



ВЕТЕРИНАРІЯ, ТЕХНОЛОГІЇ ТВАРИННИЦТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

VETERINARY SCIENCE, TECHNOLOGIES OF ANIMAL HUSBANDRY AND NATURE MANAGEMENT

ISSN 2617-8346 (Print)
ISSN 2663-5542 (Online)

doi: 10.31890/vttp.2019.03.12
<http://ojs.hdzva.edu.ua/>

UDC 636.4.085.55

INVESTIGATION OF THE REPRODUCTIVE FUNCTIONS OF THE SOWS DURING CHLORELLA FEEDING

K. S. Garbzhij

Odesa National Academy of Food Technologies, Odesa, Ukraine

Article info

Garbzhij, K. S. (2019). Investigation of the reproductive functions of the sows during *chlorella* feeding. *Veterinary science, technologies of animal husbandry and nature management*, 3, 76-82. doi: 10.31890/vttp.2019.03.12.

Received 16.04.2019

Received in revised form
17.04.2019

Accepted 19.04.2019

Odesa National Academy of
Food Technologies, Odesa,
Ukraine
Kanatna Str. 112, Odesa,
Odesa region, 65000
E-mail:
garbzhijkat@gmail.com

The introduction of intensive development of industrial pig production, above all, depends on the full feeding of animals, which, in turn, depends on the qualitative composition of feed. In addition to the main nutrients that perform the functions of plastic and energy material, in feed rations of animals requires the presence of a wide range of compounds with high biological activity - vitamins, macro-and trace elements, enzymes and many others, contained in chlorella. Therefore the purpose of this work was to investigate the effect of chlorella as an additional source of vitamins and biologically active substances on reproductive functions and productivity of sows. The objects of the study were sows of Landras breeds at the age of 2 years and chlorella in the form of a suspension and in the form of granular mixed fodder. For research 30 sows were selected, which were placed in 3 sections with 10 heads in each of them. The standardization of feeding of sows was based on the concentration of energy and nutrients in 1 kg of full-fodder feed. To ensure full feeding of sows, the content of exchange energy and biologically active substances in the composition of feed was calculated. Sow feeding was carried out with full-feed compound twice a day in accordance with the adopted feeding scheme: 1 group (control) received a complete diet; II group (experimental) - full-fodder feed with free access to drinking suspension Chlorella; group III (experimental) - granulated mixed fodder with spray suspension of chlorella. The results of current research showed the following indicators: live weight of piglets increased, on average, by 35 %, milkability increased by 24 %, and the survival of piglets was 90 % in that groups whose diet included chlorella. Also, the feeding of piglets with a suspension of chlorella contributed to a decrease in the incidence of diarrhea. The weight of one pig in experimental groups was on average 6,8 % higher than in the control group of pigs, whose diet consisted only of feed. The practical and scientific work of many researchers has shown that the use of chlorella as an additional source of valuable substances in feeding farm animals reduces the cost of their maintenance, including the cost of feed. Economic efficiency of our research has shown that the use of chlorella in sows' diets as in the

composition of the feeds and suspension does not affect the formation of prime costs per 1 head. And due to an increase in live weight gain, high preservation of young animals in experimental groups, net profit of 5509 and 5831 UAH was received. Thus, the mechanism of action of chlorella suspension is determined by its effect on all systems and functions of the animal organism. Chlorella suspension is a natural probiotic, as the quality of feed increases, it does not contain fodder toxins, which affects the increase in live weight of farm animals.

Key words: *sows, live weight, chlorella suspension, granulated feed, average daily increment, productivity.*

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕПРОДУКТИВНЫХ ФУНКЦИЙ СВИНОМАТОК ПРИ СКАРМЛИВАНИИ ХЛОРЕЛЛЫ

К. С. Гарбажий

Одесская национальная академия пищевых технологий, Одесса, Украина

Ведение интенсивного развития промышленного свиноводства, прежде всего, зависит от полноценного кормления животных, которое, в свою очередь, зависит от качественного состава комбикормов. Кроме основных питательных веществ, выполняющих функции пластического и энергетического материала, в кормовых рационах животных необходимо присутствие широкого спектра соединений, обладающих высокой биологической активностью – витаминов, макро- и микроэлементов, ферментов и многих других, содержащихся в хлорелле. Поэтому целью данной работы было исследование влияния хлореллы в качестве дополнительного источника витаминов и биологически активных веществ на репродуктивные функции и производительность свиноматок.

