

# Čistírenství a zemědělství ve světle cirkulární ekonomiky

*Ing. Michael Vrána, Ing. Marek Holba, Ph.D.*

*ASIO, spol. s.r.o.*

## **Souhrn**

Mezinárodní projekt Circular Agronomics je zaměřen na udržitelný cirkulární koloběh uhlíku (C), dusíku (N) a fosforu (P) v zemědělském a potravinářském sektoru. První fází je analýza toků těchto makroprvků, a druhou fází je realizace navržených řešení vedoucích k uzavření cyklů C, N a P v zemědělství a potravinářství. Výsledkem bude efektivnější využívání zdrojů, jejich znovuvyužití a znovuzískání, což současně řeší environmentální výzvy jako jsou skleníkové plyny, emise amoniaku a dusičnanů a eutrofizace vod. ASIO v projektu demonstruje jednu případovou studii na tuto problematiku a zároveň vyvíjí a vnáší technologické prvky do cirkulární ekonomiky v rámci tohoto projektu.

***Klíčová slova:*** *cirkulární ekonomika, čistírenství, kyselá syrovátka*

## **Summary:**

The international project Circular Agronomics is aimed at sustainable circular circulation of carbon (C), nitrogen (N), phosphorus (P) in agricultural and food industry. The first step is the analyze of nutrient streams, the second step is realization of designed solutions which will led to closing cycles of C, N, P in agriculture and food industry. The result will be more effective source, their reuse, recovery, which continuously handle with the environmental challenges such as greenhouse gases, emissions of ammonia nitrogen, nitrates and eutrophication of water bodies. ASIO is responsible for the case study which is aimed to these challenges and to develop and apply new technological features into circular economy under the frame of this project.

***Key words:*** *circular economy, wastewater treatment, acid whey*

## 1 Cirkulární ekonomika

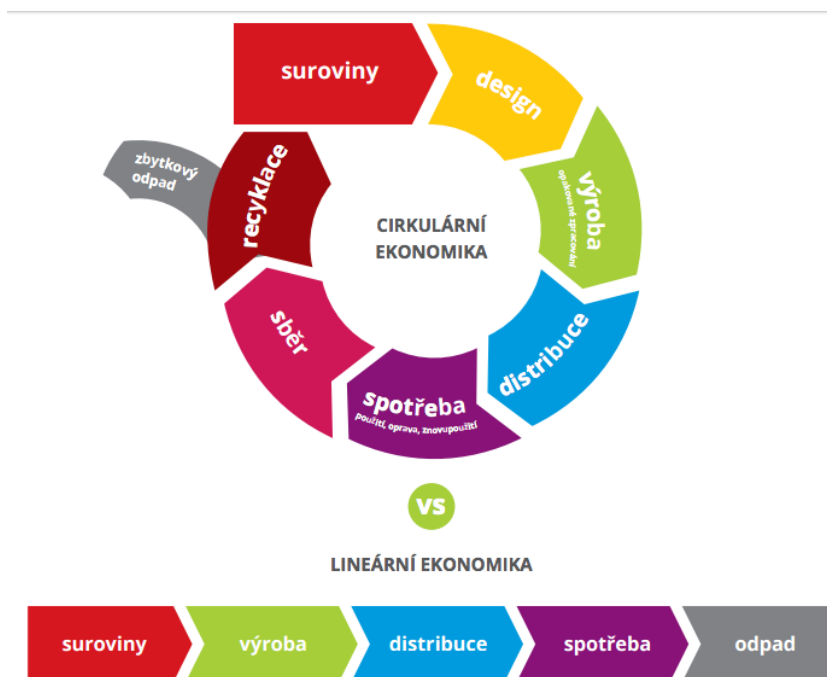
Státy Evropské unie jsou dlouhodobě závislé na dovozu surovin z celého světa, a vymanit se z této závislosti je možné za předpokladu aplikace principů cirkulární ekonomiky. Výsledek se projeví v oblasti environmentální, sociální a i ekonomické.

