



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

214897

(11)

(52)

(51) Int. Cl.³

C 02 F 11/18

(22) Přihlášeno 23 08 78

(21) [PV 5505-78]

(32) (31) (33) Právo přednosti od 25 08 77
[RI-645] Maďarská lidová republika

(40) Zveřejněno 15 09 81

(45) Vydáno 15 10 84

(72)
Autor vynálezu

SZEMLER LÁSZLÓ ing., BÉRES BÉLA ing., HARGITTAI GÁBORNÉ ing.,
UDVARDY — NAGY ISTVÁNNÉ dr., SZÉKELY DÉNES ing., BUDAPEŠT
(MLR)

(73)
Majitel patentu

RICHTER GEDEON VEGYÉSZETI GYÁR RT., BUDAPEŠT (MLR)

(54) Způsob zhodnocení kalu obsahujícího organické nečistoty a zařízení k provádění tohoto způsobu

1

2

Způsob a zařízení ke zhodnocení kalu obsahujícího organické nečistoty, zejména vedlejšího produktu čištění městských odpadních vod. Kal vyhnílý anaerobním způsobem se zahřívá na 80 až 150 °C, pak ochladí na 80 až 40 °C, rozdělí na koncentrát kalu a živný roztok. Přídavkem alkoholu a anorganické soli se vytvoří živná půda, jež se očkuje kalem, a ta se fermentuje anaerobně při 26 až 38 °C. Z fermentační kapaliny se oddělí biomasa, která se pak suší. Zařízení obsahuje výměník tepla pro zahřívání a chlazení vyhnílého kalu, zařízení pro dělení kalu, zásobník spojený s fermentorem a separátor.

Předmětem vynálezu je způsob a zařízení pro zhodnocení kalu odpadajícího při čištění městských (komunálních) odpadních vod jako vedlejší produkt; předmět vynálezu tvoří dále během provádění způsobu vyloučený a pro množení mikroorganismů vhodný živý roztok (supernatant), jakož i způsob výroby produktu vykazujícího obsah bakteriálního proteinu a vitamínů, který lze získat použitím tohoto živého roztoku.

Vyřešení čištění městských odpadních vod a zničení vedlejších produktů, odpadajících při čištění a silně znečišťujících okolí, popřípadě jejich jakýmkoliv způsobem prováděné zhodnocení, se již požaduje dlouhou dobu. V průběhu čištění odpadních vod je v této době již nezbytně nutné přihlížet k požadavkům ochrany prostředí a snížení nákladů na čištění odpadních vod.

Pro stabilizaci nestabilních vedlejších produktů, odpadajících při čištění městských odpadních vod, jako kalu obsahujícího fekálie, získaného z počátku předčištění (primary sludge), dodatečně sedimentujícího kalu (secondary sludge), získaného po biologickém čištění, nebo směsi obou, surového kalu, se nejčastěji používá vyhnívání prováděného anaerobní fermentací. Na fermentaci se nejčastěji připojuje dodatečný fermentační tank, vynucující v podstatě sedimentaci (secondary fermenting tank), a z dodatečného fermentačního vyhnívacího tanku (digester tank) vystupuje již stabilní vyhnitý kal (anaerobic digested sewage sludge). Pro odstranění, popřípadě zhodnocení vyhnitého kalu je již známa řada způsobů. První krok zpracování se obrací na zahuštění kalu, jehož nejprimitivnější metodou je uložení v kalových polích, sám o sobě značně ne hospodárný způsob s velkou potřebou místa a vykazující nízkou produktivitou, jinou metodou je strojně prováděné odvodnění a následující zničení spaláním. Spalování je energeticky nákladný pochod a nemohou při něm být zhodnoceny cenné látky obsažené v kalu.

Novější způsob vyrovnává zhodnocení cenných složek, nacházejících se v kalu, ne hospodárnost odtahu kalu. Mezi těmito novými způsoby je nutné se zmínit o zhodnocení popele odpadajícího při spalování, sušení odvodněného kalu místo spalování, rozmetání usušeného kalu, prováděné přímo nebo ve směsi s nějakou jinou látkou, na pole, kompostování atd. Použití kalu k melioraci půdy brání ta okolnost, že jeho hodnota není v žádném reálném poměru s pracovním nákladem a s náklady na dopravu. Další nedostatek spočívá v tom, že biologicky hodnotitelné látky kalu vyhnitého tímto způsobem jsou zhodnoceny jen z malé části, při chovu dobytka, a to pouze nepřímo, s nízkým stupněm účinnosti.

U další skupiny zpracování se získá jedna složka kalu. Příkladem toho je získání

mimořádně cenného vitamínu B₁₂. U tohoto způsobu působí však zpracování zbylé látky nezměnitelné potíže.

U způsobu podle DOS 2 504 412 se oživený kal (activated sludge) částečně stabilizuje anaerobním a po něm následujícím aerobním odbouráním. Vyhnitý kal, odpadající jako konečný produkt, se po usušení použije ke hnojení. Předností částečného aerobního vyhnívání je krátká doba zdržení ve velkých vyhnívacích kádích, přičemž hořlavé plyny, vznikající za podmínek anaerobního hnití, se z největší části uvolňují i během této doby a rychlý aerobní krok, z něhož vyplývá popřípadě částečné odvodnění, poskytuje snadno použitelný produkt.

Avšak i pomocí tohoto způsobu se může získat pouze produkt sloužící pro zlepšení půdy.

Podle řešení popsaného v maďarském patentovém spisu č. 158 172 se polokontinuální vyhnívání surového kalu pomocí specifických živých látek řídí tak, aby se pro mikroorganismy vhodné pro výrobu vitamínu B₁₂ a ostatní mikroorganismy, žijící ve vyhnívacích kádích, vytvořily stejně příznivé podmínky. Tímto způsobem dochází ve vyhnívacích kádích současně k tvorbě vitamínu B₁₂ i k přírůstku množství biomasy. Dodatečná biomasa má za následek větší množství vyhnitého kalu, který se s ohledem na svůj obsah vitamínů hodí jako přísada do krmiv, a jeho obsah proteinu není větší, než obsah proteinu vznikajícího v kalu vyhnívajícím běžným způsobem.

Přirozenou bakteriální flórou z anaerobního vyhnívání kalu, pocházejícího z čištění odpadních vod, se mohou obohacovat druhy vhodné pro výrobu vitamínu B₁₂ a proteinů, například podle maďarského patentového spisu č. 153 740. Podle tohoto způsobu se bakteriální flóra z vyhnitého kalu, dále kultivovaná na vhodných živých půdách, používá pro výrobu vitamínů a proteinu, přičemž použít kalu samo s kultivací bakterií je zbytečné. Pro otázky naznačené v úvodu s ohledem na využití vedlejších produktů čištění odpadních vod neposkytuje tento vynález žádné řešení.