Объектом исследования были свиноматки породы Ландрас в возрасте старше 2-х лет и хлорелла в виде суспензии и в составе гранулированного комбикорма. Для проведения исследований было отобрано 30 голов свиноматок, которых разместили в 3-х секциях по 10 голов в каждой из них. Нормирование кормления свиноматок осуществляли на основе концентрации энергии и питательных веществ в 1 кг полнорационного комбикорма.

Для обеспечения полнорационного питания свиноматок подсчитывали содержание обменной энергии и биологически активных веществ в составе комбикорма. Кормление свиноматок осуществляли полнорационным комбикормом дважды в сутки в соответствии с принятой схемой кормления: I группа (контрольная) получала полноценный рацион; II группа (опытная) - полнорационные комбикорма со свободным доступом к питьевой суспензии хлореллы; III группа (опытная) - гранулированный комбикорм с напылением суспензии хлореллы.

Результаты данного исследования выявили следующие показатели: живая масса поросят увеличилась в среднем на 35%, молочность свиноматок выросла на 24%, сохранность поросят составила 90% в тех группах, чей рацион включал хлореллу. Также кормление поросят суспензией хлореллы способствовало уменьшению заболеваемости диареей. Вес одного поросенка при отъеме в опытных группах был в среднем на 6,8% выше, чем в контрольной группе поросят, рацион которых состоял только из комбикорма. Практическая и научная деятельность многих исследователей показала, что применение хлореллы, как дополнительного источника ценных веществ в кормлении сельскохозяйственных животных снижает расходы на их содержание, включая расходы на комбикорма. Экономическая эффективность данного исследования показала, что использование хлореллы в рационах свиноматок, как в составе комбикормов, так и в составе суспензии не влияет на формирование основных расходов в расчете на 1 голову. И за счет увеличения прироста живой массы, высокой сохранности молодняка в исследовательских группах, было получено 5509 и 5831 грн. чистой прибыли.

Таким образом, механизм действия суспензии хлореллы определяется ее воздействием на все системы и функции организма животных. Суспензия хлореллы является естественным пробиотиком, так как повышает качество комбикорма, в ней отсутствуют кормовые токсины, влияет на увеличение живой массы сельскохозяйственных животных.

Ключевые слова: свиноматки, живая масса, суспензия хлореллы, гранулированный комбикорм, среднесуточный прирост, производительность.

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕПРОДУКТИВНИХ ФУНКЦІЙ СВИНОМАТОК ПРИ ЗГОДОВУВАННІ ХЛОРЕЛИ

К. С. Гарбажій

Одеська національна академія харчових технологій, Одеса, Україна

Дослідження впливу хлорели, як додаткового джерела вітамінів та поживних речовин у вигляді суспензії та у складі гранульованого комбікорму на репродуктивні функції і продуктивність свиноматок, встановили збільшення кількості новонароджених поросят, їх середньодобовий приріст, підвищення молочності свиноматок та зменшення чисельності поросят, які хворі на діарею.

Ключові слова: свиноматки, жива маса, суспензія хлорели, гранульований комбікорм, середньодобовий приріст, продуктивність.

Вступ

Актуальність теми. На сьогоднішній день у всьому світі зусилля вчених і фахівців галузі свинарства спрямовані на пошук шляхів найбільш ефективного використання, які за вартістю займають дві третини витрат на виробництво свинини (Widjaja, Chien, & Ju, 2009; Yun, & Park, 2001; Zhu et al., 2013). Аналіз наукової літератури показав, що сьогодні в годівлі сільськогосподарських тварин використовують чимало кормів та кормових добавок, з кожним днем кількість і різноманітність яких зростає. Серед них чільне місце посідають кормові добавки з мікрородорості хлорели (Zhu et al., 2013; He et al., 2002).

Повноцінна годівля свиноматок – одна з важливих проблем галузі свинарства. Основною задачею годівлі свиноматок є отримання найбільшої кількості високоякісного приплоду, від якого залежить відновлення стада свиней і визначається успіх всієї галузі. Ці питання можна вирішувати при достатньо хорошій молочності маток, такої яка б задовольнила потреби при вирощуванні поросят до 3-5 тижневого віку за виробничих технологій і до 8 тижневого віку за традиційному вирощуванні. Від цього залежить подальший успіх галузі свинарства. У зв'язку з цим, повноцінна годівля свиноматок має дуже велике значення (Lange, Pluske, Gong, & Nyachotid, 2010).