Koncept cirkulární ekonomiky je inspirován přírodními ekosystémy, kde pojem *odpad* neexistuje, protože je založeno na funkčních cyklech, kde je naprosto vše užítkováno. Cirkulární ekonomika se snaží tento koncept aplikovat v antroposféře. Jejimi základními principy jsou: uzavírání toků materiálů ve funkčních a nekončících cyklech, kde neztrácejí hodnotu, energie je vyráběna z obnovitelných a trvale udržitelných zdrojů, produkty a služby jsou navrhovány tak, aby neměli negativní dopady na přírodní ekosystémy a lidské zdroje. Cirkulární ekonomika přináší nejen příležitosti materiálové úspory a soběstačnosti, ale také vytváří nová pracovní místa, prostor pro investice do udržitelných investic [1], [2].

Evropská unie dává jasně najevo prostřednictvím legislativních změn, a i dotačních projektů, že chce jít směrem cirkulární ekonomiky. Dokladem toho může být dotační program *Sustainable Food Security – Resilient and resource-efficient value chains* [3], nebo konkrétní projekty jako jsou *Circular Agronomics* [4], *Nutri2Cycle* [5], *AGRIWASTEVALUE* [6] a jiné další.

Z legislativních změn je to například směrnice 98/2008, o odpadech, stanovující recyklační cíle do roku 2020, omezení skládkování, omezení obalových materiálů, rozšíření zodpovědnosti výrobců, aj. [7, 8]. Tyto aktivity EU by měly zajistit postupný přechod od současné lineární ekonomiky k cirkulární (Obr. 1). V České republice však zatím chybí potřebné legislativní změny, které podpoří koncept oběhového hospodářství.

Při návrhu a aplikaci principů cirkulární ekonomiky je nutné mít multidisciplinární přístup napříč několika vědními obory a oblastmi lidského působení, protože cirkulární ekonomiku je třeba řešit jako celek.



**Obr. 1 Schéma lineární a cirkulární ekonomiky**

**Zdroj:** <https://incien.org/>

## 2 Čistírenství a zemědělství ve světle cirkulární ekonomiky

Odhaduje se, že se v Evropské Unii ročně v zemědělském sektoru použije 13,6 milionů tun dusíku a 1,8 milionů tun fosforu ve formě minerálních hnojiv a potravy. Nicméně využití dusíku v zemědělsko-potravinářském řetězci v Evropské Unii je neúčinné; na každých pět tun dusíku vloženého do systému, je získána pouze jedna tuna finálních produktů pro lidskou spotřebu. Obdobný případ platí i fosfor a draslík. Navíc přibližně polovina dusíku a fosforu spotřebovaného v EU pochází z neobnovitelných zdrojů, jako např. fosfátové rudy nebo je vyráběna technologickými procesy, které spotřebovávají velké množství fosilních zdrojů. Nízká využitelnost těchto nutrientů společně s nedostatečnými postupy hospodaření s půdou vede ke ztrátě organické hmoty v půdách. To pro změnu vede k přebytečnému vnosu uhlíku a nutrientů do okolního prostředí a má za následek negativní vliv na půdu, vodu a ovzduší s nepřijatelnými náklady na ochranu životního prostředí a zdraví [4].

Výše popsanou problematiku si klade za cíl zmapovat a nastítnit řešení mezinárodní projekt **Circular Agronomics – Cirkulární zemědělství** [4]. Projekt je zaměřen na udržitelný cirkulární koloběh uhlíku (C), dusíku (N) a fosforu (P) v zemědělském a potravinářském sektoru. Cílem je najít nové možné strategie valorizace odpadů v rámci ideje cirkulární ekonomiky. První fází projektu je analýza odpadových toků těchto makroprvků ve vybraných sektorech zemědělství a potravinářství. Druhou fází je návrh a realizace poloprovozních řešení vedoucích k uzavírání cyklů nutrientů v zemědělství a potravinářství.



