

DOI 10.17516/1997-1389-0371

УДК 632.93

## Global Crop Protection Industry

**Oleg N. Shishatskiy\***

*Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS*

*Novosibirsk, Russian Federation*

*Institute of Biophysics SB RAS,*

*FRC «Krasnoyarsk Science Center SB RAS»*

*Krasnoyarsk, Russian Federation*

*Siberian Federal University*

*Krasnoyarsk, Russian Federation*

Received 14.06.2021, received in revised form 23.07.2021, accepted 23.08.2021

**Abstract.** The problem of the steady food supply to the population is becoming particularly pressing in the face of a projected decrease in the specific area of agricultural land per resident. In an effort to increase crop yields, agriculture depends mainly on chemical plant protection agents (PPAs), which produce strong negative effects. The research activities need to be concentrated on developing the alternative plant protection technologies that will ensure a sufficient crop yield increase. Based on statistical data of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and studies and analytical reviews on protection of agricultural crops, the present work describes current market trends in the global crop protection industry: the volume and dynamics of the global PPA market, the regional distribution of this market, and the consolidation of key producers. Recent years have seen a decrease in the number of new chemical PPAs entering the market due to the greater research effort devoted to novel crop protection technologies, in particular genetically modified crops (GM crops), biological PPAs, and other alternative technologies, which are being developed and put on the market in response to increasingly stringent regulations in agrochemistry and ecology. Recommendations are made to producers of agrochemicals that will allow them to remain competitive and contribute to satisfaction of the growing demand for agricultural products.

**Keywords:** pesticides, global markets for plant protection, R & D, new technologies for plant protection.

**Acknowledgements.** This work was supported by Project «Agropreparations of the new generation: a strategy of construction and realization» (Agreement No 074–02–2018–328) in accordance with

---

© Siberian Federal University. All rights reserved

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0).

\* Corresponding author E-mail address: shishatskiy@mail.ru

Resolution No 220 of the Government of the Russian Federation of April 9, 2010, «On measures designed to attract leading scientists to the Russian institutions of higher learning».

---

Citation: Shishatskiy O. N. Global crop protection industry. J. Sib. Fed. Univ. Biol., 2021, 14(4), 541–549. DOI: 10.17516/1997-1389-0371

---

## Глобальная индустрия защиты растений

**О. Н. Шишацкий**

*Институт экономики и организации  
промышленного производства СО РАН  
Российская Федерация, Новосибирск  
Институт биофизики ФИЦ КНЦ СО РАН  
Российская Федерация, Красноярск  
Сибирский федеральный университет  
Российская Федерация, Красноярск*

---

**Аннотация.** Проблема устойчивого обеспечения продовольствием населения становится особенно актуальной в условиях прогнозируемого уменьшения удельной площади сельскохозяйственных земель на одного жителя. Для повышения урожайности в растениеводстве широко используются в основном химические средства защиты растений (СЗР), имеющие серьезные негативные эффекты. Перед научным сообществом стоит задача разработать альтернативные технологии защиты растений, которые обеспечат адекватный рост урожайности. На основе статистических данных FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations – Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций), публикаций и аналитических обзоров по теме защиты сельскохозяйственных растений в работе описываются текущие рыночные тенденции в глобальной отрасли СЗР: объем и динамика мирового рынка СЗР, региональное распределение объемов этого рынка, консолидация ключевых производителей. Установлено, что в последние годы сократилось число поступающих на рынок новых химических СЗР вследствие того, что более интенсивно стали разрабатываться новые технологии защиты сельскохозяйственных культур, в частности генно-модифицированные культуры, биологические СЗР и другие альтернативные технологии, которые разрабатываются и выводятся на рынок в ответ на все более жесткие нормы регулирования в области агрохимии и экологии. Приведены рекомендации производителям СЗР, которые позволят им оставаться конкурентоспособными и участвовать в удовлетворении растущего спроса на сельскохозяйственную продукцию.

**Ключевые слова:** пестициды, глобальные рынки средств защиты растений, НИОКР, новые технологии защиты растений.

**Благодарности.** Работа выполнена за счет средств мегагранта «Агропрепараты нового поколения: стратегия конструирования и реализация» (Соглашение № 074–02–2018–328) по Постановлению Правительства РФ № 220 от 9 апреля 20210 г. «О мерах по привлечению ведущих ученых в вузы России».