Годівлю свиноматок необхідно проводити диференційовано за періодами: холості, перші 84 дня супоросності (I період супоросності), останні 30 днів супоросності (II період супоросності), період лактації (Lange, Pluske, Gong, & Nyachotid, 2010).

У науковій літературі наявні дослідження з вивчення приросту у поросят при випоюванні їм суспензії хлорели. Згідно з цими дослідженнями вчені отримали наступні результати: через місяць після згодовування суспензії хлорели, жива маса поросят була вище, ніж у контрольній групі на 7,6 %, а середньодобовий приріст – на 16% (Travieso et al., 2006). Інші науковці також підтвердили у власних роботах, що годування водорістю привело до збільшення маси тіла у поросят (Doucha et al., 2009; Coffey, & Cromwell, 2001; Kotrbáček et al., 2005). Виявлено, що при вирощуванні свиней додавання хлорели концентрацією 0,1% до основного корму покращило засвоюваність поживних речовин, зменшило вміст фекальних NH_3 і H_2S та зменшило викиди фекальних газів (Kotrbáček et al., 2004).

У зоотехнічній науці часто застосовуються гематологічні дослідження, за показниками яких можливо оцінити ступінь задоволення потреб тварин у поживних речовинах (Yan et al., 2012). Зниження рівня вмісту лімфоцитів у периферичній крові свиней компенсується одночасним збільшенням в ній фагоцитів (нейтрофілів і моноцитів) (Yan et al., 2012; Svoboda et al., 2009). Отже, включення хлорели в харчові раціони стимулює процес гемопоезу у червоному кістковому мозку, що певною мірою сприяє посиленню захисних сил організму свиней.

Аналіз наукових досліджень показав, що при згодовуванні біологічно активної добавки хлорели свиноматкам в обсязі 1 л на голову в складі основного добового раціону за 30 днів до опоросу і протягом 28 днів після нього сприяло зростанню кількості живих поросят при народженні в розрахунку на 1 свиноматку на 25,0% (Kotrbáček et al., 2015). Крім

того, збереженість приплоду до 28-добового віку підвищилася на 38,2%, жива маса дного поросяти на 28 добу збільшилась на 6,8%, валовий приріст живої маси молодняку зріс на 49,1%. В залежності від кількості суспензії хлорели для згодовування свиноматкам в розрахунку на 1 кілограм живої маси в період підготовки їх до запліднення сприяє підвищенню статевої охоти у молодих свинок на 5-30,0%; заплідненню молодих свинок на 2,6-11,1%; многопліддя у молодих свинок на 1,8 - 7,5 % (Chervanev et al., 2011; Saeid et al., 2013; Banoch et al., 2011).

Наукою доведено, що сьогодні не можливо отримати м'ясо високої якості будь-якої тварини без застосування біологічно повноцінних раціонів, до складу яких входять вітаміни, мінеральні речовини, амінокислоти тощо (Chen et al., 2016). Результати досліджень свідчать (Chen et al., 2016; Surai & Fisinin, V, 2016; Shelton et al., 2014), що використання суспензії хлорели у годівлі свиней сприяє збільшенню забійного виходу на 6,4-10,2 % у порівнянні із контрольною групою без включення водорості до раціону, вихід м'якоті на 1 кг кісток і площа м'язового вічка на 20,77 і 10,52% відповідно.

Таким чином, фізіологічна та продуктивна дія хлорели у годівлі свиней відображається на показниках приросту живої маси, резистентності організму тварин, репродуктивну функцію, а також маси м'яса.

Мета роботи - дослідити вплив хлорели на репродуктивні функції і продуктивність свиноматок.

Завдання дослідження нашої роботи полягало у вивченні впливу природньої кормової добавки хлорели на репродуктивні функції і продуктивність свиноматок. У зв'язку з тим, нами були поставлені наступні *завдання*:

- вивчити вплив кормової добавки хлорели на поросність маток, масу поросят при народженні і їх збереження, молочну продуктивність свиноматок;
- визначити вплив хлорели на ріст поросят при відлученні;
- визначити економічну ефективність використання кормової добавки хлорели , що досліджували в раціонах свиноматок.