**Obr. 2 Oficiální logo projektu**

**Zdroj: <https://www.circularagronomics.eu/>**

Výsledky projektu přispějí k tvorbě evropského zemědělsko-potravinářského systému takovým způsobem, aby byl neoddělitelnou součástí cirkulární ekonomiky. Prostřednictvím aplikace principů cirkulární ekonomiky dojde nejen k úsporám zdrojů, financí a vytvoření nových pracovních míst, ale bude to mít pozitivní dopad i na další společenská témata jako jsou skleníkové plyny, emise amoniakálního dusíku do prostředí nebo zvýšená eutrofizace vod. Vhodný management uhlíku (C), dusíku (N), fosforu (P) a dalších prvků je důležitý pro udržení úrodné a zdravé půdy a zároveň umožňuje adekvátní růst a vývoj rostlin.

Projekt je řešen devatenácti partnery z Evropy a Afriky. Koordinátorem projektu je IRTA ze Španělska. Dalšími španělskými partnery jsou Creda, Ema a BDA. Čtyři německé partnery představuje KWB, IASP, Technická univerzita v Mnichově a Pondus. Dva partneři jsou z Nizozemí – Wageningen University a Soepenber Fertlizers, Itálie – CRPA a Sogesca, Belgie - RISE a NuReSys. Jeden projektový partner je z Rakouska – AREC, Irsko – Teagasc, Keni – EAFFU, České republiky – ASIO, spol. s.r.o. a Švýcarska – Eidgenoessisches Departement Fuer Wirtschaft.

### 3 Mlékárenský průmysl a jeho potenciál

Mlékárenský průmysl po celém světě denně zpracovává obrovské množství mléka na finální produkty. Podle dat Eurostatu [9] bylo v roce 2017 v celé Evropské unii bylo vyprodukováno 154 792 tisíc tun kravského mléka. V České republice, v témže roce, bylo vyprodukováno 2 979 tisíc tun kravského mléka. Přehled mléčných výrobků a odpadů vznikajících při jejich výrobě podává *Tabulka 1*. Typickým výrobkem mlékárenského průmyslu je syrovátka – kapitola 3.1.

V České republice se zpracováním mléka a/nebo výrobou mléčných produktů zabývá více než 250 subjektů, z toho 31 se nachází v Jihomoravském kraji.

**Tabulka 1. Produkty a odpady při jednotlivém zpracování v mlékárenském průmyslu**

Zpracování	Produkt	Odpad/surovina
Mléko	Mléko	Kal (z filtrace, čiření, odstředění)
	Smetana	Chladicí voda, UF permeát
	Máslo	Voda z odparek
	Podmáslí	Mycí a oplachové vody
	Prací voda z máselných zrn	Havarované výrobky a suroviny
Zakysané mléčné výrobky	Jogurt	Kal (z filtrace, čiření, odstředění)
	Acidofilní mléko	Mikrobiální hmota
		Chladicí voda
	Kefír	Mycí a oplachové vody Havarované výrobky a suroviny
Sýry	Různé typy sýrů	Kal (z filtrace, čiření, odstředění)
	Tvarohy	Odpad sýřeniny
	Sladká syrovátka	Maz a kůra
	Kyselá syrovátka	Odřezky, malé kousky sýra
	Slaná syrovátka	Voda z odparek, UF permeát
		UF permeát, Laktóza

Současně s produkcí mléčných výrobků také generuje i množství odpadních vod, které jsou různou mírou znečištěné viz *Tabulka 2 a 3*. Většina těchto odpadních vod ovšem obsahuje dále zhodnotitelné látky. Z pohledu zemědělství jsou to dusík, fosfor, draslík, a také uhlík. Je zde tedy značný potenciál k další valorizaci těchto makroprvků, jakožto hnojiva, půdního kondicionéru či příměsí do krmiv. Je třeba navrhnout vhodnou technologii a ekonomicky zajímavý model možného zhodnocení.

