580 nm, со цел да се изврши калибрирање на апаратот односно формирање на калибрациска крива.

По отчитувањето на серијата стандардни раствори, се врши мерење на подготвените примероци ѓубриво.

Пресметка

$$\% \text{P}_2\text{O}_5 = \frac{C \times 20}{1000} \times 100\%$$

C - концентрација (отчитана вредност од спектрофотометарот) од примерокот ѓубриво

➤ Определување содржина на калиум

Принцип

За разлика од другите хранливи материи во ѓубривото, калиумот исклучиво е во достапна неорганска форма (K⁺).

Забелешка: Истражувањата покажуваат дека околу 90 % од вкупната содржина на калиум во ѓубривото е леснодостапна, па така:
Планирана достапна количина на K во првата година од аплицирањето = определен вкупен K × 0,9.

Реагенси

- дестилирана вода;
- калиум хлорид, KCl;
- основен стандарден раствор за определување калиум, кој содржи 5 mg K/ml: на аналитичка вага се мери 0,9534 g калиум хлорид (KCl), кој е претходно сушен во сушница 105 °C до константна маса. Одмерената количина се пренесува во чаша и се раствора со 200 ml дестилирана вода. Растворот од чашата квантитативно се пренесува во волуметриска тиквица од 1 000 ml и се дополнува со дестилирана вода до ознаката.

Прибор за работа

- волуметриска тиквица од 100 ml;
- волуметриска тиквица од 1 000 ml;



- аналитичка вага;
- сушница;
- пламенфотометар.

Постапка

Концентрацијата на калиум во матичниот раствор се одредува преку директно отчитување на матичниот раствор на пламенфотометар.

Подготовка на серија стандардни раствори за калиум

- Серија стандардни раствори за калиум

Од основниот стандарден раствор за калиум, се пипетираат определени количини (табела 4) и се додаваат во волуметриска тиквици од 100 ml, кои се дополнуваат со дестилирана вода до ознаката.

Табела 4. Подготовка на серија стандардни раствори за калиум

Волумен на стандарден раствор (ml)	Соодветна маса на калиум (mg K / ml)
0*	0*
2	0,1
4	0,2
6	0,3
8	0,4
10	0,5

**слепа проба*

Читањето се врши на пламенфотометар, при што прво се прочитуваат стандардните раствори. Вредностите добиени од нивното читање се внесуваат на т.н. калибрациска крива, при што на апцисата се внесуваат количините (масата) на калиум во mg, кои се содржат во 1 ml (табела 4), а на ординатата се внесуваат вредностите од отчитаните стандардни раствори.

По отчитавењето на серијата стандардни раствори, се врши мерење на подготвените примероци ѓубриво.

Пресметка

Со помош на калибрациската крива се одредуваат количините на калиум кои одговараат на отчитаните вредности за интензитетот на емитувана светлина (емисија) на примерокот за анализа.

$$K_2O \% = \left(\frac{C \times 10}{M} \right) \times 10 \times 1.20046$$

C - концентрација на калиум во растворот ѓубриво за анализа отчитана од калибрациската крива, mg K/ml;

M - маса на примерок ѓубриво (1 g);

1,20046 - коефициент за пресметка на калиум (K) во калиум оксид (K_2O).



2.1.7. Определување на органски јаглород во органски ѓубрива

Принцип

Принципот на работа на овој метод се заснова врз процесот на оксидација на органската материја во ѓубривото, која се врши со 0,4N $K_2Cr_2O_7$, со користење на оксидо-редукциски индикатор, односно фенилантранилна (о-дифениламинкарбонска) киселина.

Методот е наменет за определување на органски јаглород во цврсти органски ѓубрива.

Реагенси

- концентрирана сулфурна киселина, H_2SO_4 ;
- разредена сулфурна киселина, H_2SO_4 (1 : 1);
- натриум карбонат, Na_2CO_3 ;
- калиум дихромат $K_2Cr_2O_7$ (сушен 2 часа на 170 °C) за одредување на фактор 0,1M раствор од Морова сол;
- раствор од калиум дихромат: 0,0666M $K_2Cr_2O_7$: 19,60 g $K_2Cr_2O_7$ се раствора во 500 ml H_2O во одмерен сад од 1000 ml. Потоа внимателно, во неколку наврати се додава 500 ml H_2SO_4 , во услови на ладење. По ладењето садот се дополнува со разредена H_2SO_4 (1 : 1);
- Сребро сулфат, Ag_2SO_4 ;
- 0,1M раствор Морова сол $(NH_4)_2SO_4 \times Fe_2SO_4 \times 6H_2O$: на аналитичка вага се мерат 39,22 g Морова сол кои се раствораат со 500 ml дестилирана вода во волуметриска тиквица од 1 000 ml. Во истата тиквица се додаваат и 20 ml H_2SO_4 . По ладењето, тиквицата се дополнува со дестилирана вода до ознаката;
- Стандардизација на Морова сол.

На аналитичка вага се мерат 0,1471 g претходно исушен $K_2Cr_2O_7$, кој се пренесува во ерленмаер од 100 ml, во кој се додава и мало количество на дестилирана вода заради растворање на $K_2Cr_2O_7$. По растворањето се додаваат 10 ml разредена H_2SO_4 (1 : 1) и садот се загрева на решо 5 минути, а по неговото ладење на собна температура, се додаваат 3 капки индикатор од фенилантранилна киселина и се титрира со 0,1M раствор на Морова сол до појава на зелена боја. Овај фактор се одредува при секоја серија на анализа на ѓубрива.

- Фенилантранилна киселина, $C_{13}H_{11}NO_2$: во стаклена чашка во која се измерени 1 g фенилантранилна киселина и 1 g Na_2CO_3 , се додава дестилирана вода и смесата се меша со помош на стаклено стапче до добивање на павлакаста структура. Потоа, содржината квантитативно се префрла во волуметриска тиквица од 500 ml, добро се протресува и се дополнува со дестилирана вода до ознаката.

Прибор

- аналитичка вага;
- електрично решо;
- ерленмаер од 100 ml;
- волуметриска тиквица од 1 000 ml;
- стаклена инка (d = 5 cm);
- бирета од 50 ml;
- пипета од 10 ml;
- ексикатор;



- сушница.

Постапка

На аналитичка вага се мерат 0,03 g од претходно исушен и сомелен примерок ѓубриво, кој се додава во ерленмаер од 100 ml, во кој се додаваат и 10 ml 0,0666M $K_2Cr_2O_7$ и 0,1 g Ag_2SO_4 . Ерленмаерот се покрива со стаклена инка, содржината се протресува и се става во претходно загреана сушница на температура од 160 °C со времетраење од 45 минути. По ладењето, во ерленмаерот се додава дестилирана вода (20 ml) преку со измивање на инката, особено од надворешната страна. Во пробата која ќе се титрира, се додаваат по 3 капки претходно подготвена фенилантранилна киселина. Титрацијата се изведува со 0,1M p-p на Морова сол, до промена на бојата од темно црвено-виолетова до постојана зелена боја.

Забелешка: Истовремено се подготвува и слепа проба, на истиот начин како и пробата со ѓубриво.

Пресметка

Содржината на органски јаглерод, се пресметува врз основа дека:

$$1 \text{ ml } 0,0666M \text{ } K_2Cr_2O_7 \text{ потрошен за оксидација} = 0,0003 \text{ g C}$$

Врз основа на потрошената количина на 0,1M Морова сол за титрација на примерокот ѓубриво и за титрација на слепата проба, содржината на органски јаглерод изразен во масени процентги, се пресметува според формулата:

$$\%C = \frac{(0.0003 \times 100) \times (V_s - V_n) \times F}{M}$$

V_s - количина на 0,1M Морова сол, потрошена за титрација на слепата проба, ml;

V_n - количина на 0,1M Морова сол, потрошена за титрација на пробата ѓубриво, ml;

M - маса на примерок (g) (0,03);

F - 30 / A;

A - количина на 0,1M Морова сол, потрошена при одредување на факторот на Морвата сол, ml.

Забелешка: Соодносот помеѓу C и N е значаен показател за стабилноста на ѓубривото. Според Vukadinović и Lončarić (1988), оптималниот сооднос на C и N во масата за компостирање треба да изнесува 25–30 : 1, а во крајниот производ - компостот 10 : 1. Доколку, е обезбеден нивен правилен сооднос, јасно може да се определи интензитетот на преминот на хранливите материи во ѓубривото од недостапни во достапни форми.

Најчесто, при мал сооднос, хранливите материи присутни во недостапна форма, побрзо ќе преминат во достапна форма за растенијата.