Řešení popsané ve švédském patentovém spisu 417 540 se zaměřuje na použití kalu z odpadních vod pro krmivářské účely. Podle tohoto řešení se oživený kal samotný nebo smíšený s přísadami přivádí do kontinuálně pracujícího extruderu, krátkodobě zahřívá na teplotu 105–160 °C a poté náhle expanduje a konečně se produkt suší na vzduchu. Expanse způsobí během několika sekund dezinfekci produktu. Technickou expansí se vyrábí z kalových látek přímo produkt vhodný pro krmivářské účely. S přihlédnutím k těm okolnostem, že kal sám o sobě obsahuje poměrně hodně balastních látek a zvířecími organismy vyššího stupně hospodárně nepoužitelných jiných látek při poměrně malém množství protei-

nů, využívají se v kalu se nacházející potenciální možnosti krmení pomocí tohoto způsobu v odpovídající míře.

Cílem vynálezu je poskytnout řešení pro zpracování kalu obsahujícího organické nečistoty, odpadajícího zejména během čištění městských (komunálních) odpadních vod, pomocí něhož by se kal zpracoval v podstatě v plné míře, takže by například nebylo nutné se starat o jeho uložení na suchých místech, přičemž jako výsledek zpracování by cenné organické a anorganické látky — zejména proteiny, vitaminy a kovy — nacházející se v kalu byly k dispozici ve formě zdravotním a hygienickým požadavkům plně odpovídajících konečných produktů, vhodných bezprostředně ke krmivářským účelům.

Vynález spočívá na poznatku, že v případě, když se vhodně tepelně zpracovaný a anaerobně vyhnílý kal rozdělí na koncentrát a supernatant, hodí se poslední převzápivě a v překvapující míře pro kultivaci (rozmnožování) mikroorganismů a v rámci tohoto k selektivní kultivaci bakteriální flóry, zhodnocující metanol, a tím i pro výrobu produktů (biomasy), bohatých na proteiny. Tepelné zpracování zničí totiž patogenní bakterie a současně sterilizuje kal, přičemž velkomolekulární složky tepelně zpracovaného supernatantu jsou vhodnější pro enzymatické odbourávání, při fermentaci proteinů je složení konečných produktů konstantnější, a jsou vhodnější pro krmivářské účely, a zároveň se dělení fází kalu — na supernatant a koncentrát — může rovněž provádět výhodněji. Metanol, přidávaný k tepelně zpracovanému supernatantu pro tvorbu živné půdy, zaujímá tak přibližně roli „selektivního sterilizačního prostředku“, vzhledem k tomu, že zabíjí rozmnožení patogenních bakterií. Konečně se sušením biomasy tato tak řečeno stabilizuje, tj. zabíjí se jejímu rozpadu — který by jinak nastoupil mimořádně rychle.

Základ vynálezu tvoří dále poznatek, že zařízení potřebné pro odstranění a zhodnocení kalu se může konstruovat ze stavebních skupin o sobě známých, avšak pro účel použití vhodně zvolených — nádrží, čerpadel, aparátů, zařízení atd., které jsou sice nyní odděleně běžné jednak v oblasti čištění odpadních vod, jednak v oblasti fermentace, aby jako výsledek jejich určitým způsobem provedeného spojení a společného použití bylo umožněno provádět komplikované pracovní pochody zpracování kalu na sterilní živinu v jediném racionálním technologickém sledu pořadí a aby se celé zařízení mohlo zřídit na místě odpadu kalu — například zařízení pro čerpení odpadních vod — nebo v jeho bezprostřední blízkosti.

Na základě těchto poznatků byla zadána úloha vyřešena pomocí způsobu sloužícího ke zhodnocení vyhnílého kalu a zaří-

zení pro provádění tohoto způsobu.

Během způsobu se používají následující pracovní pochody, a to v následujícím pořadí:

a) vyhnílý kal se ohřeje na teplotu minimálně 80 °C, ale s výhodou na teplotu 100 až 150 °C a potom se během tepelného zpracování popřípadě ochladí na 80 až 40 stupňů C;

b) vyhnílý a tepelně zpracovaný kal se popřípadě za přítomnosti koagulačního činidla dělí na kalový koncentrát a supernatant;

c) k supernatantu se přidá alkohol s 1 až 3 atomy uhlíku, s výhodou metanol, nejméně jedna anorganická sůl obsahující dusík, popřípadě předběžně jeden nebo více ve vodě rozpustných vitaminů, jakož i biolátku (biolátky), a tím se vyrobí živná půda;

d) živná půda se s výhodou anaerobně naočkuje vyhnílym kalem;

e) naočkováná živná půda se fermentuje anaerobně při teplotě 26 až 38 °C;

f) z fermentační kapaliny vytvořené během fermentace se oddělí biomasa. Podle dalšího významu vynálezu se biomasa — s výhodou rozprášená — usuší.

Podstata zařízení spočívá v tom, že má výměník tepla vhodným pro ohřívání a ochlazování vyhnílého kalu, zařízení sloužící k dělení vyhnílého a tepelně zpracovaného kalu na supernatant a kalový koncentrát, nádrž sloužící za použití supernatantu k výrobě živné půdy, fermentační tank, vhodný pro fermentaci živné půdy, jakož i separátor, sloužící k oddělování biomasy z fermentační kapaliny, tvořící se ve fermentačním tanku.

Předmět vynálezu tvoří dále:

1. Živný roztok (supernatant), vhodný pro kultivaci mikroorganismů a získaný tepelným zpracováním a dělením vyhnílého kalu, pro kterýžto roztok je charakteristické, že
 - a) poměr jeho obsahu dusíku v anorganických a organických látkách je 1 : 1 až 10 : 1,
 - b) jeho obsah kyselin, vyjádřený v kyselině mravenčí, činí 500 až 5000 mg/l.
2. Produkt bohatý na proteiny a vitaminy, s výhodou vhodný pro krmivářské účely, s živným roztokem (supernatantem) získaným tepelným zpracováním a dělením vyhnílého kalu, obohacený živnými látkami, získaný pomocí anaerobní fermentace, pro který je charakteristické, že jeho
 - a) obsah surového proteinu >50 % hmot.
 - b) celkový obsah ve vodě rozpustného vitaminu >1000 γ/g.

Výhodné účinky spojené s vynálezem jsou následující:

Pomocí vynálezu se materiál — kal odpadních vod — zpracuje a zhodnotí na mimořádně cenný produkt, vykazující vysoký obsah proteinu a vitaminů, popřípadě kovů, a použitelný pro krmivářské účely, jehož uložení, skladování nebo jakýmkoliv jiným způsobem provedené odstranění bylo největším zatížením čištění odpadních vod a v neposlední řadě i neřešitelnou úlohou při čištění odpadních vod. Tímto způsobem se podařilo odstranit těžké hygienické problémy a problémy ochrany prostředí tím způsobem, že se současně z dosud nepoužitého a ztrátového zdroje proteinu a vitaminů vyrobí sterilní, pro krmivářské účely se výborně hodící produkt, tj. odstraní se nejen náklady na čištění odpadních vod, nýbrž vytvoří se i podstatné nové hodnoty. Investiční náklady a provozní náklady zařízení jsou ve srovnání s výsledkem nízké. Po zpracování kalu nezbyde žádný dodatečný škodlivý produkt. Další přednost znamená ta okolnost, že se ještě zvýší v důsledku fermentace supernatantu produkce bioplynu, vykazujícího vysoký energetický obsah.