Цитирование: Шишацкий, О.Н. Глобальная индустрия защиты растений / О.Н. Шишацкий // Журн. Сиб. федер. ун-та. Биология, 2021. 14(4). С. 541–549. DOI: 10.17516/1997-1389-0371

## Введение

Прогнозируемый дефицит посевных площадей для производства продовольствия, достаточного для пропитания большего количества людей (ожидается, что к 2050 г. численность населения мира достигнет почти 10 млрд человек), определяет необходимость повышения эффективности технологий растениеводства. Предполагается, что решение этой продовольственной проблемы дополнительно осложнит изменение климата, которое угрожает растениеводству в целом. Во всем мире потери урожая в 2050 г. по сравнению с 2000 г., как ожидается, составят 24 % для кукурузы, 11 % для риса, 9 % для картофеля и 3 % для пшеницы (nationalgeographic.com). При современных темпах производства сельскохозяйственной продукции невозможно сохранять баланс спроса и предложения на нее. Для решения этих проблем необходимо применять более эффективные сельскохозяйственные технологии и новые средства защиты растений (СЗР).

Цель работы – анализ текущего состояния мирового рынка СЗР, его динамики и тенденций в области новых технологий защиты растений и выработка конкурентоспособных рекомендаций.

## Динамика, ключевые тенденции глобального рынка средств защиты растений

Современный уровень сельскохозяйственного производства невозможен без

применения химических СЗР (Oerke, 2006). Мировой рынок СЗР в целом растет, несмотря на локальные периоды снижения (рис. 1). На рис. 2 показано распределение долей региональных рынков СЗР в 1998 и 2018 гг. На Северную Америку в 1998 г. приходилось 26,2 % мирового рынка СЗР; к 2018 г. эта доля снизилась до 16,7 %. Доля Европейского рынка снизилась с 25,9 до 23,4 %, но в рамках этих цифр потеря доли на зрелых рынках ЕС-15 была более значительной. Этот показатель был частично компенсирован за счет роста на рынках более поздних новых членов ЕС.

Доля Азии на мировом рынке увеличилась благодаря развивающимся странам, а доли рынков Японии, Южной Кореи и Австралии снизились. Наиболее значительное увеличение доли приходится на Латинскую Америку. На рис. 3 крупнейшие национальные рынки СЗР отсортированы по величине совокупного годового прироста в местных валютах за 5 лет (с 2013 по 2018 г.). Наибольший рост показали развивающиеся рынки Аргентины, России и Румынии. При этом для зрелых рынков положительные показатели зафиксированы только для Испании, Италии, Австралии, США и Великобритании.

Основная причина того, что на развивающихся рынках наблюдается более значительный рост, заключается в том, что во многих из этих стран СЗР применяются в количестве ниже оптимального уровня, необходимого для достижения полного потенциала урожайности. По мере улучшения экономики этих

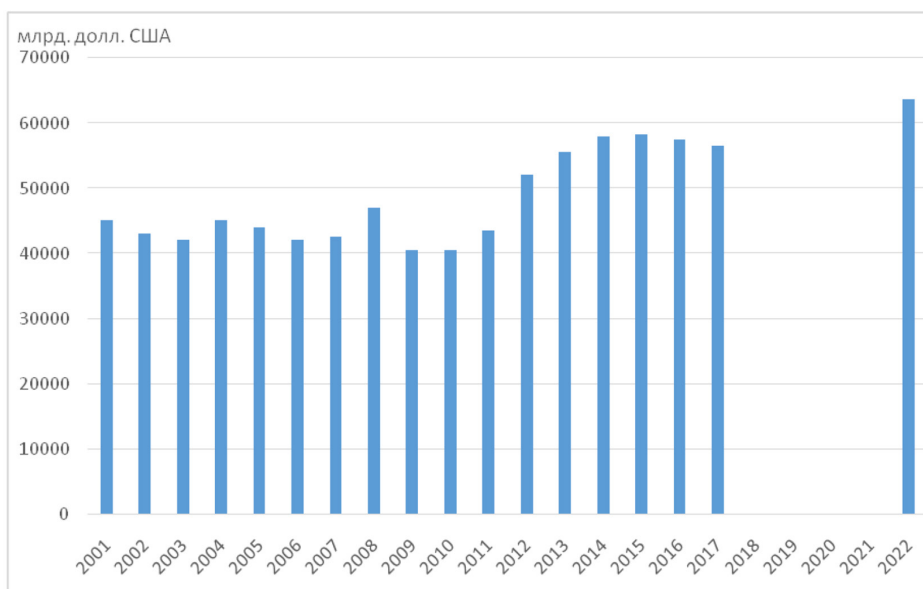


Рис 1. Рынок СЗР: исторические данные 2001–2017 гг. и рыночный прогноз 2022 г. (FAOSTAT; Phillips, 2020)