**Tabulka 2. Uváděné úrovně znečištění mlékárenské odpadní vody (Návrh referenčního dokumentu o nejlepších dostupných technologiích v průmyslu potravin, nápojů a mléka, 2005)**

Složka	Rozsah
Suspendované pevné látky	24 - 5700 mg/l
Celkové pevné látky	135 - 8500 mg/l
CHSK	500 - 4500 mg/l
BSK <sub>5</sub>	450 - 4790 mg/l
Bílkoviny	210 - 560 mg/l
Tuky	35 - 500 mg/l
Sacharidy	252 - 931 mg/l
Amoniakální dusík	10 - 100 mg/l
Dusík	15 - 180 mg/l
Fosfor	20 - 250 mg/l
Sodík	60 - 807 mg/l
Chloridy	48 - 469 (až 2000) mg/l
Vápník	57 - 112 mg/l
Hořčík	22 - 49 mg/l
Draslík	11 - 160 mg/l
pH	5,3 - 9,4 (6 - 10)
Teplota	12 - 40°C

Úroveň znečištění odpadní vody je dána konkrétním typem výrobku a technologií jeho výroby. Přestože mlékárny používají operace CIP (*zkratka z angl. cleaning in place, doslova čištění v místě*), jedná se především o předčištění, a tak mlékárenské vody zůstávají stále znečištěny, viz *Tabulky 2 a 3*.

**Tabulka 3. Objemy a úrovně znečištění mlékárenských odpadních vod v Evropě (Návrh referenčního dokumentu o nejlepších dostupných technologiích v průmyslu potravin, nápojů a mléka, 2005).**

Produkt	Objem odpadních vod (l/kg)	Parametry (mg/kg zpracovaného mléka)		
		CHSK	N <sub>celk.</sub>	P <sub>celk.</sub>
Tržní mléko a jogurt	0,9 - 25	2,0 - 10	0,05 - 0,14	0,01 - 0,02
Sýry	0,7 - 60	0,8 - 13	0,08 - 0,2	0,01 - 0,05
Sušené mléko a syrovátka	0,4 - 60	0,5 - 6	0,03 - 0,3	0,01 - 0,2

### 3.1 Syrovátka

Syrovátka vzniká jako vedlejší produkt při výrobě sýrů, kdy 80 až 90 % mléka přechází do syrovátky. Typ a chemické složení syrovátky se liší podle použité technologie. Nejčastějším typem syrovátky je sladká syrovátka, která vzniká při výrobě sýrů a určitých kaseinových produktů. Sladká syrovátka má přibližně pH 6,5. Druhým typem syrovátky je kyselá syrovátka, která vzniká při fermentaci nebo přidání organických či minerálních kyselin ke koagulaci kaseinu, nebo při výrobě tvarohů a sýru typu *cottage*, *žervé*, aj. Kyselá syrovátka obsahuje vyšší podíl vápníku, fosforu, kyseliny mléčné a laktátu, než sladká syrovátka. Procentuální srovnání obsahu sladké a kyselé syrovátky je uvedeno v *Tabulce 4*.

Třetí, slaná syrovátka vzniká při výrobě tvarohu, potom co je do tvarohu přidána sůl. Objemy slané syrovátky jsou v porovnání se sladkou a kyselou syrovátkou velmi malé. Slaná syrovátka není vhodná k dalšímu zpracování, pokud z ní není odstraněna sůl prostřednictvím reverzní osmózy.

**Tabulka 4 Složení sladké a kyselé syrovátky**

Složka [%]	Sladká syrovátka	Kyselá syrovátka
Sušina	6,0 – 6,5	5,0 – 6,0
Laktosa	4,5 – 5,0	3,8 – 4,3
Kyselina mléčná	Stopy	až 0,8
Tuk	0,05 – 0,2	0,05 – 0,2
Čistá bílkovina	0,55	0,55
Nebílkovinný dusík (NPN)	0,18	0,18
Popeloviny	0,5	0,8

V České republice bylo v roce 2018 vyrobeno 33 388 tun sušené syrovátky [11]. Podrobnější data o podílu sladké, kyselé a slané syrovátky k dispozici nejsou.