Složení hlavního produktu, vhodného pro krmivářské účely, vyrobeného způsobem podle vynálezu (viz v dalších příklady 1, 5, 6 a 7), bylo v tabulce 1 srovnáno se složením vyhnílého kalu odpadajícího během obvyklého čištění odpadních vod, který se má odstranit. Data znázorňují dobře význam výsledku dosaženého pomocí vynálezu.

Vynález bude dále detailně popsán pomocí přiložených výkresů a příkladů. Vý-

kresy znázorňují zařízení sloužící pro provádění způsobu, popřípadě bilanční schéma.

Na výkresech ukazují obr. 1 příklad výhodného provedení zařízení ve schematic-kém znázornění bokorysu a obr. 2 bilanční schéma, náležející ke konkrétnímu příkladu způsobu podle vynálezu.

Na obr. 1 byly u vedení spojujících jednotlivé části zařízení, popřípadě do těchto vyústějících nebo z těchto vyústějících, zakresleny i šipky znázorňující přítok materiálu, čímž je možné dobře sledovat technologické pochody probíhající v zařízení.

K zařízení pro čištění odpadních vod (v podrobnostech neznázorněného) patří vyhřívací komora 1, do které ústí vedení 2 surového kalu a z níž je vyvedena trubka 3 sloužící pro další vedení bioplynu tvořícího se během anaerobního pochodu vyhnívání, do (zde neznázorněné) sběrné nádrže.

Vyhřívací komora 1 je spojena vedením 6, obsahujícím odstředivé čerpadlo 5, se skladovací nádrží (zásobníkem) 7, která je vedením 8 připojena k tepelnému výměníku 9. Do vedení 8 je vestavěno odstředivé čerpadlo 10. Výměník tepla 9 obsahuje výměňkové jednotky 11, 12, z nichž výměňková jednotka 12 zahřívá vyhnílý kal a výměňková jednotka 11 jej ochlazuje, přičemž v souladu s tímto do výměňkové jednotky 12 ústí parovod 13. Výměníkové jednotky 11 a 12 jsou spolu spojeny vedením 14 a 15, vedení 16 spojuje výměňkovou jednotku 11 s gravitační sedimentační nádrží 17, do které zasahuje lopatkové míchadlo 17a nebo podobné zařízení.

Tabulka 1

	vyhnílý kal	hlavní produkt vyrobený podle příkladu			
		1	5	6	7
celková sušina g/100 g	10,2	2,5	2,56	2,40	3,38
fermentační šťáva	17,7	69	71	64	63,5
surový protein v % sušiny					
stravitelný protein v % surového proteinu	24,8	53	56	51	58
vitaminy: gama/g					
vitamin B ₁ gama/g	0,60	17,2	8,2	22,0	15,5
vitamin B ₂ gama/g	1,42	150,0	124,0	210,0	130,0
vitamin B ₆ gama/g	3,45	187,0	130,0	150,0	850,0
vitamin B ₁₂ gama/g	5,40	85,0	35,0	55,0	38,0
kyselina nikotinová gama/g	2,0	160,0	120,0	167,0	125,0
chlorid cholinu gama/g	0,098	100,0	985,0	1180,0	1510,0
biotin gama/g	0,51	12,5	25,0	250,0	17,0
kyselina pantotenová gama/g	14,5	125,0	98,0	374,0	285,0

Sedimentační nádrž **17** je spojena vedením **19**, obsahujícím odstředivé čerpadlo **18**, i se zařízením **20** pro rozpouštění činidla (duplikátorem), ve kterém je vyústěn přítok **21** vody.

Na spodní části sedimentační nádrže **17** je vedení **22**, ke kterému je připojeno odstředivé čerpadlo **23**, odbočeno. Před odstředivým čerpadlem **23** ústí do trubky **22** trubka **24**, vyvedená z horní části sedimentační nádrže **17** pomocí většího počtu větví. Tlakové vedení **24a** vystupující z odstředivého čerpadla **23** ústí do dekantační odstředivky **28**. Z vedení **24** je před odstředivkou **28** odbočeno vedení **25**, které ústí do zásobníku **26**, sloužícího ke shromažďování supernatantu živného roztoku (viz obr. 1, vlevo dole). Z dekantační odstředivky **28** vystupují dvě vedení, vedení **27** ústí do vedení **25**, vedení **28a** naproti tomu spojuje odstředivku **28** se zásobníkem **29** koncentráty; v zásobníku **29** koncentráty je míchací lopatka **29a** nebo podobné zařízení.

Zásobník **29** koncentráty je spojen vedením **31**, obsahujícím odstředivé čerpadlo **30**, s otočnou sušicí komorou **32**, pod níž je uspořádán výstupní otvor homogenizátoru **33** a pod tímto pytlovací váha **34**.

Zásobník **26**, sloužící pro shromažďování supernatantu (živného roztoku) a při tom pro přípravu živné půdy je spojen vedením **37**, obsahujícím odstředivé čerpadlo **36**, i s nádrží pro roztok živné soli, uspořádanou pod úrovní podlahy; do nádrže **35** ústí parovod **38** a vodovod **39**.

Zásobník **26** je spojen vedením **42** i se skladovací nádrží **40**, obsahující metanol potřebný pro přípravu živné půdy, přičemž do vedení **42** je vestavěno samonasávací čerpadlo **41** (například samonasávací metanolové čerpadlo typu SIHI). V zásobníku **26** je uspořádána míchací lopatka **26a** nebo podobné zařízení.

Zásobník **26** je spojen vedením **44**, obsahujícím odstředivé čerpadlo **43**, s fermentorem **45**, do něhož ústí vedení **45a**, sloužící pro napájení očkovací látkou — s výhodou kalem vyhnílym anaerobním způsobem. Odtud vystupující vedení **46** slouží k odvádění bioplynu, vedení **48**, obsahující odstředivé čerpadlo **47** a sloužící pro další vedení fermentační šťávy, ústí do druhé skladovací nádrže **49**, ve které je uspořádána míchací lopatka **49a** nebo podobné zařízení. K dalšímu odvádění fermentační šťávy ze zásobníku **49** do separátoru **50** slouží vedení **52**, obsahující odstředivé čerpadlo **51**. Ze separátoru **50** se dostává biomasa vedením **54** do skladovací nádrže **53**, přičemž vedení **55** slouží ke zpětnému vedení supernatantu, vylučujícího se v separátoru do systému čištění odpadní vody.

Vedení **57**, vycházející z nádrže **53** a obsahující odstředivé čerpadlo **56**, ústí do horní části práškovací sušárny **58**. Pod práškovací sušárnou **58** je homogenizátor **59** a pod tímto pytlovací váha **60**.

K zařízením náleží logicky na odpovídajících místech v odpovídajícím počtu uspořádaná sama o sobě známá šoupátka nebo jiná zařízení, jejichž znázornění bylo pro lepší přehlednost vynecháno; jejich místo a určení je však odborníku zřejmé.