Fig. 1. 2001–2017 crop protection history and 2022 market forecast (FAOSTAT; Phillips, 2020).



Рис. 2. Распределение рынка СЗР (%) между регионами в 1998 и 2018 гг. (FAOSTAT)

Fig. 2. Crop protection regional market development from 1998 to 2018 (% share) (FAOSTAT)

стран растет объем применений, что приводит к росту рынка. Многие из развивающихся рынков ориентируются на более дешевые химические препараты. На зрелых рынках оптимальные уровни СЗР уже используются и, следовательно, имеется мало возможностей для дальнейшего роста. Эти рынки, как пра-

вило, растут только вследствие замены старых препаратов новыми. Защита полезной биоты, человека и окружающей среды в целом от негативного воздействия химических препаратов является ключевой задачей нормативного регулирования в области современной агрохимии. Правила, регулирующие оборот хи-

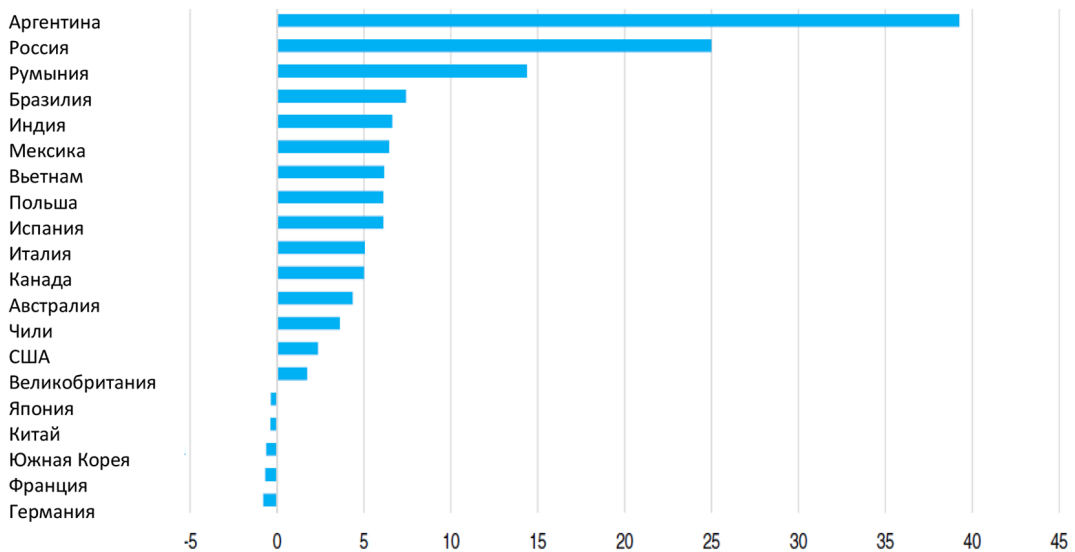


Рис. 3. Топ-20 страновых рынков: процентное изменение рынков СЗР 2018/2013 в локальной валюте (FAOSTAT)

Fig. 3. Top 20 country markets: 2018/2013 local currency change (FAOSTAT)

мических СЗР во многих регионах, включая США и европейские страны, с каждым годом становятся все более строгими. Результат влияния норм регулирования на эволюцию СЗР демонстрируют следующие данные. Если в 1950-х гг. средние нормы внесения химических СЗР составляли 1200, 1700 и 2400 г действующего вещества на гектар (г/га) соответственно для фунгицидов, инсектицидов и гербицидов, то к 2000-м гг. средние нормы внесения этих пестицидов были снижены до 100, 40, и 75 г/га. Эта технологическая эволюция означает, что количество соответствующих действующих веществ, используемых в растениеводстве сегодня, примерно на 95 % ниже, чем в 1950-х гг. (McDougall, 2018). Эти данные демонстрируют значительный прогресс в разработке и выведении на рынок новых и более эффективных химических препаратов для защиты растений. Для разработки и выведения на рынок любого нового препарата обычно необходимо более десяти лет, и это требует значительных затрат