Матеріали і методи дослідження

Об'єктом дослідження були свиноматки та хлорела у вигляді суспензії та в складі гранульованого комбікорму.

З метою вивчення впливу суспензії хлорели та гранульованих комбікормів наповнених суспензією хлорели на продуктивні показники свиноматок були проведені дослідження в умовах СТОВ «Тарасовецька птахофабрика» Новоселівського району Чернівецької області. Матеріалом для проведення дослідження були свиноматки породи ландрас у віці старше 2-х років, суспензія хлорели вироблялась на птахофабриці «У Самвела» Біляївського району Одеської області та повнораціонний комбікорм з наповненням суспензії хлорели.

Для проведення досліджень було відібрано 30 голів свиноматок, яких розмістили в 3-х секціях по 10 голів в кожній з них.

Нормування годівлі свиноматок здійснювали на основі концентрації енергії і поживних речовин в 1 кг повнораціонного комбікорму.

Для забезпечення повнораціонного живлення свиноматок підраховували вміст обмінної енергії та біологічно-активних речовин у складі комбікорму.

Годівлю свиноматок здійснювали повнораціонним комбікормом двічі на добу у відповідності до прийнятої схеми годівлі (табл. 1).

Таблиця 1

Схема годівлі свиноматок

Група	Кількість тварин, гол	Характер годівлі
1 – контрольна	10	ПР
2 – дослідна	10	ПР + вільний доступ до питної суспензії хлорели
3 – дослідна	10	Гранульований комбікорм з наповненням суспензії хлорели

Як видно з таблиці 1 група (контрольна) отримувала повноцінний раціон; II група (дослідна) – повнораціонний комбікорм з вільним доступом до питної суспензії Хлорели; III група (дослідна) – гранульований комбікорм з наповненням суспензії Хлорели.

Результати досліджень та їх обговорення

Оцінка використання хлорели у вигляді суспензії та комбікорму показала, що найвищими репродуктивними показниками характеризуються свиноматки другої та третьої груп, до раціону яких додавали суспензію хлорели у розрахунку 600 мл/гол/добу та використання повнораціонного комбікорму з напильням хлорели в розрахунку 20 мл/кг. Так, у порівнянні з контрольною групою, жива маса поросят при відлученні в другій дослідній групі була на 34,5, а в третій дослідній групі на 36,9 % вище. Позитивна картина спостерігалась і за багатоплідністю. При годівлі свиноматок та використанні суспензії хлорели підвищило їх молочність. Цей показник в дослідних групах був на рівні 52,0-53,0 кг, що на 24,0% вище від контролю. Збільшення молочності свиноматок сприяло не тільки більш інтенсивному росту поросят, а й кращій їх збереженості. Так, у дослідних групах цей показник був на рівні 91,7 – 90,3 % проти 89,5 % в контрольній групі.

Слід зазначити, що поросята від свиноматок, які отримували хлорелу, менше хворіли на діарею. Так, в контрольній групі захворіло на діарею 12 голів, що становить 14,2 %, а поросята свиноматок, які отримували хлорелу відповідно 8 і 9 голів, що становить 7 і 6 % відповідно.

Таблиця 2

Вплив згодовування суспензії хлорели свиноматкам на кількість та якість новонароджених поросят

Групи	Кількість свиноматок в досліді	Кількість новонароджених поросят, гол			
		Всього	В тому числі		Живих на 1 свиноматку
			живих	мертвих	
1 контрольна	10	101	84	7	8,4±0,10
2 дослідна	10	121	113	8	11,30±0,15
3 дослідна	10	124	115	9	11,50±0,12

Отримані результати з використання суспензії хлорели в раціонах свиноматок вказують на те, що найвищими репродуктивними показниками характеризуються свиноматки другої та третьої груп, до раціону яких вводили суспензію хлорели.

Згодовування суспензії хлорели в раціонах свиноматок позитивно вплинуло на економічну оцінку отриманих результатів. Розрахунки економічної ефективності продуктивних якостей свиноматок наведені в таблиці 3.

Витрати препарату на одну свиноматку в II дослідній групі за дослід склали 34,8 кг на суму 519,6 грн., в III – витрати склали 34,8 кг. на суму 591,6 грн.