Нето - минерализацијата на органскиот N се јавува кога C : N е помал од 20 : 1. Кога C : N надминува 30 : 1 (најчесто кај ѓубрива од живина и говеда), доаѓа до намалување на интензитетот на минерализација и појава на т.н. имобилизација на N.

Слично на N, и органските форми на P во почвата се минерализираат до неоргански



форми. Но, исто така може да дојде и до негова имобилизација, во зависност од односот на јаглеродот кон фосфорот (C:P). Односот C:P може да се определи преку:

$$C : P = \frac{C : N \times \text{вкупен } N}{\text{вкупен } P}$$

Во услови кога C : P е помеѓу 200 : 1 и 300 : 1, постојат услови за рамнотежа помеѓу процесите на минерализација и имобилизација, што резултира со ослободување на P од аплицираното ѓубриво. Кога C : P е под овој опсег, P е во леснодостапна форма за растенијата, додека над овој опсег P е во недостапна форма.



2.1.8. Определување на вкупен јаглерод и азот C/N во органски ѓубрива со помош на CHN анализатор

Определувањето на вкупната содржина на C и N со употреба на CHN - анализатор, претставува едоставен и рационален начин на анализа со мала употреба на хемикалии.

Свеж и непросеан примерок ѓубриво се суши на 105 °C, од кој 30 g се толчи до прашкаста состојба (големина на честички < 250 µm). За анализа може да се земат до 100 mg примерок на претходно опишаниот начин.

Подготвената проба се спалува низ тек на чист кислород (мин. 99,9995 %) на температура не повисока од 1050 °C во CHN - анализатор.

Постапката е иста и за анализа на минарелани ѓубрива.



2.1.9. Определување ниво на фитотоксичност

Принцип

Степенот на погодност на ѓубривото и неговата употреба во растителното производство, зависи и од неговата фитотоксичност (особено ако се работи за компост), која се одредува врз основа на т.н. индекс на ртење, бидејќи на нивото на ртење на семето големо влијание имаат неорганските и органските соединеија во ѓубривото.

Прибор за работа

- сертифицирано семе, со ртливост над 90 %;
- Петриев сад;
- Филтер-хартија (Whatman №. 1 и 41);
- аналитичка вага;
- сад за мучкање од 100 ml;
- мензура;
- клацкалка;
- центрифуга;
- 'ртлиште.

Постапка

Во сад за мешање се додава 10 g органско ѓубриво (компост) и 100 ml дестилирана вода. Садот се поставува на клацкалка во времетраење од 30 минути, по што растворот се центрифугира на 3000 вртежи/минута во временски период од 10 минути. По завршеното центрифугирање, растворот се филтрира со помош на филтер-хартија Whatman бр. 41 (20 – 25 µm).

Во Петриев сад се става филтер-хартија Whatman бр. 1, на која се поставуваат 20 семки кои се полеваат со 10 ml од добиениот филтрат. За секој примерок ѓубриво, постапката се повторува во 3 паралелни проби.

Се подготвува и контролен примерок на идентичен начин, каде што количината од филтратот е заменета со дестилирана вода.

Пробите се чуваат 5 дена во 'ртлиште, на 25 °C, во услови без светлина, по што се пристапува кон мерење на степенот на 'ртливоста на семето и должината на коренот.

Пресметка

$$RKS = \frac{x1}{x0} \times 100$$

$$RRK = \frac{y1}{y0} \times 100$$

$$IK = \frac{RKS \times RRK}{100}$$

RKS - релативна ртливост на семето, %

x1 – број на изртени семки во пробата со екстракт од компост



x_0 - број на изртени семки во контролната проба

RRK - релативен пораст на коренот, %

y_1 - просечна должина на коренот во пробата со екстракт од компост

y_0 - просечна должина на коренот во контролната проба

IK - индекс на ртливост

Забелешка: Според класификацијата, кога вредноста на IK е пониска од 50 %, се смета дека ѓубривото има високо ниво на фитотоксичност, помеѓу 50 % и 80 % има умерено, додека над 80 % нема фитотоксично дејство. Кога IK има вредност над 100 %, тогаш компостот се категоризира како фитонутриент или фитостимуланс (Barral & Paradelo, 2011).



2.1.10. Определување на активна и потенцијална киселост кај тресет

Тресет е органски седимент кој се формира како резултат на таложење на органските остатоци во мочуриштата/места на кои често се задржува вода. На почетокот се формира т.н. бел тресет богат со хранливи материи, а по целосно разложување на остатоците под површината на водата, концентрацијата на хранливи материи се намалува како резултат на намалениот интензитет на разлагање заради недостаток на кислород. Постепено се формира т.н. кафен тресет, додека црниот тресет се смета за најстар и најхомогенизиран слој, кој претставува и прва фаза во формирањето на јагленот.

Просечни карактеристики на тресетот се: органска материја 87 – 93 %, пепел 7 – 13 %, pH 3.9 – 5.0, 1.1 % N, 0.1 % P₂O₅, 0.1 % K₂O, 0.3 % CaO, C/N 25/1 – 27/1 (добро разграден и стабилен), лигнин 40 – 42 %.

а) **Земање примерок** од тресет за анализа со помош на сонда се изведува со земање на поединечни примероци од различни места на тресетиштето, со цел формирање на една просечна проба со маса од 2 до 3 kg. Земениот примерок се суши на собна температура, се просејува низ сито со отвори од 2 mm, и по пат на дијагонална елиминација се зема проба од 200 g, која дополнително се ситни и сее низ сито со дијаметар на отвори од 0,25 mm.

Забелешка: Дијагонална елиминација – исушесниот и просеан примерок ѓубриво се распоредува во форма на квадрат или правоаголник, на рамна површина. Со помош на нож или друг остар предмет, се прават засеци дијагонално при што целата проба се дели на четири триаголници. Ѓубривото од двата спротивни триаголника се отстранува, а од останатата маса ѓубриво повторно се формира квадрат/правоаголник и се повторува претходно опишаната постапка сè додека се добие примерок ѓубриво со маса од околу 200 g.

б) **Определување на активна киселост** или слободна киселост на тресетот, која се определува во воден раствор. При одредување на активната киселост, на аналитичка вага се мери 1 g воздушно сув тресет или 2,5 g свеж тресет, кој се додава во стаклена чаша од 50 до 100ml, во која се додаваат и 25ml дестилирана вода. Чашата се покрива и се остава 24 часа, по што се пристапува кон отчитување на вредноста на активната киселост на pH - метар, кој е претходно калибриран со најмалку два пуфера со позната вредност.

Забелешка: Сув тресет не е погоден за определување pH заради неговата бавна хигроскопност.

в) **Определување на потенцијална киселост** или изменлива киселост на тресетот, која се определува во раствор од 1M KCl (pH 5,5 и 6,0). При одредување на потенцијална киселост, на аналитичка вага се мери 1 g воздушно сув тресет или 2,5 g свеж тресет, кој се додава во стаклена чаша од 50 до 100 ml, во која се додаваат и 25 ml од 1M KCl. Чашата се покрива и се остава 24 часа, по што се



пристапува кон отчитување на вредноста на активната киселост на pH - метар, кој е претходно калибриран со најмалку два пуфера со позната вредност.

Забелешка: Според вредноста на потенцијалната киселост се одлучува за потребата од калцизација кај тресетните почви.



2.2. МИНЕРАЛНИ ЃУБРИВА

2.2.1. Земање примероци и нивна подготовка

Точното и репрезентативно земање примероци е клучна и предизвикувачка постапка, која бара добро познавање на материјалот од кој се зема примерокот, како и познавање на процесот на правилно земање на примерокот. Трговците во глобалната индустрија на ѓубрива, често применуваат различни методи и процедури за земање примероци, што подоцна може да доведе до различен степен на репрезентативност на примероците кои се земаат, што влијае врз точноста на резултатите од анализата на ѓубривата.