на НИР и ОКР, которые оцениваются порядка 100–350 млн долл. США на один препарат. Вероятность доведения нового действующего вещества до регистрации оценивается как одно из примерно 160 тыс. соединений. Таким образом, каждой компании, разрабатывающей новые препараты, приходится ежегодно инвестировать сумму средств эквивалентную 7–10 % от объема своих продаж в НИОКР. К примеру, в 1995 г. расходы на разработку новых препаратов для защиты растений составили 152 млн долл. США, а затраты времени на НИОКР – 8,3 года. Более поздние оценки, согласно опросу 2010–2014 гг., отразили рост показателей до 286 млн долларов США и 11,3 года соответственно (McDougall, 2016).

С середины 2000-х гг. более 50 % совокупного объема рыночных продаж приходится на пять-семь компаний – лидеров в отраслевых сегментах селекции семян и производства агропрепаратов (Fuglie, 2012). В 2013 г. «большая шестерка» компаний контролировала свыше 75 % мирового агрохи-

мического рынка, 63 % рынка семян, а также инвестировала приблизительно 2/3 от общей суммы затрат на исследования и разработки семян и пестицидов. Затраты «большой шестерки» компаний на исследования и разработки в 15 раз превышали бюджет Министерства сельского хозяйства США на проведение аналогичных научных исследований (ETC Group, 2015).

### **Инновационные разработки в области защиты растений**

Анализ публикаций в предметной области позволил выявить прорывные направления разработки новых средств и технологий защиты растений, соответствующие современным требованиям агрохимического регулирования, в которых наиболее активно в настоящее время проводятся научные исследования.

#### *Биологические средства защиты растений*

Значимым трендом рынка является рост сегмента СЗР биологического происхождения, которые в отличие от химических средств защиты представляют собой живые объекты или естественные биологически активные соединения, синтезируемые живыми организмами. Преимущества биологических СЗР – высокая длительность действия; отсутствие аккумуляции в растениях; отсутствие привыкания к ним вредителей; обладание способностью расщеплять растительные остатки; повышение иммунитета. Однако биологические СЗР не свободны от недостатков, которые влияют на их рыночный успех. Как правило, они не способны уничтожить популяцию вредителя или патогена полностью, а только снижают их вредоносность; скорость действия биологических СЗР, как правило, ниже химических; биологическая эффектив-

ность применения зависит от условий среды (температуры, влажности); их применение требует повторных обработок, которые необходимо повторять часто – из-за дождей, высокой освещенности, колебаний температуры. Размер рынка биологических СЗР пока относительно невелик. В 2016 г. он составлял всего 5,6 % рынка СЗР, показывая скромные продажи отдельных препаратов (Nishimoto, 2019). Согласно отчету маркетингового агентства BCC Research (BCC Research, 2018), мировой рынок биологических СЗР в 2016 г. оценивался в 3,42 млрд долл. США, и по прогнозам, достигнет 14,62 млрд долл. США к 2025 г.

#### *Препараты с медленным и контролируемым высвобождением действующих веществ*

Еще одна альтернативная технология защиты растений – это применение препаратов с контролируемым высвобождением действующего вещества. Технология СЗР контролируемого высвобождения: «комбинация биологически активных действующих веществ и наполнителя, обычно полимера, которая позволяет доставлять препарат к мишени с контролируемыми скоростями в течение определенного периода времени» (Rajan et al., 2020). Для контролируемого высвобождения широко используют технику микроинкапсулирования, полимерные микрокапсулы и гидрогели. Основное преимущество СЗР контролируемого высвобождения заключается в том, что они позволяют медленно дозировать действующие вещества, обеспечивая длительность их действия в количествах, необходимых для достижения нужного эффекта, не загрязняя окружающую среду.