Pomocí zařízení podle obr. 1 se provádí zhodnocení (zpracování) kalu vyhnílého anaerobním způsobem následovně:

Kal vyhnílý ve vyhřívací komoře **1** za vyloučení přístupu vzduchu anaerobním způsobem při teplotě 30 až 35 °C se dopravuje pomocí odstředivého čerpadla **5** do skladovací nádrže **7** (zásobníku) a odtud pomocí odstředivého čerpadla **10** do výměníku tepla **9**.

Kapacita vyhřívací komory **1** odpovídá podle účelu, ke kterému má sloužit, asi desetinásobku objemu surového kalu odpadajícího denně během čištění odpadních vod. Z vyhřívací komory **1** se před přívodem surového kalu odebírá vždy množství vyhnílého kalu rovnající se množství přiváděného surového kalu. Tyto pochody se mohou provádět stejným způsobem periodicky, polokontinuálně nebo kontinuálně. Pod pojmem polokontinuální provoz se rozumí, že se odběr a přívod provádějí denně jednou nebo každých 8 až 12 hodin.

Pokud je to nutné, udržuje se teplota ve vyhřívací komoře **1** chlazením nebo ohříváním uvnitř udaného teplotního rozmezí 30 až 35 °C. Výhodná hodnota pH vyhnívání činí 7 až 8; může se v případě kyselosti regulovat přidávkou louhu, s výhodou vápenného mléka.

Vyhnílý kal se vede jednotkami **11** a **12** výměníku **9** tepla a zahřívá se nejdříve nejméně na 80 °C, s výhodou na teplotu 100 až 150 °C, a potom se ochlazuje s výhodou na teplotu 40 až 80 °C a dopravuje se dále do sedimentační nádrže **17**. Tímto tepelným zpracováním se zničí flóra mikroorganismů vyhnílého kalu včetně patogenních bakterií, tj. kal se vysterilizuje. Dalším výsledkem tepelného zpracování je, že se kal dostane do stavu příznivějšího pro koncentrační proces a živný roztok (supernatant) do příznivějšího stavu pro další zpracování. V oblasti zahřívání patří k nižším teplotním hodnotám delší doby zahřívání, k vyšším teplotám kratší doby zahřívání.

V sedimentační nádrži **17** se mohou k opětně ochlazenému kalu, obsahujícímu vznášející se pevné částice, zčásti zkoagulované během tepelného zpracování, pro snadnější oddělení těchto částic — při mohutném míchání obsahu nádrže — použít koagulační činidla — například anorganické nebo organické elektrolyty, například síran hlinitý, síran železa nebo polyakryláty, polyakrylamidy. Jako koagulační činidla mohou přijít v úvahu ještě koloidy, vykazující amfoterní chování (například přirozená lepidla), nebo organické neelektrolyty (například škroby) [Flockungsmittel in Wasseraufbereitungstechnik, Chem.

Rdsch. (Solothurn) 20,673—677/1977].

Základním hlediskem při volbě koagulačního činidla je, že toto použití nesmí rušit použití konečného produktu jako krmiva, protože se jako koagulační činidlo může výhodně používat například odbourávací prostředek I. C. Clearflook AN 10 (výrobek Industrial Chemicals and Equipment Inc. Ag). Koagulační prostředek se s výhodou přivádí do kalu ve vodném roztoku, který se poté nechá několik hodin, s výhodou 2 až 6, sedimentovat, přičemž je výhodné použít jako koagulační činidlo síran hlinitý. Na tomto místě lze poznamenat, že v určitých případech lze přídatek koagulačního prostředku také vynechat a sedimentaci v nádrži 17 provádět i bez něho.

Ze spodní části sedimentační nádrže 17 se odebírá tam sedimentovaný kal a stejným způsobem z horní části sedimentační nádrže 17 živný roztok pomocí odstředivého čerpadla 23, k čemuž musí být logicky uvedeny v činnost šoupátkové uzávěry (neznázorněné), vestavěné do systému vedení. Dekantovaný živný roztok (supernatant) se vede dále vedením 25 do zásobníku 26, kal se vede vedením 24a do dekantační odstředivky 28.

Z kalu se jako výsledek popsaného dekantačního pochodu s koncentračním stupněm účinnosti 0,90 až 0,95 získá koncentrát v množství asi 30 až 50 % obj. a živný roztok (supernatant) v množství 50 až 70 % obj.; obsah sušiny kalu činí asi 12 až 18 %, obsah sušiny živného roztoku činí 0,5 až 1,0 proc. obj.

V odstředivce 28 se koncentrát dále odvodňuje, během toho se získá 30 až 50 % obj. koncentráту a další živný roztok. Obsah sušiny tohoto koncentráту činí 30 až 40 % hmot.

Koncentrát, vykazující tento vysoký obsah sušiny, se dále vede vedením 28 do zásobníku 29 koncentráту a odtud pomocí odstředivého čerpadla 30 do otočné sušicí komory 32, zde se suší a/nebo se až do zmizení organických látek žihá. Sušení se provádí při teplotě maximálně 150 °C, neboť při použití vyšších teplot se rozruší cenné proteiny. Pouze usušený produkt se označuje jako vedlejší produkt I, vyžíhaný produkt jako vedlejší produkt II. Oba produkty jsou cenné: u prvního je významnější obsah proteinu, u druhého lze stanovit významnější obsah kovu, vzhledem k výsledku se mohou tyto produkty použít buď samostatně, nebo společně a/nebo smíseny s ostatními látkami — například s hlavním produktem získaným pomocí způsobu podle vynálezu — v krmivu zvířat. Pomocí homogenizátoru 33 a pytlovací váhy 34 se mohou přesně provádět směšovací a dávkovací pochody.

Výsledný živný roztok (supernatant), vznikající dekantací prováděnou odstředivkou 28, se přivádí vedením 27 do stejné-

ho vedení 25, kterým se vede i živný roztok (supernatant), získaný v sedimentační nádrži 17, do zásobníku 26. Ze živného roztoku (supernatantu) získaného z obou vpředu uvedených zdrojů se v zásobníku 26 vyrobí živná půda, vhodná k fermentaci, tím způsobem, že se do živného roztoku (supernatantu) přivádí z nádrže 35 jako zdroj dusíku roztok živné soli, s výhodou roztok nejméně jedné soli, z největší části anorganické amonné soli, jako zdroj uhlíku alkohol s 1 až 3 atomy uhlíku, s výhodou metanol, přiváděný z nádrže 40 pomocí samonasávacího čerpadla 41 vedením 42, jakož i vedením 37 známé a při fermentaci obvykle používané biolátky. Jako anorganická amonná sůl se může s výhodou používat hydrouhličitán amonný, hydrofosforečnan amonný nebo dusičnan amonný, popřípadě směs těchto solí. Jako biolátka může přicházet v úvahu například melasa, glycin, kvasnice — s výhodou hydrolýsát pivovarských kvasinek — chlorid hořečnatý atd. Jestliže se během fermentace nepřiřihlí pouze k vysokému obsahu proteinu v biomase, nýbrž i k výrobě hlavního produktu, bohatého na vitaminy rozpustné ve vodě a hodícího se výborně pro krmivářské účely, mohou se k živnému roztoku přidávat i známé prekursory ve vodě rozpustných vitaminů. Takovými prekursory mohou být například kyselina pimelová, kyselina nikotinová atd.