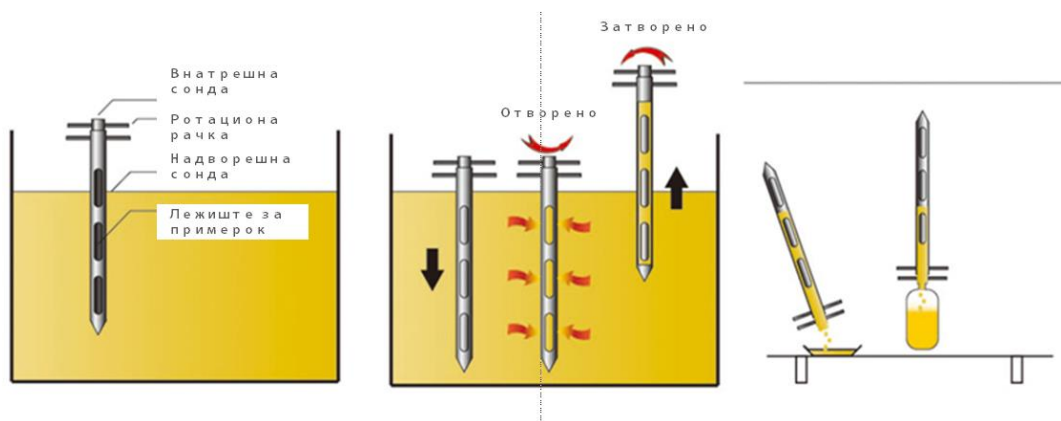
Заради тоа, земањето на примероци треба да се врши од страна на стручно лице со искуство во овој процес, со примена на стандардизирани методи, без разлика на локацијата, големината на материјалот и сл.

➤ Прибор за земање примероци

Основен прибор за оваа постапка е сонда, изработена од не'рѓосувачки материјал (челик или пластика), прикажана на сликите 5 и 6.



Слика 5. Сонда за земање примероци од минерални ѓубрива



Слика 6. Постапка на земање примероци со сонда



➤ **Време за земање примероци**

Примероците од цврстите ѓубрива се земаат исклучиво во периодот за кој производителот, односно трговецот, со својата декларација се обврзува дека физичко-хемиските својства на ѓубривото се неизменети. Во случај, кога временскиот период на декларацијата е со изминат рок, земиот примерок не може да биде употребен за контрола на квалитетот на ѓубривото.

➤ **Место за земање примероци**

Од вкупната маса подготвена за испорака на пазарот, се земаат примероци од:

- од вреќите или контејнерите за транспорт кај производителот на ѓубривото,
- од масата на доставено и складирано ѓубриво кај трговецот на ѓубривото,
- при увоз на ѓубривото, од страна на фитосанитарната служба на граничен премин.

➤ **Лице кое врши земање примероци**

Процедурата ја изведува стручно лице кое е овластено од страна на производителот, трговецот или купувачот.

Кога процедурата се изведува од страна на фитосанитарната служба, земањето на примерокот го врши инспектор.

За секоја процедура овластеното лице треба да води детален систем на евиденција, во која ќе бидат забележани следниве активности:

- Датум, време и локација на земање примероци;
- Ознака на примерокот и институцијата од каде се зема примерокот;
- Опис на материјалот ѓубриво од кој треба да се земе примерок;
- Опис на пакувањето;
- Вкупна количина на презентираниот материјал ѓубриво;
- Ознака на процедурата за земање примероци;
- Опис на процедурата за земање примероци:
 - ✓ Механички (рачно) или автоматски,
 - ✓ Земање примероци од веќе пакуван материјал,
 - ✓ Земање примероци од подвижна лента,
 - ✓ Земање примероци од подвижна транспортна лента,
 - ✓ Земање примероци од контејнер за транспорт (пр. камион, вагон и сл.),
 - ✓ Земање примероци од залиха (складирана роба),
 - ✓ Земање примероци од резервоари за течни ѓубрива.
- Усвоен план за земање примероци, со детален број на примероци и/или нивно зголемување, како и нивна маса (kg или L);
- Декларирана големина на честички (во mm) од материјалот што треба да се земе примерокот (пр. 2 mm и 4 mm);
- Опис на садот што се користи за чување и транспорт на примерокот;
- Сите релевантни согледувања направени во текот на постапката за земање примероци, кои при изготвувањето на мислењето за примерокот ѓубриво, може да бидат значајни;
- Фотографии од локацијата, опремата и постапката за земање примероци кои се препорачува да бидат вклучени во крајниот извештај.

Примерокот ѓубриво се доставува во лабораторија за идни анализи.



➤ **Начин на земање примероци**

- Од вреќи: издвоени според табела 5, примероците се земаат наизменично со поставување на сондата во полжба на два соседни агла кај избраната вреќа. Сите поединечни извечени количини на ѓубриво се ставаат на чиста и сува подлога, се мешаат заради хомогенизација и со метод на „четвртина“ се издвојува просечна (репрезентативна) проба, со вкупна маса не помала од 6 kg.

Табела 5. Земање примероци од ѓубрива во вреќа

Вкупна количина на ѓубриво, t	Број на вреќи кои се издвојуваат	Број на издвоени вреќи од кои со сонда се земаат примероците	Вкупна најмала количина на примерок, kg
< 2	10 - 40	од секоја до секоја 2. вреќа	6
2 - 5	41 - 100	од секоја 2. до 5. вреќа	8
5 - 15	101 - 300	од секоја 5. до 10. вреќа	8 - 12
15 - 90	301 - 1800	од секоја 10. до 30. вреќа	12 - 24
90 - 270	1801 - 5400	од секоја 30. до 60. вреќа	24 - 36
270 - 600	5401 - 12000	од секоја 60. до 120. вреќа	36 - 40
> 600	> 12000	> 120	> 40

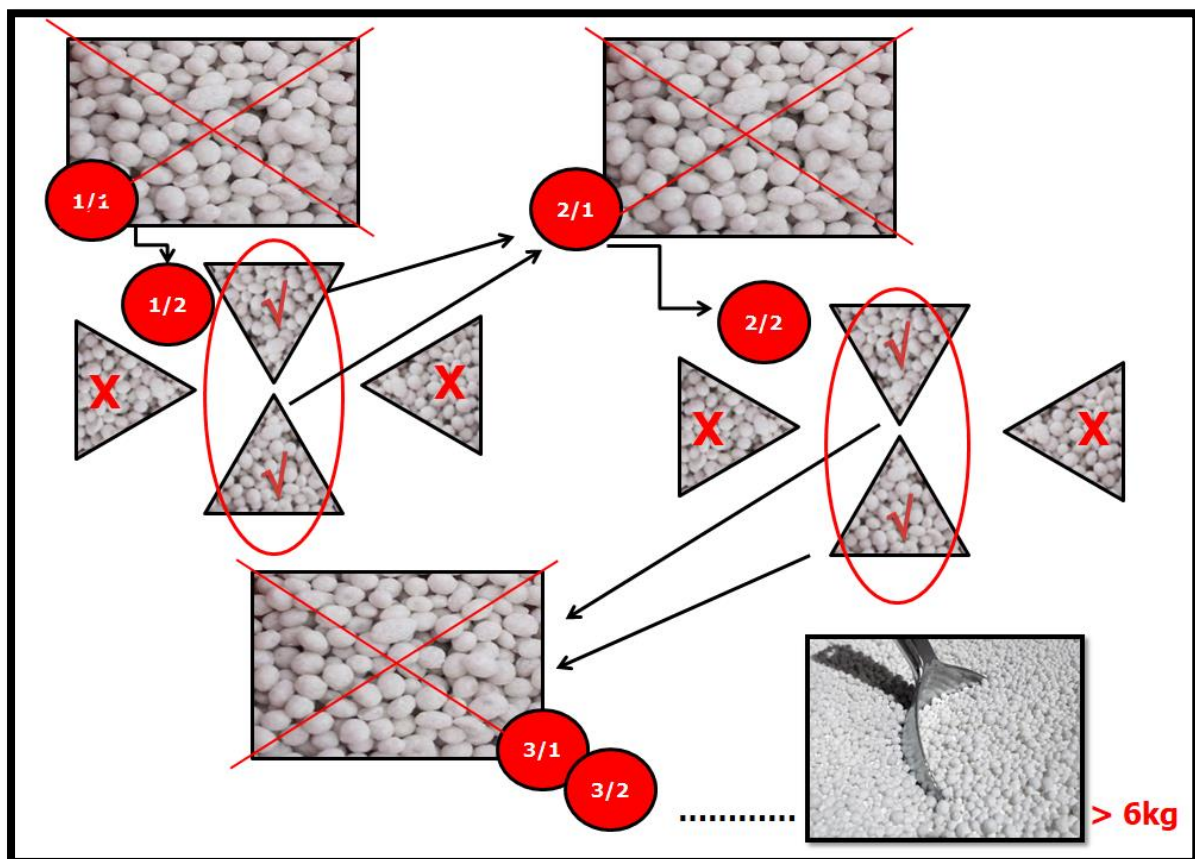
- Од растурена (рефусна) маса: со помош на сондата се земаат примероци од сите четири агли и од средината на масата ѓубриво, кои се сместени во вагони, камиони или други превозни средства. Примероците се земаат од површинскиот слој (10 cm под површината), од средината на масата по длабочина и од дното (10 cm од подот). Сите поединечни примероци се ставаат на чиста и сува подлога, се мешаат заради хомогенизација и со метод на „четвртина“ се издвојува просечна (репрезентативна) проба, со вкупна маса не помала од 8 kg.