Для создания экономически привлекательных СЗР контролируемого высвобождения необходимо решение ряда проблем. Первое, стоимость систем контролируемого

высвобождения обычно высока по сравнению с традиционными химическими препаратами, что обусловлено технологией и материалами, используемыми для их конструирования. Поэтому для крупномасштабного производства СЗР контролируемого высвобождения требуются экономически приемлемые биоразлагаемые в природных условиях материалы. Второе, в настоящее время в основном для разработки СЗР контролируемого высвобождения используют инертные полимеры, которые не являются биоразлагаемыми. Вместо таких материалов следует использовать биоразлагаемые полимеры, поскольку продукты их разложения не только предотвращают загрязнение, но и повышают плодородие почвы и сельскохозяйственных культур, однако ассортимент и доступность таких материалов пока низки. В обзоре маркетингового агентства Market Data Forecast (Market Data Forecast, 2020) показано, что в 2019 г. размер мирового рынка СЗР с контролируемым высвобождением составил порядка 1,83 млрд долл. США. К 2025 г. прогнозируется рост до 2,78 млрд долл. США с ежегодным темпом 7,4 %. Текущая рыночная доля этих продуктов пока составляет менее 3 % от размера рынка химических СЗР (68,6 млрд долл. США (BCC Research, 2020)). Согласно материалам исследования маркетингового агентства Market Data Forecast, производством и продажей СЗР контролируемого высвобождения занимаются следующие компании: BASFSE, Bayer AG, The Dow Chemical Company, DuPont, Monsanto Company, Syngenta, ADAMA Agricultural Solutions Ltd, Arysta Life Science Corporation, Sumitomo Chemical Co. Ltd. Это свидетельствует о том, что практически все крупнейшие агрохимические компании вовлечены в продвижение данных инновационных препаратов.

### **Рекомендации производителям средств защиты растений**

За последние 70 лет инновации в агротехнологиях изменили сельскохозяйственный рынок и жизнь миллиардов людей во всем мире. За указанный период в целом глобальная производительность сельского хозяйства более чем удвоилась (Kurth et al., 2020). При этом в последние годы темпы инноваций среди крупных агрохимических компаний, производящих СЗР, значительно замедлились. Некоторые аналитики рынка прогнозируют, что через десять лет только одна из пяти крупнейших агрохимических компаний останется в числе ведущих игроков рынка. Если крупные производители СЗР хотят избежать этой участи, они должны преобразовать свои НИОКР модели сейчас в следующих направлениях:

Первое, ориентироваться на решение реальных проблем клиентов. Компании должны ставить потребности клиентов на первое место, расширить свои портфели продуктов с помощью услуг, которые могут быть адаптированы к индивидуальным потребностям клиентов и которые обеспечивают наглядные положительные результаты. Компании должны выпускать и продвигать продукты, услуги и методы, которые поддерживают устойчивое сельское хозяйство, которые могут еще больше сократить использование химических действующих веществ, и они должны продавать интегрированные пакеты продуктов, предназначенных для конкретных потребностей клиентов. Агрохимическим компаниям следует напрямую взаимодействовать с реальным сектором растениеводства и сотрудничать в разработке новых СЗР и технологий их применения. При этом компаниям необходимо найти правильный баланс между удовлетворением требований индивидуальных заказчиков и необходимостью разработ-

ки продуктов и решений, которые могут быть стандартизированы в рамках широкой клиентской базы для получения максимальной ценности.

Второе, следует сконцентрироваться на разработке решений с наибольшей потенциальной ценностью. Агрехимические компании должны научиться правильно расставлять приоритеты в своих НИОКР, а затем распределять необходимые финансовые и кадровые ресурсы для достижения наиболее выгодных возможностей. Ресурсы НИОКР должны быть сосредоточены на решении самых больших проблем, с которыми сталкиваются растениеводы, а не на сохранении наследия компаний. Это, вероятно, потребует смещения значительных ресурсов от некоторых внутренних ранее популярных программ, в рамках которых больше не разрабатываются новые продукты с высокой ценностью и внесения изменений в действующие механизмы управления НИОКР и процессы принятия решений.