#### 3.1.1 Laboratorní analýza syrovátky

Byl proveden odběr kyselé a sladké syrovátky z reálné mlékárny. U kyselé syrovátky jsme analyzovali navíc její permeát a koncentrát při zahuštění na ca. 6%, viz *Tabulka 5*.

Syrovátka obecně, a zvláště kyselá syrovátka, obsahuje vyšší podíl dusíku a draslíku, což jsou důležité makroprvky pro optimální vývoj rostlin. Proto bude podrobena polním pokusům, viz kapitola 4.1.

**Tabulka 5. Laboratorní analýza syrovátky**

Vzorek	Sladká syrovátka	Kyselá syrovátka	Permeát	Koncentrát
NL (%)	7,13	6,15	0,11	18,83
NL <sub>org.</sub> (%)	6,21	5,48	0,09	17,27
P <sub>celk.</sub> (mg/g)	0,183	0,30	0	0,426
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	153	231	4	406
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	59	60	< 4	90
K <sup>+</sup> (mg/L)	1258	1400	224	3397
N <sub>celk.</sub> (mg/L)	1603	1597	81	4423
Bílkoviny (%)	1,02	1,02	0,05	2,82
N <sub>org.</sub> (mg/L)	1450	1366	77	4017
Tuky (%)	0,03	0,01	0,01	0,2

## 4 Role společnosti ASIO v projektu Circular Agronomics

Na projektu se podílí výzkumné instituce, univerzit, státních organizací a soukromé společnosti. Společnost ASIO v projektu zastupuje podnikatelskou sféru malých a středních podniků. Projekt se skládá ze 7 pracovních balíčků, z nichž nejvíce se ASIO angažuje v pracovních balíčcích WP 1 a WP 3.

WP 1 je zaměřen na identifikaci a demonstraci opatření vedoucích ke snížení ztrát živin (N, P) v půdě, zvýšení zásob půdního uhlíku (C), k podpoře využitelnosti živin v rostlinné výrobě, potravinářství a při výrobě krmiv a energií. V tomto pracovním balíčku je 6 lokalit, na kterých jsou prováděny případové studie: Katalánsko (Španělsko), Brandenbursko (Německo), Lungau (Rakousko), Emilia-Romagna (Itálie), Gelderland (Nizozemsko), Jižní Morava (Česká republika). Společnost ASIO zodpovídá za případovou studii na Jižní Moravě, kde jsou v rámci WP 1 zkoumány strategie hnojení dusíkatými hnojivy. Na tomto úkolu spolupracujeme s německým Institutem pro státní zemědělsko-ekologické projekty při Humboldtově univerzitě – IASP. Současně se strategiemi hnojení dusíkem jsou zkoumány i genotypové odlišnosti ozimé pšenice, které přispívají k využitelnosti dusíku. V polním pokusu je 12 odrůd ozimé pšenice.

Balíček WP 3 se zabývá zpracováním a demonstrací řešení, vedoucích k obnově uhlíku, dusíku a fosforu z odpadních toků potravinářského průmyslu pro následné znovu využití v zemědělském sektoru. V tomto pracovním balíčku je úkolem společnosti ASIO znovu využití organického uhlíku z mlékárenských odpadních toků. První fází projektu je klasifikace těchto odpadních toků v Jihomoravském kraji, a určení potenciálního zdroje uhlíku, ale i dalších makroprvků, které mohou být dále valorizovány. Byl proveden screening odpadů z potravinářského průmyslu, který vedl je zaměřen na mlékárenský průmysl, u nějž byla identifikována jako vhodná komodita pro další valorizaci kyselá syrovátka, která obsahuje velké množství organických látek, které právě v půdě chybí.

Hypotéza je taková, že kyselou syrovátku lze aplikovat na ornou půdu jakožto hnojivo/půdní kondicionér a/nebo využít jako krmivo/příměs do krmiva. Proto bude pokusně aplikována na ornou půdu v rámci polního pokusu s kontinuálně probíhajícím pokusem na strategie hnojení dusíkem (více v podkapitole 3.1). Pro zhodnocení kyselé syrovátky jakožto krmiva dojde k vyhodnocení výživových hodnot syrovátky a ekonomických ukazatelů (cena, návratnost investice). Výsledky těchto pokusů, budou sloužit jako podklad pro tvorbu referenčních dokumentů (zkratkou BREF) [10].