Табела 6. Земање примероци од ѓубрива во рефусна состојба

Вкупна количина на ѓубриво во рефусна состојба, t	Вкупна најмала количина на примерок, kg
2 - 5	8
5 - 10	8 - 12
15 - 90	12 - 24
90 - 270	24 - 36
270 - 600	36 - 40
> 600	> 40

- Метод на четвртина: масата од поединечни примероци (земени од вреќи или од рефус) се меша, потоа се истура на цврста и рамна подлога во слој со дебелина до 5 cm, во форма на квадрат. Квадратот потоа се дели на четири еднакви дела со помош на дијагонални линии. Два спротивни дела од квадратот се отстрануваат како вишок ѓубриво, а останатите два дела повторно се мешаат и се формира правоаголник, кој повторно се дели на четири дела и постапката се повторува сè до добивање на примерок со маса не помала од 6 kg (слика 7).





Слика 7. Метод на четвртина



2.2.2. Определување на гранулометриски состав

Принцип

Големината на гранулите ѓубриво се одредува со суво просејување на примерокот ѓубриво со помош на едно или повеќе лабораториски сита (0,25, 0,5, 1, 2, 5 mm и др.)

Прибор за работа

- аналитичка вага;
- лабораториски сита изработени од не'рѓосувачки челик со познат дијаметар на отвор;
- уред за просејување, со чија помош примерокот ѓубриво во ситата се просејува во хоризонтална или вертикална насока;
- мека четка.

Постапка

На аналитичка вага се мерат 200 g од ѓубривото за анализа и истото се става на ситото кое е поставено на врвот од уредот за просејување (ситото со најголем дијаметар на отвор). По извршеното просејување, се врши мерење на остатоците од ѓубривото на секое од користените сита.

Пресметка

$$\% A = \frac{a \times 100}{200}$$

A - маса на гранули со одредена големина, g

a - маса на остаток од гранулите ѓубриво на ситото со одреден дијаметар, g

Напомена: за секое користено сито во постапката се врши посебна пресметка.

2.2.3. Подготовка на примерок минерално ѓубриво за анализа

По одредување на гранулометрискиот состав, примерокот ѓубриво добро се промешува и од него се земаат околу 50 g. Оваа количина добро се ситни во аван или се меле, а потоа се просејува низ сито од 0,5 mm.

Постапката се препорачува да се изведе многу брзо, особено кога ѓубривото е хигроскопно. На овој начин подготвениот примерок ѓубриво се става во добро затворен сад или кеса и истиот се користи за хемиски анализи.



2.2.4. Определување содржина на влага во минерални ѓубрива

Принцип

Содржината на влага се определува со гравиметриски метод со сушење на примерокот ѓубриво во сушница на температура од 105 °C.

Прибор за работа

- аналитичка вага;
- вегеглас;
- сушница;
- ексикатор.

Забелешка: Лабораторискиот примерок од ѓубривото може да биде искршен, но **НЕ** и сомелен.

Од секоја проба за анализа се подготвуваат **две паралелни проби**, а како краен резултат се смета средната вредност од двете мерења.

Постапка

Во сушница на температура од 105 °C во времетраење од 2 часа, се сушат вегегласи (со отворено капаче) според бројот на проби. По сушењето истите се пренесуваат во ексикатор, а по ладењето се мерат на аналитичка вага (со точност од 0,001).

Во секој вегеглас се додава по 10 g примерок ѓубриво кое може да биде искршено, но НЕ и сомелено. Вегегласот, со отворено капаче се суши во сушница на температура од 105 °C во времетраење од 5 часа. По сушењето се пренесува во ексикатор (со отворено капаче), а по ладењето се мери (со затворено капаче) на аналитичка вага.

Пресметка

$$\% \text{ влага} = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100$$

m_0 - маса на примерок ѓубриво пред сушење, g

m_1 - маса на примерок ѓубриво по сушење, g



2.2.5. Определување реакција (pH) во минерални ѓубрива

Принцип

Подготовка на суспензија со волуменски однос 1 : 5, односно еден волумен примерок ѓубриво (не мелен или мелен и просеан) со 5 волумена од вода (H₂O).

Од секоја проба за анализа се подготвуваат две паралелни проби, а за краен резултат се зема средната вредност од двете мерења.

Реагенси

- дестилирана вода.
- пуфери за калибрирање на pH - метар (се користат најмалку два пуфера за калибрација).

Прибор за работа

- хоризонтална клацкалка;
- pH - метар;
- термометар или логер за амбиентална температура ($T = 22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- лабораториски примерок претходно подготвен за анализа (види табела 1, 2 и 3);
- лажица, со познат капацитет од најмалку 5 ml;
- сад за примерокот, направено од боросиликатно стакло или полиетилен со добро зацврстено капаче или тапа;

Постапка

Со помош на лажица се земаат најмалку 5 ml од примерокот ѓубриво и се ставаат во садот за анализа, во кој се додава дестилирана вода со пет пати поголем волумен од волуменот на примерокот. Суспензијата се поставува на хоризонтална клацкалка во времетраење од 1 час, по што веднаш се пристапува кон читање на pH - метарот, кај кој претходно е извршено калибрирање со помош на стандардни пуфери.



2.2.6. Определување на амонијачен ($\text{NH}_4\text{-N}$) и нитратен азот ($\text{NO}_3\text{-N}$) во минерални ѓубрива

Принцип

Одредувањето на амонијачната форма на азот се одвива на база на ослободување на амонијакот под влијание на NaOH . Ослободениот амонијак се врзува со борната киселина. А преку титрација со $0,05\text{M H}_2\text{SO}_4$ се одредува неговата количина.

Одредувањето на азот во нитратна форма се одвива преку редукција на нитратниот азот во амонијак кој се врзува со борната киселина и се одредува со титрација. Редукција на нитратниот азот во амонијачен облик се одвива во присуство на Девардова легура.

Реагенси

- дестилирана вода;
- натриум хидроксид (40-50 %): 400 g NaOH се раствора во 1 L дестилирана вода. Растворот се чува во стаклен сад со гумена тапа;
- борна киселина (H_3BO_3): 40 g H_3BO_3 се загрева во стаклен сад со 300 - 500ml H_2O . По растварањето, растворот се лади и садот се дополнува со дестилирана вода до ознаката од 1 L;
- таширо индикатор: 0,04 g метил црвено се раствора во 20 ml чист алкохол;
- девардова легура;
- $0.05\text{M H}_2\text{SO}_4$.

Опрема

- аналитичка вага;
- апарат за дестилација (Kejdelh);
- ерленмаер колба од 500 ml;
- пипета од 10 ml;
- бирета за титрација од 25 ml.

Постапка

На аналитичка вага се мери 5 g ѓубриво (мелено и просеано) кое се раствора во 500 ml дестилирана вода. Раствореното ѓубриво се филтрира низ единечна филтер-хартија, а од добиениот филтрат се определува содржината на $\text{NH}_4\text{-N}$ и $\text{NO}_3\text{-N}$.

➤ Определување на $\text{NH}_4\text{-N}$

Од добиениот филтрат се земаат 5ml, кој се додаваат во дестилациска туба, во која се додава и 40 ml NaOH (40-50 %). На другата страна од апарат за дестилација, се поставува ерленмаер колба од 500 ml во која се собира дестилатот, а во која претходно се додадени 50 ml H_3BO_3 и 2-3 капки таширо индикатор. Дестилацијата се смета дека е завршена откако во ерленмаер колбата ќе се добие 200 ml дестилат (5-7 минути).

Добиениот дестилат се титрира со $0,05\text{M H}_2\text{SO}_4$ до појава на слабо розова боја.

Истовремено се подготвува и слепа проба, во која филтартот од ѓубривото се заменува со дестилирана вода.



Пресметка

$$NH_4 (\%) = \frac{(M_2 - M_1) \times 14}{m}$$

M_1 - количина на 0,05M H_2SO_4 , потрошена за титрација на слепата проба, ml

M_2 - количина на 0,05M H_2SO_4 , потрошена за титрација на проба ѓубриво, ml

m - маса на ѓубриво за анализа, g

➤ **Определување на $NH_4-N + NO_3-N$**

Од добиениот филтрат се земаат 5 ml, кој се додаваат во дестилационата туба, во која се додава 406ml NaOH (40-50 %) и 1 g девардова легура. На другата страна од келдел апаратот, се поставува ерленмаер колба од 500 ml во која се собира дестилатот, а во која претходно се додадени 50 ml H_3BO_3 и 2 - 3 капки таширо индикатор.