Přítomnost metanolu v živné půdě hraje ve vztahu k patogenním bakteriím současně roli selektivního sterilizačního prostředku, neboť brání — současně s rozmnožováním četných jiných kmenů bakterií — rozmnožování patogenních bakterií.

Živná půda vyrobená v zásobníku 26 — rovněž pomocí míchací lopatky 26a — se dopravuje pomocí odstředivého čerpadla 43 vedením 44 do fermentoru 45, kam se přivádí i očkovací prostředek — s výhodou z vyhnívací komory 1 odebraný, anaerobně vyhnílý kal, zaujímavý vzhledem ke svému množství 1/10 až 1/20 užitečného objemu fermentoru 45 — vedením 45a. Kapacita fermentoru 45 je přiměřeně účelu rovná kapacitě vyhnívací komory 1. Zde se naočkovaná živná půda fermentuje anaerobně o sobě známým způsobem a vznikající bioplyn se vede vedením 46 do (neznázorněného) plynojemu. Během fermentace se teplota udržuje asi na 42 °C a obsah nádrže se celých 8 hodin míchá. Po naplnění fermentoru 45 vzniká (během asi 5 až 10 dní) mikroflóra, nutná pro výrobu buněčného proteinu; poté se fermentace provádí kontinuálně nebo polokontinuálně. V případě polokontinuální fermentace se denně dopravuje minimálně jednou asi 10 % obj. fermentační šťávy pomocí odstředivého čerpadla 47 do skladovací nádrže 49 a současně s tím — nebo s určitým zpožděním — se do fermentoru 45 přivádí stejné množství živné půdy.

Fermentační kapalina se vede ze skladovací nádrže **49** do separátoru **50**, kde se pak z fermentační kapaliny oddělí biomasa. Jako výsledek separačního pochodu vznikne asi 80 až 90 % obj. živného roztoku, supernatantu, který se pak vede zpět vedením **55** do biologického systému čištění odpadních vod. Toto se může provádět tím spíše, že BOI_5 hodnota po oddělení biomasy zbylé na buňky chudé fermentační kapaliny je 120–150, a proto se biologické čištění odpadních vod téměř nezatíží. BOI_5 — hodnota živných roztoků, zbývajících po koncentraci, použité u obvyklých způsobů čištění odpadních vod, provedené pomocí odstředování, je tak vysoká, že se s tím musí počítat při stanovení rozměrů biologických čistících systémů.

Koncentrát získaný oddělením fermentační kapaliny — biomasy, která činí asi 10 až 20 % obj. odebrané fermentační kapaliny se dopravuje do skladovací nádrže **53** a odtud pomocí odstředivého čerpadla **56** vedením **57** se tlačí do samo o sobě známé práškovací sušárny **58**. Materiál získaný zde jako výsledek provedení procesu sušení je hlavní produkt způsobu podle vynálezu, který obsahuje asi 70 % surového proteinu a značné množství ve vodě rozpustných vitaminů. Při tom je nutné zdůraznit stabilizující účinek spojený se sušením a působící na biomasu, vzhledem k němuž se zabrání rozpadu jinak mimořádně rychle se kazící biomasy, jinými slovy řečeno, biomasa se tak zvaně konzervuje a vytvoří se stav vhodný pro balení, dopravu, jakož i skladování a dávkování.

Vynález bude dále detailně popsán pomocí příkladů, v nichž se logicky použijí názvy a označení z obr. 1.

Příklad 1

Bilanční schéma příkladu je znázorněno na obr. 2.

Do vyhnívací komory **1**, vykazující užitečnou kapacitu 300 m³ surového kalu. Vyhnívání se provádí anaerobně při teplotě 30 až 35 °C a hodnotě pH 7 až 8. Vyhnílý kal obsahuje významné množství organických a anorganických látek, celkový obsah sušiny 7 % hmot.

30 m³ denně odebíraného vyhnílého kalu se vede výměníkem **9** tepla a podrobí se tepelnému zpracování, v jehož rámci se nejdříve 15 minut zahřívá při teplotě 100 stupňů Celsia a potom se ochladí zpět na 60 °C. Vyhnílý tepelně zpracovaný kal se vede do sedimentační nádrže **17** a tam se k němu přidá 60 kg síranu hlinitého $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$, rozpuštěného ve 300 l vody. Takto vytvořená sraženina se adhezuje, popřípadě se dále koaguluje vznášející se pevné částice tepelně zpracovaného vyhnílého kalu. Vpředu uvedeným způsobem vyhnílý kal se čtyři hodiny sedimentuje a tak se může dekantovat 60 % celkového ob-

jemu jako živný roztok (supernatant) (v dalším u obr. 2). Během dekantace se získá 18 m³ živného roztoku (supernatantu), obsahujícího 0,54 % hmot. rozpuštěné sušiny (sušina = 0,1 t) a 12 m³ koncentráta, obsahujícího 16,7 % hmot. sušiny (sušina = 2,0 t).

Živný roztok (supernatant) se načerpá do zásobníku **26** o obsahu 50 m³. Koncentrát se vede do odstředivky **28**, v níž následuje další odvodnění, tímto způsobem se získá 5,4 m³ koncentráta s obsahem pevné sušiny 35 % hmot. (sušina = 1,9 t) a 6,58 m³ živného roztoku (supernatantu) s obsahem rozpuštěné sušiny 1,58 % hmot. (sušina = 0,1 t), které se rovněž dopravují do vpředu uvedeného zásobníku **26**, vykazujícího kapacitu 50 m³.

Z vyhnílého kalu, zpracovaného síranem hlinitým, se jako výsledek obou dělení (sedimentace a odstředování) získá 24,6 m³ živného roztoku (supernatantu) s obsahem 0,85 % hmot. rozpuštěné sušiny (sušina = 0,2 t) a koncentrát s obsahem pevné sušiny 35 % hmot. (sušina = 1,9 t), poslední se suší v otočné sušící komoře **32** s regulovatelnou teplotou při teplotě 140 stupňů Celsia a při tom se získá 1,77 t „vedlejšího produktu I“, který obsahuje 10 proc. vody.

Obsah sušiny „vedlejšího produktu I“ má následující složení:

organické látky celkem	59 %
v nich surový protein	18 %
popel obsahující kyslíčníky kovů	41 %
obsah kationtu Fe^{2+} rozpustného v kyselině	2,1 %
obsah kationtu Cu^{2+} rozpustného v kyselině	0,18 %
Zn^{2+}	0,25 %
Mn^{2+}	0,36 %
Mg^{2+}	0,30 %
Co^{2+}	0,10 %
Ca^{2+}	3,2 %
veškerý P	2,6 %

K živnému roztoku (supernatantu) (24,6 m³) spojenému v nádrži **26** se přidávají následující látky, rozpuštěné v 5,4 m³ vody:

300 l metanolu
36 kg hydrouhličitanu amonného
6 kg hydrofosforečnanu amonného
12 kg glycinu
12 kg melasy
2 kg pivovarských kvasinek (hydrolyzát)

Živný roztok (supernatant) a vpředu uvedený roztok se smísí v zásobníku **26** o kapacitě 50 m³ a tím se získá fermentovatelná živná půda, která se dopraví do prázdné nádrže vykazující užitečnou kapacitu 300 m³, fermentoru **45**, zatímco se předtím přivedla z čerstvé vyhnílého kalu do běžným způsobem pracujícího zařízení pro čištění odpadních vod 30 m³. Teplota fer-

mentoru 45 se nastaví na 32 °C a na této teplotě se udržuje a obsah se míchá po celých 8 hodin.