Економічна ефективність показала, що використання хлорели в раціонах свиноматок як у складі комбікормів, так і у складі суспензії не впливає на формування основних витрат у розрахунку на 1 голову. Економічні показники наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

Економічні показники використання хлорели у годівлі свиноматок

Показники	1 контрольна	2 дослідна	3 дослідна
Кількість свиноматок в досліді, гол	10	10	10
Кількість поросят всього живих, гол	84	113	115
В тому числі на 1 свиноматку, гол	8,4	11,30	11,50
Жива маса поросят при народженні, кг	1,108	1,20	1,20
Кількість вирощених поросят до 28 діб, всього, гол	84	113	115
Жива маса 1 поросля, 28 діб, кг	7,12	7,62	7,61
Середньодобовий приріст, г	215	229	229
Валовий приріст живої маси поросят у групі, ц	180,0	258,7	263,3
Ціна реалізації за 1 кг, грн	70	70	70

0	Прибуток, грн	12600	18109	18431
1	% чистого прибутку у відношенні до 1 контрольної групи, тис. грн	-	+5509	+5831

Проведена оцінка ефективності використання у раціонах свиноматок суспензії хлорели підвищила позитивні показники завдяки збільшенню приросту живої маси, високої збереженості молодняку в дослідних групах, було отримано 5509 та 5831 грн. чистого прибутку.

Висновки

1. Проведені експериментальні дослідження з вивчення дії природної кормової добавки хлорели дали підставу рекомендувати її при годівлі свиноматок як у вигляді суспензії, так і в складі комбікормів.
2. Використання природної кормової добавки хлорели підвищує молочну продуктивність свиноматок на 24,0 %, ріст і розвиток потомства в постембріональний період. Вага одного поросенка при відлученні в дослідних групах була в середньому на 6,8 % вище, ніж у контролі.
3. Введення в раціон свиноматок кормової добавки хлорели знижує витрати корму на одиницю продукції і дозволяє отримати додатковий прибуток на суму 5509 та 5831 грн.

Перспективи подальших досліджень. Наступні дослідження щодо годівлі свиноматок і поросят повинні ґрунтуватись на визначенні змін репродуктивних функцій, продуктивності тварин, приросту їх живої маси та збереженості поголів'я приплоду на основі використання нових форм застосування хлорели з додаванням селену та йоду, оскільки включення даних мікроелементів до раціону тварин позитивно відображається на фізіологічній системі живих організмів.

References

- Banoch, T., Fajt, Z., Kuta, J., Kotrbacek, V., Konecny, R., Travnicek, J., & Svoboda, M. (2011). Utilisation of iodine from different sources by sows and their progeny. *Neuro endocrinology letters*, 32(4), 510-517. Retrieved from <http://www.nel.edu/userfiles/articlesnew/NEL320411A01.pdf>
- Chen, J., Han, J. H., Guan, W. T., Chen, F., Wang, C. X., Zhang, Y. Z. ... Lin, G. (2016). Selenium and vitamin E in sow diets: II. Effect on selenium status and antioxidant status of the progeny. *Animal Feed Science and Technology*, 221, 101-110. doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.08.021
- Chen, J., Han, J. H., Guan, W. T., Chen, F., Wang, C. X., Zhang, Y. Z. ... Lin, G. (2016). Selenium and vitamin E in sow diets: I. Effect on antioxidant status and reproductive performance in multiparous sows. *Animal Feed Science and Technology*, 221, 111-123. doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.08.022
- Chervanev, V. A., Tarasenko, P. A., & Petrova, Z. G. (2011). Chlorella: improving reserve capacity in pig production. *Svinovodstvo (Moskva)*, (1), 38-40.
- Coffey, R. D., & Cromwell, G. L. (2001). Use of spray-dried animal plasma in diets for weanling pigs. *Pig News and Information*, 22 (2), 39–48.
- Doucha, J., Lívanský, K., Kotrbáček, V., & Zachleder, V. (2009). Production of Chlorella biomass enriched by selenium and its use in animal nutrition: a review. *Applied microbiology and biotechnology*, 83(6), 1001-1008. [doi: 10.1007/s00253-009-2058-9](https://doi.org/10.1007/s00253-009-2058-9)
- He, M. L., Hollwich, W., & Rambeck, W. A. (2002). Supplementation of algae to the diet of pigs: a new possibility to improve the iodine content in the meat. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*, 86, 97-104. doi.org/10.1046/j.1439-0396.2002.00363.x
- Kotrbáček, V., Doubek, J., & Doucha, J. (2015). The chlorococcalean alga Chlorella in animal nutrition: a review. *Journal of Applied Phycology*, 27(6), 2173-2180. [doi: 10.1007/s10811-014-0516-y](https://doi.org/10.1007/s10811-014-0516-y)
- Kotrbáček, V., Doucha, J., & Offenbartl, T. (2004). Use of Chlorella as a carrier of organic-bound iodine in the nutrition of sows. *Czech J Anim Sci*, 49, 28–32. doi.org/10.17221/4267-CJAS