Напомена: По додавањето на NaOH и девардова легура, растворот во тубата почнува да врие, затоа се препорачува да се започне со дестилација по 2 - 3 минути.

Дестилацијата се смета дека е завршена откако во ерленмаер колбата ќе се добие 200 ml дестилат (5 - 7 минути).

Добиениот дестилат се титрира со 0,05M H_2SO_4 до појава на слабо розова боја.

Истовремено се подготвува и слепа проба, во која филтратот од ѓубривото се заменува со дестилирана вода.

Пресметка

$$NH_4 + NO_3 (\%) = \frac{(M_2 - M_1) \times 14}{m}$$

M_1 - количина на 0,05M H_2SO_4 , потрошена за титрација на слепата проба, ml

M_2 - количина на 0,05M H_2SO_4 , потрошена за титрација на проба ѓубриво, ml

m - маса на ѓубриво за анализа, g

➤ **Определување на NO_3-N**

$$NO_3 (\%) = (NH_4 + NO_3) - NH_4$$



2.2.7. Определување на амиден азот

Принцип

За одредување на вкупната количина на азот во амидните ѓубрива, потребно е истата да се трансформира во амонијачна сол. При реакција меѓу uree и p-dimetil-diaminobenzaldehyd (DAB реагенс) во кисела средина, филтратот добива жолта боја, чиј интензитет се отчитува со помош на спектрофотометар, на бранова должина од 435 nm.

Реагенси

- дестилирана вода;
- сулфурна киселина: се раствара 49 g H_2SO_4/L ;
- натриум хидроксид: се раствара 40 g $NaOH/L$;
- DAB реагенс: 20 g p-dimetil-diaminobenzaldehyd ($C_9H_{11}NO$) се раствора во волуметриска тиквица од 1 000 ml во кој се додава и 50 ml дестилирана вода и 50 ml H_2SO_4 . Садот се дополнува со дестилирана вода до ознаката и се филтрира низ сина филтер-хартија;
- Основен стандарден раствор од ure-e, кој содржи 1 mg N/1 ml: на аналитичка вага се мери 2,1438 g претходно исушена ure-e на 70 °C во времетраење од 3 часа. Измерената количина се раствора со дестилирана вода до ознаката во волуметриска тиквица од 1 000 ml.

Опрема

- аналитичка вага;
- спектрофотометар;
- сушница;
- ексикатор;
- волуметриска тиквица од 500 ml;
- волуметриска тиквица од 100 ml;
- пипета од 10 ml;
- пипета од 20 ml.

Постапка

➤ Подготовка на раствор од примерок ѓубриво за анализа

Во волуметриска тиквица од 500 ml се додава 6 g ѓубриво (мелено и просеано) и 450 ml дестилирана вода. Садот се поставува на хоризонтална клацкалка 30 минути. По растворањето на ѓубривото, се определува pH на растворот, чија вредност треба да се биде од 5 до 7. Во случај, кога истата не е во бараните граници, се пристапува кон нејзино регулирање со помош на сулфурна киселина (49 g/L) или натриум хидроксид (40 g/L).

Откако ќе се изврши регулирање на pH, садот се дополнува со дестилирана вода до ознаката (500 ml) и добро се промешува. Растворот се филтрира со помош на сина филтер-хартија, првите 30 ml се отфрлаат, а остатокот од филтратот се користи за одредување на амидниот азот во ѓубривото.

Истовремено се подготвува и слепа проба, во која филтратот од ѓубривото се заменува со дестилирана вода.



Од филтратот се земаат 7 ml и се додаваат во волуметриска тиквица од 100 ml, во која се додава и 20 ml DAB - реагенс. Тиквицата се дополнува со дестилирана вода до ознаката и се остава 15 минути заради развивање на жолта боја.

➤ **Подготовка на стандардни раствори**

Стандардните раствори се подготвуваат во волуметриски тиквици од 100 ml, според табелата 7.

Табела 7. Подготовка на стандардни раствори

Волумен на основен стандарден раствор од ure-e (mg)	0	5	10	15	20	30	40
Соодветна маса на N (mg)	0	5	10	15	20	30	40

Во секоја тиквица се додава и 20 ml DAB - реагенс и се дополнува со дестилирана вода до ознаката. Се остава 15 минути заради развивање на жолта боја.

Читањето се врши на спектрофотометар на бранова должина од 435 nm.

Пресметка

$$\% N = 1,1904 \times A$$

A - концентрација (отчитана вредност од спектрофотометарот)



2.2.8. Определување содржина на фосфати во минерални ѓубрива

Принцип

Одредувањето на содржината на фосфати се заснова врз екстракција на фосфорот и негово спектрофотометриско одредување.

Реагенси

- раствор од неутрален амониум цитрат ($\text{pH} = 7,0$), кој содржи 185 g/L кристална лимунска киселина, има $\text{pH} 7,0$ и специфична густина 1,09 g/ml на 20 °C, и кој се подготвува на следниов начин:
 - ✓ се раствора 370 g кристална лимунска киселина ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \times \text{H}_2\text{O}$) во околу 1,5 L вода. Со додавање на 345 ml раствор од амониумхидроксид кој содржи 28–29 % NH_3 , се регулира pH до неутрална реакција;
 - ✓ кога концентрацијата на амонијакот е пониска од 28 %, се додава поголема количина од растворот од амониум хидроксид, а лимонската киселина се разблажува со помала количина на вода;
 - ✓ растворот се лади и се пристапува кон регулирање на pH , преку постепено додавање (капка по капка) на амонијак (28-29% NH_3) и следење на промените со користење на pH - метар и механичка клацкалка, се додека вредноста на pH не е точно 7,0 на 20 °C;
 - ✓ садот се дополнува со дестилирана вода до ознаката (2 000 ml) и повторно се врши проверка на pH на растворот. Растворот се чува во затворен сад и пред секоја употреба се врши проверка на pH .
- азотна киселина HNO_3 ;
- сулфурна киселина H_2SO_4 ;
- 2 % лимонска киселина: 20 g $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ се раствораат во 1 000 ml дестилирана вода;
- водороден пероксид H_2O_2 .

Опрема

- ерленмаер од 500 ml;
- пипета од 1, 20, 25 и 30 ml;
- стаклена чаша од 100 ml;
- филтер-хартија (сина);
- волуметриска тиквица од 100 ml;
- волуметриска тиквица од 500 ml;
- стаклена инка за филтрирање;
- електрично решо;
- ултразвучна бања;
- аналитичка вага;
- електрична сушница;
- UV/VIS спектрофотометар.

Постапка

На аналитичка вага се мери приближно 5 g ѓубриво (со точност од 0,001) просеано низ сито со големина на отвори од 0,5 x 0,5 mm.



а) Подготовка на раствор од примерок ѓубриво за анализа на:

- **фосфати растворливи во вода:** примерокот ѓубриво се пренесува во волуметриска тиквица од 500 ml во кој се додава 400 ml вода ($t = 20 - 25\text{ }^{\circ}\text{C}$) и се поставува на ротациска мешалка 30 минути. Потоа садот се дополнува со вода до 500 ml, се протресува и се филтрира низ сина филтер-хартија. Првите 50 ml од филтратот се отфрлаат и се продолжува со филтрирањето.
- **фосфати растворливи во неутрален амониум цитрат:** примерокот ѓубриво се пренесува во сад од 500 ml во кој се додава 500 ml неутрален амониум цитрат, кој е претходно загреан на $65\text{ }^{\circ}\text{C}$. Садот се поставува на ултразвучна бања на температура од $65\text{ }^{\circ}\text{C}$, во времетраење од 1 час. По неговото ладење, садот се дополнува со дестилирана вода до ознаката (500 ml) и се пристапува кон филтрирање низ сина филтер-хартија. Првите 50 ml од филтратот се отфрлаат и се продолжува со филтрирањето.
- **фосфати растворливи во минерални киселини:** примерокот од ѓубриво се пренесува во волуметриска тиквица од 500 ml во кој се додава 15 ml дестилирана вода, се протресува, по што внимателно се додава 20 ml азотна киселина и 30 ml сулфурна киселина. Откако ќе се смири бурната реакција, настаната како резултат на додадените киселини, садот се остава на решо да врие 30 мин. По ладењето, садот се дополнува со раствор од H_2SO_4 и HNO_3 киселина до 500 ml, се протресува и се филтрира низ сина филтер-хартија. Првите 50 ml од филтратот се отфрлаат и се продолжува со филтрирањето.
- **фосфати растворливи во лимонска киселина:** примерокот од ѓубриво се пренесува во сад од 500 ml, во кој се додава 500 ml 2 % лимонска киселина. Садот се поставува на ротациска мешалка 30 min, по што се филтрира низ сина филтер-хартија. Првите 50 ml од филтратот се отфрлаат и се продолжува со филтрирањето.
- **вкупни фосфати:** примерокот од ѓубриво се пренесува во волуметриска тиквица од 500 ml во кој се додава 50 ml азотна киселина, се протресува, и по ладењето внимателно се додава и 30 ml водороден пероксид. Откако ќе се смири бурната реакција, садот се покрива со инка и се остава на решо да врие 30 минути (до делумно или целосно обезбојување). По ладењето, садот се дополнува со дестилирана вода до ознаката (500 ml), се промучкува и се филтрира низ сина филтер-хартија. Првите 50 ml од филтратот се отфрлаат и се продолжува со филтрирањето.