Jako jednorázový pochod spouštění fermentoru 45 se provádí po pět dní přívod živného roztoku (supernatantu), doplněného vypočtenými látkami, a 30 m³ vyhnílého kalu odpadních vod jako očkovací látky.

Od 6. dne se, jak bylo vpředu popsáno, fermentor 45, uvedený v provoz, provozuje polokontinuálně, tím že se před přívodem odebere 30 m³ fermentační kapaliny a poté se přidá 24,6 m³ živného roztoku, k němuž byly přidány následující látky, rozpuštěné v 5,4 m³ vody (viz i obr. 2, pravá strana):

1500 l metanolu

180 kg hydrouhličitanu amonného

30 kg hydrofosforečnanu amonného

80 kg glycinu

60 kg melasy

3 kg chloridu hořečnatého

12 kg pivovarských kvasinek (hydrolyzátu)

Dále se fermentace provádí polokontinuálně, v periodách 24 hodin od odběru 30 m³ fermentační kapaliny a přidavku 30 m³ živné půdy (rychlost zředování činí 0,1 dne⁻¹). 30 m³ odebrané fermentační kapaliny obsahuje 2,5 % hmot. celkové sušiny (sušina + 750 kg). Sušina obsahuje množství bakterií, obohacujících se působením metanolu a jiných látek (biomasy). Biomasa se oddělí separátorem 50 od fermentační kapaliny. Ze 30 m³ fermentační kapaliny se získá 2,23 m³ koncentráту se 30 % hmot. sušiny (sušina + 670 kg) a 27,7 m³ živného roztoku (supernatantu) s 0,3 % hmot. rozpuštěné sušiny (sušina + 80 kg) a tento živný roztok se vrací zpět do biologického čistícího systému zařízení pro čištění městských odpadních vod.

Biomasa se suší v práškovací sušárně 58 a práškovitý „hlavní produkt“ s obsahem vlhkosti 10 % činí v souladu s množstvím 627 kg.

Vztaženo na sušinu činí složení „hlavního produktu“:

surový protein: 69 %

Vitaminy:

vitamin B₁ 17,2 γ/g

vitamin B₂ 150,0 γ/g

vitamin B₆ 187,0 γ/g

vitamin B₁₂ 85,0 γ/g

kyselina nikotinová 180,0 γ/g

chlorid cholinu 1100,0 γ/g

kyselina panthotenová 125,0 γ/g

Obr. 2 znázorňuje bilanční schéma tohoto příkladu, kde 101 značí 30 m³ surového kalu, 102 vyhnívací nádrž 300 m³, 103

30 m³ vyhnílého kalu, 7 %, 2,1 t, 104 tepelné zpracování: ohřívání — chlazení, 105 300 litrů 20% roztoku síranu hlinitého, 106 míchání, sedimentaci, dekantaci, 107 12 m³ koncentráту, 16,7 %, 2 t, 108 18 m³ živného roztoku, 0,54 %, 0,1 t, 109 odstředivku, 110 54,2 m³ koncentráту, 35 %, 1,9 t, 111 6,58 m³ živného roztoku, 1,53 %, 0,1 t, 112 sušení, 113 3,33 m³ vody, 114 10 % ztráty prášku, 115 24,6 m³ spojených živných roztoků, 0,85 %, 0,2 t, 116 do 300 m³ fermentoru, 117 homogenizaci, 118 5 % ztráty prášku, 119 24,6 m³ živného roztoku, 0,85 proc., 0,2 t, 120 živné soli, rozpuštěné v 5,4 m³ vody, a metanol, 121 vedlejší produkt I 1,77 t, 90%, 122 300 m³ fermentoru, 123 vyžihání, 124 30 m³ fermentační kapaliny, 2,5 %, 0,75 t, 125 0,72 m³ organických látek, spáleno, 126 vedlejší produkt II, 1,05 t, 127 separaci (oddělování), 128 27,7 m³ živného roztoku (0,3 %, 0,08 t), 129 2,23 m³ koncentráту, 30 %, 0,67 t, 130 sušení, 131 1,49 m³ vody, 132 10 % ztráty prášku, 133 homogenizaci, 134 vráceno zpět do biologického čištění, 135 5 % ztráty prášku a 136 hlavní produkt 0,63 t, 90%.

Příklad 2

Postupuje se v každém ohledu podle příkladu 1, pouze s tou změnou, že se vyhnílý kal přiváděn do výměníku tepla udržuje 5 minut na teplotě 120 °C. Množství a složení získaného „vedlejšího produktu I“ a „hlavního produktu“ souhlasí s množstvím uvedeným v příkladu 1.

Příklad 3

Postupuje se ve všech ohledech podle příkladu 1, avšak s tou změnou, že se pro koagulaci tepelně zpracovaného vyhnílého kalu přidá 30 kg IVC Clearfloo ANlo (organického, snadno se rozkládajícího elektrolytu, obsahujícího anionty), rozpuštěného v 3000 litrech vody (výrobek Industrial Chemicals and Equipment Inc. AG., Vídeň).

Množství získaných produktů:

„vedlejší produkt I“ 1,88 t
„hlavní produkt“ 0,71 t

Složení produktu (vztaženo na sušinu):

„vedlejší produkt I“
veškeré organické látky: 52 %
z toho surový protein 21,0 %

kysličníky kovů, obsažené v popelu
obsah kationtů rozpustných ve vodě:

Fe²⁺ 2,5 %
Cu²⁺ 0,09 %
Zn²⁺ 0,31 %
Mn²⁺ 0,29 %
Co²⁺ 0,09 %
Ca²⁺ 3,5 %
veškerý P 3,0 %

Složení „hlavního produktu“ souhlasí se složením uvedeným v příkladu 1.

Příklad 4

V každém ohledu se postupuje podle příkladu 1, ale s tou změnou, že se k živné půdě, získané denně polokontinuálně prováděnou fermentací, přidá místo 1500 litrů metanolu pouze 600 litrů metanolu. Množství a složení „vedlejšího produktu I“ souhlasí s množstvím uvedeným v příkladu 1.

Množství „hlavního produktu“ 64 %

Vitaminy:	
vitamin B ₁	12 γ/g
vitamin B ₂	53 γ/g
vitamin B ₆	154 γ/g
kyselina nikotinová	112,0 γ/g
chlorid cholinu	34,0 γ/g
biotin	3,2 γ/g
kyselina panthotenová	63,5 γ/g

Příklad 5

Až k výrobě „vedlejšího produktu I“ se postupuje v každém ohledu podle zásad uvedených v příkladu 1. Pro výrobu „hlavního produktu“ se k živné půdě, získané fermentací, přidá místo v příkladu 1 uvedených 180 kg hydrouhličitanu amonného, denně 120 kg hydrouhličitanu amonného a 120 kg dusičnanu amonného. V dalším se postupuje podle příkladu 1.