### 4.1 Polní pokusy s kyselou syrovátkou

V rámci obou výše zmíněných pracovních balíčků bude společnost ASIO pokusně testovat aplikaci kyselé syrovátky na ornou půdu. Hypotéza je taková, že kyselá syrovátka je vhodná jako hnojivo/půdní kondicionér. K ověření hypotézy dojde na základě sledování níže zmíněných parametrů.

Metodiku vedení polního pokusu vypracovala společnost ASIO, za odborného dohledu ÚKZUZ (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský). Jako pokusná plodina byla zvolena pšenice ozimá. Polní pokus byl založen 11.10.2018, na orné půdě v okrese Znojmo. Délka trvání polního pokusu jsou 3 roky (sezóny).

Zkoušené hnojivo/půdní kondicionér bude kyselá syrovátka zahuštěná. Kyselá syrovátka není vhodná ke skladování. Naopak je vhodná k přímé aplikaci. Vlastnosti kyselé syrovátky směrem k aplikaci na pole, jsou v současnosti předmětem zkoumání.

Polní pokus bude mít 4 varianty hnojení, 4 × opakované (viz schéma rozmístění parcel).

#### 1. Nehnojená kontrola

2. kyselá syrovátka zahuštěná - dávka 93,93 m<sup>3</sup>/ha (obsahuje dávku 150 kg N/ ha)

3. kyselá syrovátka zahuštěná - dávka 62,62 m<sup>3</sup>/ha (obsahuje dávku 100 kg N/ha)

4. kyselá syrovátka zahuštěná - dávka 31,31 m<sup>3</sup>/ha (obsahuje dávku 50 kg N/ha)



Dávky kyselé syrovátky jsou rozpočítány do tří nebo dvou aplikací, viz *Tabulka 6*. Jednotlivé dávky kyselé syrovátky budou přepočteny na plochu 15 m<sup>2</sup> (10\*1,5 m), což odpovídá velikosti jedné parcelky. Sklízňová plocha bude zredukována 10 m<sup>2</sup> (8\*1,25 m).

**Tabulka 6. Schéma rozmístění parcel**

A	0	1	2	3	4	0
B	0	4	3	2	1	0
C	0	2	1	4	3	0
D	0	3	4	1	2	0

Kyselá syrovátka bude aplikována v tekutém stavu. Aby nedocházelo k rozlití syrovátky na vedlejší parcelky, bude při aplikaci použito dřevěných rámu, které ohraničí jednotlivé parcelky. Termíny aplikace a dávky jsou znázorněny v *Tabulce 7*.

1. Aplikace – 14 dní před zasetím
2. Aplikace – únor/březen – dle počasí a stavu půdy
3. Aplikace – měsíc po 1. aplikaci. Nejpozději však při růstové fázi 39 (pšenice).

**Tabulka 7. Termíny aplikace a dávky**

sezóna	plodina	rok	živina	jednotka	termín aplikace	varianta			
						1	2	3	4
1.	pšenice	2019	N	kg č.ž./ha	podzim	0	50	25	0
	pšenice	2020	N	kg č.ž./ha	jaro - regenerační	0	60	50	50
	pšenice	2020	N	kg č.ž./ha	produkční	0	40	25	0
2.	pšenice	2020	N	kg č.ž./ha	podzim	0	50	25	0
	pšenice	2021	N	kg č.ž./ha	jaro - regenerační	0	60	50	50
	pšenice	2021	N	kg č.ž./ha	produkční	0	40	25	0
3.	pšenice	2021	N	kg č.ž./ha	Podzim	0	50	25	0
	pšenice	2022	N	kg č.ž./ha	jaro - regenerační	0	60	50	50
	pšenice	2022	N	kg č.ž./ha	produkční	0	40	25	0

Sledované parametry jsou:

- Standardní vegetační pozorování,
- pH půdy,
- stanovení bilance živin C, N, P a K,
- sorpční komplex,
- měření aktivity půdních mikroorganismů,
- atypické fyziologické projevy pšenice,
- výnos pšenice.