Во волуметриска тиквица од 100 ml, се додава одредена количина од филтратот ѓубриво, во зависност од содржината на P_2O_5 во ѓубривото (табела 8.)

Табела 8. Потребна количина на аликвот

P_2O_5 (%)	< 50 %	> 50 %
аликвот (ml)	0,6 ml	0,2 ml

б) Определување содржина на фосфати**Реагенси**

- Основен стандарден раствор на фосфор кој содржи 1 g $\text{P}_2\text{O}_5/\text{L}$: се мери 1,9170 g калиум дихидроген фосфат (KH_2PO_4) кој е претходно сушен во сушница на 105



°C до константна маса. Одмерената количина се пренесува во чаша со соодветен волумен и се раствора во вода. Потоа растворот се пренесува во волуметриска тиквица од 1 000 ml и се дополнува со дестилирана вода до ознаката. Растворот содржи 1 g P₂O₅/1 000 ml односно 1 mg P₂O₅/ml.

- Работни стандардни раствори: се подготвуваат во колби од 100 ml, во кој се додава основен стандарден раствор, според табелата 9.

Табела 9. Подготовка на стандардни раствори

Број на стандард	Волумен на стандарден раствор (ml)	Соодветна маса на P ₂ O ₅ (mg)
0*	0	0
1	0.5	0.5
2	1.0	1.0
3	1.5	1.5
4	2.0	2.0
5	2.5	2.5
6	3.0	3.0

**се користи и како слепа проба*

- *Реагенс за бојење (D = X + Y + Z):* се добива со мешање на претходно подготвени раствори со ознака X, Y и Z, во однос 1 : 1 : 1, во зависност од бројот на проби за анализа (стандардни раствори + проби ѓубрива).
 - ✓ X = H₂O : HNO₃ = 2 / 1
 - ✓ Y = 50g амониум молибдат тетрахидрат (NH₄)₆Mo₇O₂₄ x 4H₂O се раствора во врела вода (50 °C), а по ладењето се разбалжува во волуметриска тиквица од 1 000 ml со дестилирана вода до ознаката. Растворот се чува во темно шише.
 - ✓ Z = 2,5 g амониум ванадат (NH₄VO₃) се раствора во 500 ml врела вода. По ладењето во растворот се додава 20 ml HNO₃ и целиот раствор се пренесува во волуметриска тиквица од 1 000 ml и се дополнува со дестилирана вода до ознаката.

Напомена: Растворите се чуваат одделно (најмногу 6 месеца), а при анализа се зема по потреба и истите се мешаат.

Постапка

Во секој работен стандард и аликвот (земена количина од филтратот) од ѓубривото се додава и по 25 ml раствор D (X + Y + Z) и тиквиците се дополнуваат со дестилирана вода до ознаката, се промешуваат и се оставаат да отстојат 30 минути.

Читањето се врши на спектрофотометар на бранова должина од 430 до 465 nm (450 nm).

Пресметка

$$P_{2O5} (\%) = \frac{(A \times 10)}{B}$$

A - концентрација (отчитана вредност од спектрофотометарот)

B - аликвот кој се зема од филтратот, ml



$$P(\%) - P_2O_5 \times k$$

k - коефицинет за конверзија (0,437)

2.2.9. Определување калиум во минерални ѓубрива

Принцип

Примерокот ѓубриво се раствора во вода и со помош на пламенфотометар се определува содржината на калиум растворлив во вода.

Реагенси

- дестилирана вода;
- основен стандарден раствор од калиум кој содржи 1 g K_2O/l : на аналитичка вага се мери 1,582 g калиум хлорид (KCl), претходно сушен во сушница на 150 °C до константна маса и ладен во ексикатор до собна температура. Одмерената количина се пренесува во волуметриска тиквица од 1 000 ml, и се додава дестилирана вода до ознаката.

1 ml од овој раствор содржи 1 mg K_2O .

Опрема

- ерленмаер од 500 ml;
- пипета од 1 ml и 5 ml;
- стаклена чаша од 100 ml;
- волуметриска тиквица од 500 ml
- волуметриска тиквица 1 000 ml;
- стаклена инка за филтрирање;
- филтер-хартија (бела);
- електрично решо;
- аналитичка вага;
- електрична сушница;
- пламенфотометар.

Постапка

а) Подготовка на работни стандарди: се подготвуваат во волуметриски тиквици од 1 000 ml, во кој се додава основен стандарден раствор, според табелата 10.

Табела 10. Подготовка на стандардни раствори

Број на стандард	Волумен на стандарден раствор (ml)	Соодветна маса на K_2O (mg)
0	0	0
1	25	2,5
2	50	5,0
3	75	7,5
4	100	10,0

б) Подготовка на раствор од примерок ѓубриво за анализа: на аналитичка вага се мери 5 g ѓубриво (со точност од 0,001) просеано низ сито со големина на отвори од



0,5 x 0,5 mm. Примерокот се пренесува во т.н. Штохманов сад (слика 8) од 500 ml во која се додава и 300 ml дестилирана вода. Садот се загрева на решо до вриење, кое трае вкупно 15 минути. Садот се лади на собна температура, по што се додава дестилирана вода до ознаката и се пристапува кон филтрирање. Првите 30 ml од филтратот се отфрлаат и се продолжува со филтрирањето.



Слика 8. Штохманов сад

Од бистриот филтрат се земаат 20 ml, кои се додаваат во волуметриска тиквица од 250 ml. Садот се дополнува со дестилирана вода до ознаката и се промешува.

Од овој раствор се земаат 50 ml, кои се додаваат во волуметриска тиквица од 1 000 ml. Садот се дополнува со дестилирана вода до ознаката, се промешува и се пристапува кон отчитување на пламенфотометар.

Пресметка

$$K_2O (\%) = \frac{m_1 \times 500 \times 250 \times 100}{m_0 \times 20 \times 50 \times 1000}$$

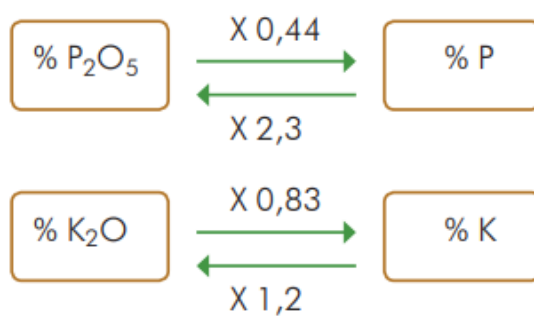
m_0 - маса на ѓубриво, g

m_1 - вредност отчитана на пламенфотометарот



ПРИЛОГ

1. Фактор на конверзија



**Сите други макро и микроелементи најчесто се изразуваат во елементарна форма*



2. Краток опис на некои органски и минерални ѓубрива

ОРГАНСКИ ЃУБРИВА								Општи карактеристики
Вид на ѓубриво	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Највисока дозволена количина според граничните вредности од нитрататната директива	
	%			kg/t			t/ha	
Говедско	0.5	0.3	0.5	5	3	5	42	Предности: • извор на различни видови микроорганизми; • висока достапност на пазарот; • поволна цена. Недостатоци: • често содржи соли и семе од плевели, кои се неповолни за растенијата; • ѓубривото е ладно, содржи повеќе влага и помалку хранливи материи од повеќето други ѓубрива; • бавно се разложува (период од 4 години); • често содржи хормони на раст.
							34	
Коњско	0.6	0.3	0.6	6	3	6	35	Предности: • содржи повеќе азот од ѓубривото од говеда; • ѓубривото е топло, содржи малку влага и доста е богато со хранливи материи. Недостатоци: • мала достапност на пазарот; • често содржи семе од плевели.
							28	