Третье, целесообразно балансировать внутренние НИОКР с внешними инновациями. Крупные агрохимические компании, помимо продолжения своих собственных разработок внутри компании, также должны инвестировать в перспективные молодые компании с помощью специфичных для открытых инноваций моделей финансирования, таких как внутренние подразделения корпоративного венчурного капитала. Для этого потребуется выделение ресурсов, необходимых для эффективного поиска внешних возможностей и новых технологий, а также для быстрого продвижения процессов с тем, чтобы воспользоваться ими. Компаниям следует рассмотреть несколько вариантов:

равные партнерские отношения; сделки, ориентированные на помощь небольшим компаниям финансировать свои исследования в конкретных областях; сотрудничать с университетами, государственными учреждениями и неправительственными организациями.

### **Заключение**

На основе анализа текущего состояния мирового рынка СЗР, его динамики и тенденций в области новых технологий защиты растений показано, что глобальный рынок химических СЗР увеличивается, что сопровождается негативным воздействием на нецелевые биообъекты и окружающую среду в целом. Ключевые тенденции глобальной отрасли производства СЗР включают усиливающееся регулирование, рост расходов на НИОКР и борьбу за добавленную стоимость между ведущими компаниями-производителями, что приводит к консолидации крупнейших участников. Параллельно с выпуском традиционных химических пестицидов актуализируется разработка новых средств и технологий защиты растений, включая разработку биопестицидов и биоудобрений, конструирование препаратов нового поколения с медленным и контролируемым высвобождением действующих веществ. Сделан вывод о том, что для обеспечения конкурентоспособности новых средств и технологий защиты растений и удовлетворения растущего спроса на сельскохозяйственную продукцию необходимо ориентироваться на решение реальных проблем потребителей, разрабатывать решения с высокой потенциальной ценностью, балансировать внутренние НИОКР с внешними инновациями.



## Список литературы / References

BCC Research (2018) Global biopesticides market. URL: <https://www.bccresearch.com/partners/verified-market-research/global-biopesticides-market.html>

BCC Research (2020) Global markets for agrochemicals. URL: <https://www.bccresearch.com/market-research/chemicals/agrochemicals-global-markets-report.html>

ETC Group (2015) Breaking Bad: Big Ag Mega-Mergers in Play Dow + DuPont in the Pocket? Next: Demonsanto? URL: [http://www.etcgroup.org/files/files/etc\\_breakbad\\_23dec15.pdf](http://www.etcgroup.org/files/files/etc_breakbad_23dec15.pdf)

FAOSTAT. Food and agriculture data. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>

Fuglie K., Heisey P., King J., Schimmelpennig D. (2012) Rising concentration in agricultural input industries influences new farm technologies. URL: <https://www.ers.usda.gov/amber-waves/2012/december/rising-concentration-in-agricultural-input-industries-influences-new-technologies/>

Kurth T., Möller C., Jerratsch J.-F., Adolphs B., Wübbels G., Walker D. (2020) Reviving agricultural innovation in seeds and crop protection. URL: <https://www.bcg.com/publications/2020/reviving-agricultural-innovation-seeds-crop-protection>

Market Data Forecast (2020) Slow and controlled release pesticides market. URL: <https://www.marketdataforecast.com/market-reports/slow-and-controlled-release-pesticides-market>

Nishimoto R. (2019) Global trends in the crop protection industry. *Journal of Pesticide Science*, 44(3–4): 141–147

Nationalgeographic.com. Climate change. How to live with it. Crops. URL: <https://www.nationalgeographic.com/climate-change/how-to-live-with-it/crops.html>

Oerke E.-C. (2006) Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science*, 144(1): 31–43

Phillips M. W.A. (2020) Agrochemical industry development, trends in R&D and the impact of regulation. *Pest Management Science*, 76(10): 3348–3356

McDougall P. (2016) The cost of new agrochemical product discovery, development and registration in 1995, 2000, 2005–8 and 2010–2014. URL: <https://croplife.org/wp-content/uploads/2016/04/Cost-of-CP-report-FINAL.pdf>

McDougall P. (2018) Evolution of the crop protection industry since 1960. URL: <https://croplife.org/wp-content/uploads/2018/11/Phillips-McDougall-Evolution-of-the-Crop-Protection-Industry-since-1960-FINAL.pdf>

Rajan M., Chandran V., Shahena S., Mathew L. (2020) Controlled release pesticides as a route to sustainable crop production. *Controlled release of pesticides for sustainable agriculture*. Rakhimol K. R., Thomas S., VolovaT., Jayachandran K. (eds.) Springer, Cham, p. 111–125