Po každé sklizni proběhne statistické vyhodnocení naměřených dat.



**Obr. 3 Polní pokus z ptačí perspektivy**



**Obr. 4 Polní pokus – pšenice ozimá**

## **Závěr**

Projekt Circular Agronomics přináší jedinečnou příležitost pro otestování životaschopnosti principů cirkulární ekonomiky v zemědělsko-potravinářském sektoru Evropské unie. Na případové studii, zaměřené na Jihomoravský kraj bude prezentován navržený systém uzavírání koloběhů živin C, N, P a dalších prvků kolujících prostřednictvím potravin a krmiv mezi sektorem zemědělským a potravinářským. Nejdříve však musí projekt projít fází analýzy současného stavu, fází návrhů a testování, a konečně uvedení do praxe. Cílem bude posílení soběstačnosti sektoru, vytvoření nových pracovních míst, zvýšení konkurenceschopnosti, zlepšení úrodnosti evropských agrosystémů, snížení závislosti na dovozu hnojiv, atd. Přechod na cirkulární zemědělství (potravinářství) současně pomůže řešit i environmentální otázky jako je změna klimatu, eutrofizace vod, emise dusičnanů aj.

Společnost ASIO přispěje do projektu mimo jiné tím, že odzkouší potenciál kyselé syrovátky jakožto hnojiva či půdního kondicionéru, který do půdy navrátí živiny.

## **Poděkování**

*Projekt je financován Evropskou Unií, z programu Horizon 2020 pro výzkum a inovace, pod grantovou smlouvou č. 773649.*

## Seznam zdrojů:

- [1] Careddu, N. (2019). Dimension stones in the circular economy world. *Resources Policy*. 60. 243-245.
- [2] García-Barragán, J. F.; Eyckmans, J.; Rousseau, S. (2019): Defining and Measuring the Circular Economy: A Mathematical Approach. *Ecological Economics*. 157. 369-372.
- [3] Dotační program z Horizon 2020 Sustainable Food Security – Resilient and resource-efficient value chains. PDF online. Navštíveno 8.2.2019.
- [4] Oficiální stránka projektu Circular Agronomics. Dostupné online: <https://www.circularagronomics.eu/the-project/>, navštíveno 8.2.2019.
- [5] Oficiální stránka projektu Nutri2Cycle. Dostupné online: <https://www.biorefine.eu/projects/nutri2cycle>, navštíveno 8.2.2019.
- [6] Oficiální stránka o projektu AGRIWASTEVALUE. Dostupné online: <https://www.biorefine.eu/projects/agriwastevalue>, navštíveno 8.2.2019.
- [7] Směrnice Evropského parlamentu a Rady ES č. 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008, o odpadech a o zrušení některých směrnic. In: *Úřední věstník EU*. L312/3. 22.11.2008. PDF online. Navštíveno 7.2.2019.
- [8] Council of EU. EU ambassadors approve new rules on waste management and recycling. Press release 76/18. 23/2/2018. Dostupné online: PDF online. Navštíveno 7.2.2019.
- [9] Eurostat. Milk collection and dairy products obtained. Dostupné online: <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/>, navštíveno 8.2.2019.
- [10] Evropské komise – Joint Research Centre. Integrated Prevention Pollution and Control – Reference document on Best Available Techniques in the Food, Milk and Drink Industries, August 2006. PDF online. Navštíveno 7.2.2019.
- [11] Ministerstvo zemědělství ČR – Odbor účetnictví a statistiky: Mléko – roční přehledy. Dostupné online: <http://eagri.cz/public/web/mze/ministerstvo-zemedelstvi/statistika/zemedelstvi/archiv/mleko-rocni-prehledy.html>, navštíveno 8.2.2019.