Овчо	0.8	0.5	0.8	8	5	8	26	Предности: •ѓубривото е топло, содржи малку влага и доста е богато со хранливи материи; •содржи поголема количина на фосфор и калиум; •најчесто се препорачува за употреба во градини/бавчи; •нема интензивен мирис. Недостатоци: •може да биде контаминирано.
							21	
Свинско	0.6	0.5	0.4	6	5	4	35	Предности: •ги подобрува квалитетот и текстурата на почвата; •го подобрува степенот на атсорпција и задржување на вода; •ја подобрува микрофлората во почвата и нејзиниот биодиверзитет; •ги намалува трошоците за набавка на минерални ѓубрива; •органската материја има улога на пуфер во почвата. Недостатоци: •постои ризик од прекумерна примена, што доведува до измивање на хранливите материи и нивно истекување во подземните води; •кога ѓубривото се аплицира и остава на површината на парцелата, тогаш во атмосферата може да бидат загубени големи количини на амонијачен азот.
							28	



Кокошкино	1.5	1.3	0.5	15	13	5	14	Предности: •брзо се разложува (во наредните две години); •висока достапност на пазарот; •најчесто се препорачува за употреба кај плантажни посеви и цвеќиња; •концентриран извор на хранливи материи, особено богат извор со азот;
							11	Недостатоци: •не се препорачува кај мешункасти видови; •може лесно да предизвика изгореници кај растенијата, - особено кога не е прегорено; •содржи висока количина на антибиотици (особено во индустриски фарми); •содржи висока количина на друга резидуи (тешки метали, , хормони и др.).
Свинско точно	0.5	0.4	0.3	5	4	3	34	Предности: •ги подобрува текстурата и квалитетот на почвата; •го подобрува степенот на атсорпција и задржување на водата; •ја подобрува микрофлората во почвата и нејзиниот биодиверзитет; •ги намалува трошоците за набавка на минерални ѓубрива; •органската материја има улога на пуфер во почвата. Недостатоци: •постои ризик од прекумерна употреба, што доведува до измивање на хранливите материи и нивно истекување во подземните води, токсичност и намалување на растот на растенијата;



								•кога ѓубривото се аплицира и остава на површината на парцелата, тогаш во атмосферата може да бидат загубени големи количини на амонијачен азот.
Говеда течно	0.4	0.2	0.5	4	2	5	52	Предности: •во текот на производната година може да се користи 2-3 пати на иста парцела; •азотот и калиумот се во лесно достапна форма и затоа е погодно за прихрана (се препорачува негово разредување 1:1 или 1:2) или негова употреба пред сеидба (не се препорачува разредување); •за добра практика се смета и неговата примена пред заорување на жетвените остатоци, на кој начин се забрзува нивното разлагање и зголемување на содржината на органска материја во почвата. Недостатоци: •губење на значајна количина на азот при површинско аплицирање во споредба со примена на вбризгувачи/апликатори (>17%); •дополнителен трошок заради додавањето на материји кои го врзуваат азотот/не дозволуваат да се формира слободен амонијак, за да би се намалиле загубите на азот. Се препорачува додавање гипс, сулфурна киселина или суперфосфат; •неопходна е редовна контрола во сите фази, од формирање до негова апликација. Во случај да не се врши соодветна контрола може да дојде до загадување на животната средина (почва, површински и подземни води и воздух); •кај овој тип ѓубриво не се одвиваат биотермички процеси, кои би ги уништиле патогените микроорганизми, вируси, паразити, габи, бактерии.
							42	



КОМПОСТ

Параметар	
pH	6.9 - 8.3
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	2000 – 6000
Органска материја, %	35 – 40
C : N	> 25
Влага, %/свежа маса	45 – 65
Вкупен N, %/сува маса	< 0.6 можност за имобилизација на азотот и компостот најчесто се користи за покривка < 1 потребно е додавање на азотно ѓубриво 1 – 3 оптимално > 3 најчесто се среќава кај непрегорен компост и најчесто азотот е во аминијачна форма
$\text{NO}_3\text{-N}$, mg/L	< 15 дефицит 16 – 25 ниска содржина 26 – 200 оптимална содржина 201 – 300 висока содржина > 300 многу висока содржина



NH ₄ -N, mg/L	< 20 ниска содржина 21 – 50 оптимална содржина 51 – 150 оптимални вредности за непотполно прегорен компост 151 – 200 висока содржина која може да предизвика изгореници кај младите растенија > 200 многу висока содржина
Вкупен P, %/сува материја	0,4 – 1,1
PO ₄ -P, mg/L свежа материја	50 – 120
Вкупен K, %/сува материја	0,6 – 1,7
Достапен K, mg/L свежа материја	620 – 2280
Ca, %/сува материја	1,0 – 4,0
Mg, %/сува материја	0,2 – 0,4
Тешки метали, ppm	< 300 ppm Cu < 900 ppm Zn



Вкупна препорачана количина, t/ha	20 – 25
	При користење на непотполно прегорена маса на компост се препорачува аплицирање на: • кај градинарски култури во количина од 4 до 5 kg/m²; • кај житни култури, во количина од 7 до 10 t/ha; • Најчесто овој тип компост се користи за мулчирање или се врши негово аплицирање во текот на доцна есен, по што се врши орање, со цел создавање услови за негово разлагање до почетокот на вегетациската сезона.

МИНЕРАЛНИ ЃУБРИВА

Назив	Формула	N – P ₂ O ₅ – K ₂ O kg/100kg ѓубриво	pH
Уреа	CO(NH ₂) ₂	46 – x – x	кисела
Амониум нитрат (шалитра)	NH ₄ NO ₃	34 – x – x	кисела
Калциум амониум нитрат (KAN или тарана)	NH ₄ NO ₃ x CaCO ₃ x MgCO ₃	27 – x – x	неутрала
Суперфосфат	Ca(H ₂ PO ₄) ₂ x 2CaSO ₄	x – 20 – x	кисела
Томас фосфат (Томасово брашно, Томасова згура)	Ca ₄ P ₂ O ₅	x – 18 – x + 45 % CaO	алкална
Калиум хлорид	KCl	x – x – 60	кисела
Калиум сулфат	K ₂ SO ₄	x – x – 52	кисела
Моноамониум фосфат (MAP)	NH ₄ H ₂ PO ₄	12 - 61 – x	кисела
Железен сулфат (зелена галица)	FeSO ₄ x 7H ₂ O	x – x – x + 20 % Fe	кисела

и други минерални ѓубрива



3. Количина на изнесена маса хранливи материи при принос од 100kg, кај некои култури

Култура	kg активна материја		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Пченица	2,50 - 3,50	1,00 - 1,50	2,00 - 3,00
Јачмен (есенски)	2,00 - 2,50	0,80 - 1,20	2,00 - 3,00
Јачмен (пролетен)	1,50 - 2,50	0,80 - 1,20	2,00 - 2,50
Ѓрж	2,00 - 3,00	1,00 - 1,50	2,00 - 3,00
Овес	0,20 - 0,30	0,10 - 0,15	0,30 - 0,40
Ориз	2,00 - 2,50	0,80 - 1,20	2,50 - 3,20
Пченка (за зрно)	2,50 - 3,00	1,00 - 1,50	3,00 - 4,00
Фуражна пченка	0,30 - 0,50	0,10 - 0,20	0,30 - 0,40
Сончоглед	4,00 - 4,20	2,50 - 3,00	6,50 - 7,00
Компир (доцен)	0,40 - 0,50	0,15 - 0,20	0,70 - 0,90
Тутун	3,50 - 4,00	1,50 - 2,50	7,50 - 8,00
Пиперка (на отворено)	0,30 - 0,40	0,15 - 0,20	0,40 - 0,50
Домат (на отворено)	0,25 - 0,30	0,05 - 0,10	0,30 - 0,35
Краставица	0,15 - 0,20	0,10 - 0,15	0,25 - 0,30
Зелка	0,30 - 0,40	0,10 - 0,15	0,50 - 1,00
Кромид	0,30 - 0,35	0,05 - 0,10	0,30 - 0,40
Лук	0,50 - 0,80	0,15 - 0,20	0,35 - 0,40
Морков	0,25 - 0,35	0,10 - 0,15	0,50 - 0,70
Лисната салата	0,20 - 0,25	0,05 - 0,15	0,30 - 0,50
*Боранија	4,50 - 5,00	1,50 - 2,00	3,00 - 4,00
*Грав	5,50 - 7,50	1,50 - 2,00	3,00 - 4,00
*Грашок	1,50 - 2,00	0,30 - 0,50	1,30 - 1,50
Лубеница и диња	0,10 - 0,50	0,05 - 0,10	0,40 - 0,50
Јаболко	0,20 - 0,25	0,10 - 0,15	0,30 - 0,35
Круша	0,20 - 0,25	0,05 - 0,10	0,25 - 0,30
Праска	0,50 - 0,70	0,07 - 0,10	0,30 - 0,50
Слива	0,25 - 0,35	0,15 - 0,20	0,50 - 1,00
Цреша и вишна	0,50 - 1,00	0,30 - 0,50	0,50 - 1,00
Орев	0,70 - 1,20	0,20 - 0,30	1,00 - 1,50
Бадем	1,00 - 1,50	0,15 - 0,25	1,50 - 2,50
Малина	1,20 - 1,60	0,60 - 1,00	1,50 - 2,50
Јагода	0,60 - 1,00	0,30 - 0,40	0,70 - 1,20
Рибизла	1,00 - 1,20	0,50 - 0,70	1,50 - 2,00
Винова лоза	0,80 - 1,00	0,30 - 0,50	1,00 - 1,50
*Луцерка	2,00 - 3,00	0,50 - 1,00	2,00 - 2,50
Ливади	1,50 - 1,80	0,50 - 1,00	1,70 - 2,20
Пасишта	1,00 - 1,50	0,25 - 0,50	1,00 - 1,50