Množství a složení „vedlejšího produktu I“ souhlasí s údaji uvedenými v příkladu 1.

Množství „hlavního produktu“ 1050 kg
složení:

surový protein 71 %

Vitaminy:	
vitamin B ₁	8,2 γ/g
vitamin B ₂	124,3 γ/g
vitamin B ₆	130,0 γ/g
vitamin B ₁₂	35,0 γ/g
kyselina nikotinová	120,0 γ/g
chlorid cholinu	985,0 γ/g
biotin	25,0 γ/g
kyselina panthotenová	98,0 γ/g

Příklad 6

Až do výroby „vedlejšího produktu I“ se postupuje v každém ohledu jako v příkladu 1. Pro výrobu „hlavního produktu“ se do živné půdy, získané fermentací, přidá denně 2 kg kyseliny pimelové jako prekurzor. V dalším se postupuje, jako bylo popsáno v příkladu 1.

Množství a složení „vedlejšího produktu I“ souhlasí s údaji uvedenými v příkladu 1.

Množství „hlavního produktu“: 765 kg
složení:

surový protein 64 %

Vitaminy:	
vitamin B ₁	22,0 γ/g
vitamin B ₂	210,0 γ/g
vitamin B ₆	150,0 γ/g
vitamin B ₁₂	55,0 γ/g
kyselina nikotinová	167,0 γ/g
chlorid cholinu	1180,0 γ/g
biotin	250,0 γ/g
kyselina panthotenová	374,0 γ/g

Příklad 7

Až do výroby „vedlejšího produktu I“ se postupuje způsobem popsáným v příkladu 1.

Pro výrobu „hlavního produktu“ se do živné půdy fermentace přidá jako prekurzor 5 kg kyseliny nikotinové. V dalším se postupuje způsobem popsáným v příkladu 1.

Množství a složení „vedlejšího produktu I“ odpovídá údajům uvedeným v příkladu 1.

Množství „hlavního produktu“ 685 kg

složení:
surový protein: 63,5 %

Vitaminy:	
vitamin B ₁	15,5 γ/g
vitamin B ₂	130,0 γ/g
vitamin B ₆	850,0 γ/g
vitamin B ₁₂	38,0 γ/g
kyselina nikotinová	125,0 γ/g
chlorid cholinu	1510,0 γ/g
biotin	17,0 γ/g
kyselina panthotenová	285,0 γ/g

Příklad 8

Při odběru, tepelném zpracování a oddělování vyhnílého kalu se postupuje podle návodu uvedeného v příkladu 1. Koncentrát se vyžihá při teplotě 500 °C (viz levá dolní části bilančního schématu podle obr. 2).

Tímto způsobem se získá „vedlejší produkt II“. Při výrobě „hlavního produktu“ se v každém ohledu postupuje stejně jako v příkladu 1. Množství a složení „hlavního produktu“ souhlasí s údaji uvedenými v příkladu 1.

Množství „vedlejšího produktu II“: 1,5 t
Složení: obsah organických látek: 0,0 %

obsah kationtů rozpustných v kyselině:

Fe ²⁺	5,12 %
Cu ²⁺	0,43 %
Zn ²⁺	0,61 %
Mn ²⁺	0,87 %
Co ²⁺	0,24 %
Ca ²⁺	7,8 %
veškerý P	5,2 %

Vynález se přirozeně neomezuje pouze na detailně popsané příklady, popřípadě na popsanou a znázorněnou formu provedení

zařízení, nýbrž může se v rámci ochrany patentem uskutečnit v četných jiných formách provedení.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob zhodnocení kalu, obsahujícího organické nečistoty, zejména odpadajícího jako vedlejší produkt čištění městských odpadních vod, a vyhnílého anaerobním způsobem, vyznačující se tím, že se vyhnílý kal tepelně zpracovává zahříváním na teplotu minimálně 80 °C, s výhodou 100 až 150 stupňů Celsia, načež se popřípadě ochladí na teplotu 80 až 40 °C, poté se tepelně zpracovaný vyhnílý kal, popřípadě za přítomnosti koagulačního činidla, rozdělí na koncentrát kalu a živný roztok a přidávkem alkoholu s 1 až 3 atomy uhlíku, s výhodou metanolu, minimálně jedné anorganické soli obsahující dusík a popřípadě prekursoru vitamínu B nebo vitaminů B, jakož i biolátek k živnému roztoku se vytvoří živná půda, která se očkuje kalem, s výhodou vyhnílým anaerobním způsobem, a naočkovaná živná půda se fermentuje anaerobně při teplotě 26 až 38 °C a z fermentační kapaliny vzniklé během fermentace se oddělí biomasa, která se pak suší.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že se biomasa s výhodou suší rozprášená.

3. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že se jako koagulační činidlo používají anorganické nebo organické elektrolyty, koloidy, vykazující amfoterní chování, nebo organické neelektrolyty.

4. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že se jako anorganické koagulační činidlo používá síran hlinitý.

5. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že se jako anorganická sůl obsahující dusík používá hydrouhličitan amonný a/nebo hydrofosforečnan amonný a/nebo dusičnan amonný.

6. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že se jako prekursor ve vodě rozpustných vitaminů používá kyselina pímelová.

7. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že se jako prekursor ve vodě rozpustných vitaminů používá kyselina nikotinová.

8. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že se sušení zahuštěné biomasy provádí až do obsahu vlhkosti minimálně 10 proc.

9. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že se v případě polokontinuálně prováděného sledu operací živný roztok, obohacený živnými látkami, fermentuje ve fermentoru s kapacitou minimálně se rovnající pětinasobnému, s výhodou desetinásobnému jeho dennímu množství produkce.

10. Zařízení pro zhodnocení kalu, obsahujícího organické nečistoty, zejména odpadajícího jako vedlejší produkt čištění městských odpadních vod a vyhnílého

anaerobním způsobem, podle bodu 1, vyznačující se tím, že obsahuje výměník (9) tepla, uspořádaný pro zahřívání a chlazení vyhnílého kalu, spojený vedením se zařízením pro dělení tepelně zpracovaného vyhnílého kalu, a zásobník (26), spojený vedením (44) s fermentorem (45), a separátor (50).

11. Zařízení podle bodu 10, vyznačující se tím, že má před výměníkem (9) tepla zařazenu skladovací nádrž (7), uspořádanou pro ukládání vyhnílého kalu odpadajícího ze zařízení pro čištění odpadních vod.

12. Zařízení podle bodu 10 nebo 11, vyznačující se tím, že výměník (9) tepla obsahuje minimálně dvě výměníkové jednotky, z nichž jedna je uspořádána jako chladicí výměníková jednotka (11) a druhá jako otápěcí výměníková jednotka (12).