- Kotrbaček, V., Filka, J., Ingr, I., & Dvorak, J. (1995). The effect of application of the alga *Chlorella vulgaris* on the occurrence of the pork defects. *Zivocisna Vyroba UZPI*. Retrieved from <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CZ19960058527>
- Kotrbaček, V., Doubek, J., Offenbartl, F., Holešovská, Z., & Doucha, J. (2005). Reproductive function in sows-possibilities of their influencing. *Veterinarství*, 55, 280–283. (in Czech).
- Lange, C., Pluske, J., Gong, J., & Nyachotid, C. M. (2010). Strategic use of feed ingredients and feed additives to stimulate gut health and development in young pigs. *Livestock Science*, 134, 124–134. doi.org/10.1016/j.livsci.2010.06.117
- Saeid, A., Chojnacka, K., Korczyński, M., Korniewicz, D., & Dobrzański, Z. (2013). Effect on supplementation of *Spirulina maxima* enriched with Cu on production performance, metabolic and physiological parameters in fattening pigs. *Journal of applied phycology*, 25(5), 1607-1617.
- Shelton, N. W., Dritz, S. S., Nelssen, J. L., Tokach, M. D., Goodband, R. D., DeRouchey, J. M. ... & Mahan, D. C. (2014). Effects of dietary vitamin E concentration and source on sow, milk, and pig concentrations of α -tocopherol. *Journal of animal science*, 92(10), 4547-4556. doi.org/10.2527/jas.2014-7311
- Surai, P. F., & Fisinin, V. I. (2016). Selenium in sow nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, 211, 18-30. doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.11.006
- Svoboda, M., Saláková, A., Fajt, Z., Kotrbaček, V., Fícek, R., & Drábek, J. (2009). Efficacy of Se-enriched alga *Chlorella* spp. and Se-enriched yeast on tissue selenium retention and carcass characteristics in finisher pigs. *Acta Veterinaria Brno*, 78(4), 579-587. [doi: 10.2754/avb200978040579](https://doi.org/10.2754/avb200978040579).
- Travieso, L., Benítez, F., Sánchez, E., Borja, R., Martín, A., & Colmenarejo, M. F. (2006). Batch mixed culture of *Chlorella vulgaris* using settled and diluted piggery waste. *Ecological Engineering*, 28(2), 158-165. doi.org/10.1016/j.ecoleng.2006.06.001
- Widjaja, A., Chien, C.-C., & Ju, Y.-H. (2009). Study of increasing lipid production from fresh water microalgae *Chlorella vulgaris*. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 40(1), 13–20. doi.org/10.1016/J.JTICE.2008.07.007
- Yan, L., Lim, S. U., & Kim, I. H. (2012). Effect of fermented *Chlorella* supplementation on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics, fecal microbial and fecal noxious gas content in growing pigs. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 25(12), 1742-1747. doi.org/10.5713/ajas.2012.12352
- Yun, Y.-S., & Park, J. (2001). Attenuation of monochromatic and polychromatic lights in *Chlorella vulgaris* suspensions. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 55(6), 765–770. doi.org/10.1007/s002530100639
- Zhu, L., Wang, Z., Shu, Q., Takala, J., Hiltunen, E., Feng, P., & Yuan, Z. (2013). Nutrient removal and biodiesel production by integration of freshwater algae cultivation with piggery wastewater treatment. *Water Research*, 47(13), 4294–4302. doi.org/10.1016/J.WATRES.2013.05.004