**извор на 80% од потребната количина азот е преку процесот на азотофиксација*



ЛИТЕРАТУРА

Angus, J.F. (2012). Fertilizer Science and Technology . In: Meyers, R.A. (eds) Encyclopedia of Sustainability Science and Technology. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0851-3_193.

Azeez O. J. & Van Averbek W. (2012). Dynamics of Soil pH and Electrical Conductivity with the Application of Three Animal Manures. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 43: 865–874.

Barral, M.T., Paradelo, R. (2011). A review on the use of phytotoxicity as a compost quality indicator. Dynamic Soil, Dynamic Plant 5, 36–44.

Beegle Douglas, Martin Jerry (2014). Manure Sampling for Nutrient Management Planning. Agronomy Facts 69, Penn State Extension.

Brimmer et al. (2022). Recommended Methods of Manure Analysis. Second edition. University of Minnesota Libraries Publishing.

Bulatović Spasoje (1991). Savremeno voćarstvo. Nolit, Beograd.

Damir Varga (2015). Prirucnik za dzubrenje ratarskih i povrtarskih kultura. Subotica.

DEFRA (2010). Fertiliser Manual (RB209) 8th Edition. United Kingdom.

Džamić Ružica, Stevanović, Jakovljević Miodrag (1996). Praktikum iz agrohemije. Univerzitet u Beogradu – Poljoprivredni fakultet.

FAO (2019). The International Code of Conduct for the Sustainable Use and Management of Fertilizers. Rome.

Haque M. Asadul, Jahiruddin M., Rahman M. Mazibur and Abu Saleque M. (2015). Nitrogen mineralization of bioslurry and other manures in soil. *Research in Agriculture, Livestock and Fisheries*, Vol. 2, No. 2, August 2015: 221-228.

Homenauth Oudho (2013). Fertilizer manual (Concepts, Application, Storage and Handling). National agricultural research and extension institute (NAREI), Guyana.

Ikenganyia E. E., Anikwe M. A. N., Omeje E.T., Odo C. S. and Nzekwe C. A. (2017). Techniques of Sampling Organic Manure for Nutrient Analysis in Crop Production. Journal of Agriculture and Ecology Research International 13(3): 1-6, 2017; Article no.JAERI.31630.

Јекић Милан, Џекова Марија (1985). Агрохемија II дел. Универзитет „Кирил и Методиј“ - Скопје.

Kastori Rudolf, Ilin Žarko, Maksimović Ivana, Putnik-Delić Marina (2013). Kalijum u ishrani biljaka – Kalijum i povrće. Poljoprivredni fakultet Novi Sad.

Komljenović Ilija & Kondić Danijela (2011). Praktikum iz opšteg ratarstva. Univerzitet u Banjoj Luci, Poljoprivredni fakultet.



Lončarić Zdenko (2016). Plodnost tala i gnojidba. Zbornik predavanja. XI Savjetovanje uzgajivača goveda u RH. str. 27-33.

Манојловић Маја & Чабиловски Ранко (2020). Практикум из агрохемије. Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет.

Murphy JP. (2009). Managing agricultural wastes. Available:Www.Vet.Ksu.Edu/Links/Agrome d/Abstrat (Available online on 6/6/2013).

Popović Zivota (1989). Agrohemija. Beograd.

Regulation (EU) 2019/1009 – the Fertilising Products Regulation Frequently Asked Questions.

Román Pilar, Martínez M. María, Pantoja Alberto (2015). Farmers compost handbook. Experiences in Latin America. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Latin America and the Caribbean. Santiago, 2015.

Rakshit Amitava (2013). Fertilizer Manual. Institute of Agricultural Science, BHU, Varanasi, 221005, India.

Roy N.R., Finck A., Blair J.G. and Tandon S.L.H. (2006). Plant nutrition for food security a guide for integrated nutrient management. FAO Fertilizer and plant nutrition bulletin, Rome.

Sampling Report Guidelines for Dry Solid Fertilizers (2021). International Fertilizer Industry Association (IFA), A/21/34.

Sampling Report Guidelines for Liquid (solution) Fertilizers (2021). International Fertilizer Industry Association (IFA), A/21/93.

Singh Kumar Anil (2021). Organic Manures.
https://www.researchgate.net/publication/357867021_Organic_Manures

Scherer, H. W., Mengel, K., Kluge, G., & Severin, K. (2009). Fertilizers, 1. General. In Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA (Ed.), Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry (p. a10_323.pub3).
Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.https://doi.org/10.1002/14356007.a10_323.pub3.

Sue Edwards and Hailu Araya (2011). How to make and use compost. Climate and food systems resilience in Sub-saharan Africa. FAO, Rome.

Topalović Ana (2022). Praktikum iz agrohemije, Metode hemijske analize i obrada podataka. Univerzitet Crne Gore.

Tuan Dinh Vu, Porphyre V., Farinet JL., Toan Duc Tran (2006). Composition of animal manure and so-products. V. Porphyre, Nguyen Que Coi (Editors), 2006. Pig Production Development, Animal Waste Management and Environmental Protection: a Case Study in Thai Binh Province, Northern Vietnam. PRISE publications, France.

Ubavić M., Kastori R., Oljaca R., Marković M.(2001). Ishrana voćaka. Poljoprivredni fakultet, Banja Luka.



Ubavić M. and Bogdanović D. (2008). Praktikum iz agrohemije. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

Ugrenović V. (2022). Inovativne metode organske proizvodnje za veću klimatsku neutralnost poljoprivrede. Institut za zemljiste, Beograd.

U. S. Environmental Protection Agency. (2001). EPA-823-B-01-002. Methods for collection, storage and manipulation of sediments for chemical and toxicological analyses: Technical manual. <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/20003PLT.PDF?Dockkey=20003PLT.pdf>

Veljković B., Koprivica R., Radivojević D., Mileusnić Z. (2016). Upravljanje stajnakom na farmama muznih krava. Savremena poljoprivredna tehnika, vol. 42, br. 2, str. 73-142.

Višković I. Miodrag, Đatkov M. Đorđe, Nesterović Ž. Aleksandar, Martinov L. Milan i Cvetković M. Slobodan (2022). Manure in Serbia: Quantities and greenhouse gas emissions. Journal of Agricultural Sciences Belgrade 67(1):29-46, Pages 29-46.

Vukadinović Vladimir i Bertić Blaženka (2013). Filozofija gnojidbe. Poljoprivredni fakultet, Osijeku.

Wilson Melissa, Lessl Jason, Meinen Robert (2022). Recommended Methods of Manure Analysis second edition. University of Minnesota Libraries Publishing.

<https://www.manuremanager.com/manure-minute-back-to-basics-sampling-manure/>

<http://www.cnbrt.net/product/grain-multi-levels-sampling-probe>

<http://www.cnbrt.net/product/grain-multi-levels-sampling-probe>
 file:///I:/%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D1%83%D0%BC/beneficial_uses_of_manure_final_aug2015_1.pdf



Ниту еден дел од оваа публикација не смее да биде репродуциран на било кој начин без претходна писмена согласност на авторот

Е-издание: <https://www.ukim.edu.mk/e-izdanija/ZI/Praktikum-po-analiza-na-gjubriva.pdf>

