

Как отмечают эксперты, ключевой проблемой на рынке ГМО в России является собственно его отсутствие. Государство финансирует новые разработки, однако не создает возможности для их коммерциализации.

Современная отрасль животноводства не может развиваться без интенсивного использования биотехнологических продуктов. К таковым относятся ветеринарные иммунобиологические препараты (вакцины), которые позволяют своевременно предупреждать инфекционные болезни животных и птиц, и различные биологические компоненты кормов и премиксов (витаминно-минеральные смеси).

Сдерживающим фактором развития отрасли является низкая по сравнению с развитыми странами культура ведения сельского хозяйства, выражающаяся в несвоевременной вакцинации животных. Кроме того, участники рынка отмечают неэффективность государственной системы вакцинопрофилактики.

УДК 539.21

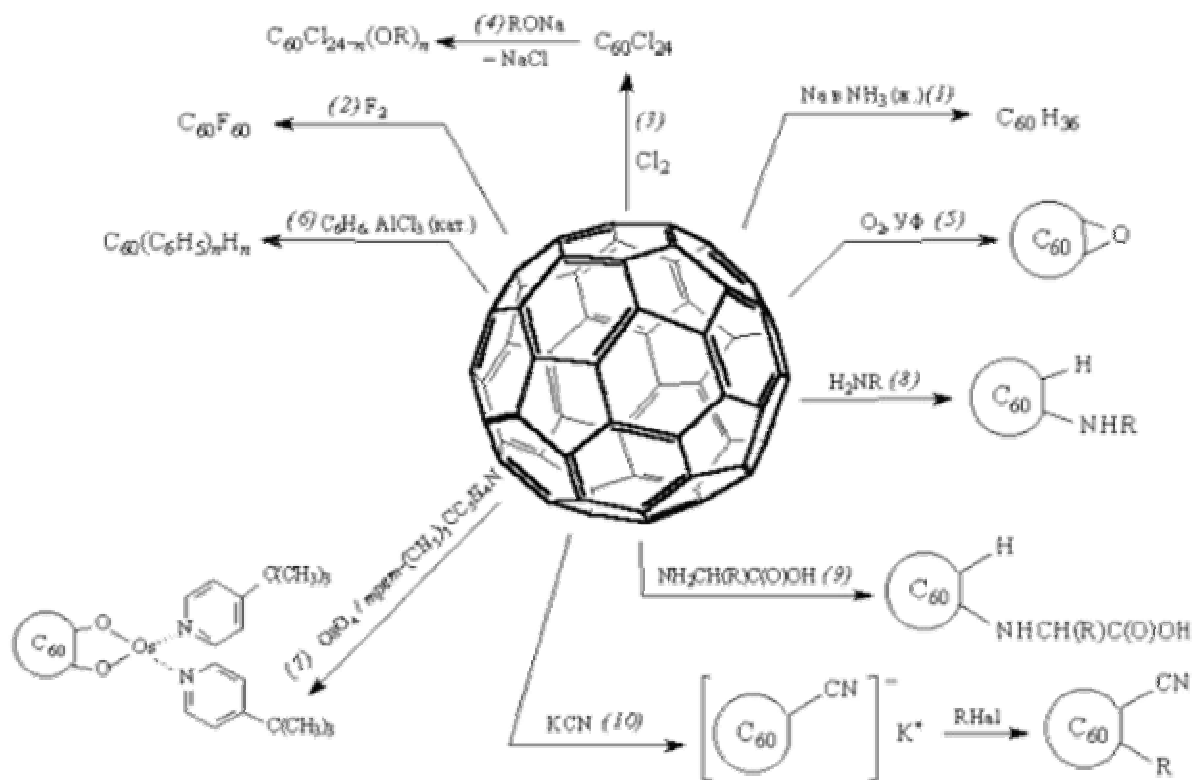
Маг. Е.Р. Шакирова  
Рук. Ю.Л. Юрьев  
УГЛТУ, Екатеринбург

## СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ФУЛЛЕРЕНА

Наиболее распространенный фуллерен  $C_{60}$  – одна из форм углерода. Фуллерены имеют два типа связей: короткие связи, пролегающие вдоль общих ребер соседствующих шестиугольных граней, и более длинные, расположенные по общим ребрам пяти- и шестиугольных граней. Поэтому обычно более короткие связи в  $C_{60}$  считают двойными, более длинные – одинарными.

У фуллерена невозможны реакции замещения, так как у атомов углерода нет никаких боковых заместителей. Обилие изолированных кратных связей позволяет считать фуллерен полиолефиновой системой. Для него наиболее типично присоединение по кратной связи.

Фуллерен является ярко выраженным акцептором электронов и при действии сильных восстановителей (щелочных металлов) может принимать до шести электронов, образуя анион  $C_{60}^{6-}$ . Кроме того, он легко присоединяет нуклеофилы и свободные радикалы. Химические свойства фуллерена показаны на рисунке.



### Химические свойства фуллерена

Фуллерен гидрируется до  $C_{60}H_{36}$  (реакция 1), галогенируется подобно олефинам (реакции 2, 3). Продукты галогенирования легко вступают в реакции нуклеофильного замещения (реакция 4). При окислении кислородом (при УФ-облучении) образуется оксид фуллерена (реакция 5). В связи с этим растворы фуллерена в органических растворителях рекомендуется хранить и работать с ними в инертной атмосфере. Фуллерен арилируется в присутствии  $AlCl_3$  (реакция 6). Рассмотренное выше присоединение оксида осмия является, по существу, окислением, которое проходит по раскрывающейся двойной связи (реакция 7). Так же с раскрытием двойных связей фуллерена присоединяются амины (реакция 8), аминокислоты (реакция 9) и цианиды (реакция 10). Фуллерен, содержащий несколько аминогрупп, водорастворим.

Образующиеся соединения обладают низкотемпературной сверхпроводимостью, критическая температура появления сверхпроводимости 33 К.

Для фуллерена есть еще необычная возможность образовывать соединения, используя внутреннюю полость углеродного шара, диаметр которого достаточен, чтобы в нем мог поместиться атом металла или небольшая молекула. Таким образом, открывается путь к получению химических соединений совершенно нового типа, где атом механически удерживается внутри замкнутой ячейки.