13. Zařízení podle bodu 12, vyznačující se tím, že výměníkové jednotky (11 a 12) jsou vytvořeny jako otevíratelné a uzavíratelné spirálové trubkové výměníky tepla.

14. Zařízení podle jednoho z bodů 10 až 13, vyznačující se tím, že zařízení uspořádané pro dělení vyhnílého kalu na živný roztok a koncentrát kalu je dekantální odstředivka (28).

15. Zařízení podle jednoho z bodů 10 až 14, vyznačující se tím, že zařízení sloužící pro dělení vyhnílého kalu na živný roztok a koncentrát kalu je gravitační sedimentační nádrž (17).

16. Zařízení podle bodu 15, vyznačující se tím, že gravitační sedimentační nádrž (17) spolu se zařízením sloužícím k dávkování koagulačního prostředku je spojena vedením (19) obsahujícím s výhodou čerpadlo (18) s duplikátorem (20) a v gravitační sedimentační nádrži (17) je uspořádáno míchací zařízení, např. lopatkové míchadlo (17a).

17. Zařízení podle jednoho z bodů 10 až 16, vyznačující se tím, že gravitační sedimentační nádrž (17) je vestavěna mezi výměníkem (9) tepla a dekantální odstředivkou (28) a do vedení (22) spojujícího gravitační sedimentační nádrž (17) s dekantální odstředivkou (28) je vestavěno čerpadlo (23), na jehož nasávací vedení (22) je připojena trubka (24), vystupující z horní části gravitační sedimentační nádrže (17), a na jeho výtlačné straně je připojeno vedení (25) vyúsťující do zásobníku (26), na které je s výhodou připojeno i vedení (27) pro odvádění živného roztoku, odděleného v dekantální odstředivce (28).

18. Zařízení podle jednoho z bodů 10 až 17, vyznačující se tím, že zásobník (26) je

uspořádán jako nádrž pro přípravu živné půdy, která je s výhodou spojena se sedimentační nádrží (17) ve skladovací nádrži (40) s metanolem, jakož i zdrojem bioláték, a dále je vedením (44), obsahujícím čerpadlo (43), spojena s fermentorem (45).

19. Zařízení podle jednoho z bodů 10 až 18, vyznačující se tím, že mezi fermentorem (45) a separátorem (50) je vestavěna druhá skladovací nádrž (49).

20. Zařízení podle jednoho z bodů 10 až 19, vyznačující se tím, že je opatřeno práškovací sušárnou (58), uspořádanou pro sušení a stabilizaci biomasy.

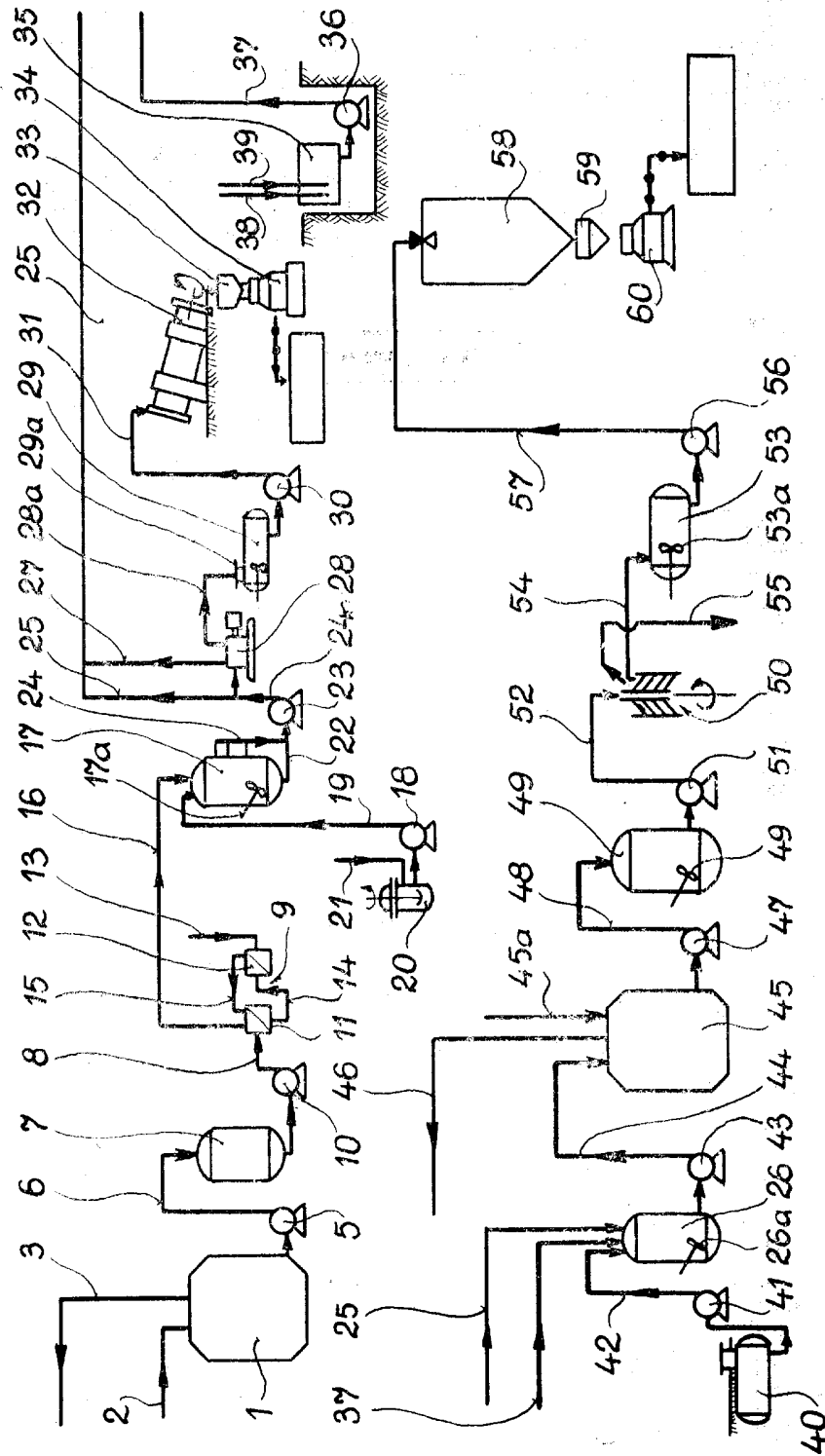
21. Zařízení podle bodu 20, vyznačující

se tím, že pod práškovací sušárnou (58) je uspořádán homogenizátor (59) a pod ním váha, s výhodou pytlovací váha (60).

22. Zařízení podle jednoho z bodů 10 až 21, vyznačující se tím, že má zařízení pro sušení a/nebo žíhání koncentráту kalu, s výhodou otočnou sušicí komoru (32).

23. Zařízení podle bodu 22, vyznačující se tím, že otočná sušicí komora (32) je připojena k dekantační odstředivce (28) za mezizapojení zásobníku (29) koncentráту kalu a pod otočnou sušicí komorou (32) je uspořádán homogenizátor (33) a pod ním váha, s výhodou pytlovací váha (34).

2 listy výkresů



Obr. 1

