

DOI: 10.25205/978-5-4437-1843-9-64

**ЦИРКОВИРУС СВИНЕЙ ВТОРОГО ТИПА:  
СТРАТЕГИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ РЕКОМБИНАНТНОЙ ВАКЦИНЫ**

**PORCINE CIRCOVIRUS TYPE 2: A STRATEGY FOR DEVELOPING A RECOMBINANT VACCINE**

С. А. Васильев, И. Н. Матвеева

*Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт  
биологической промышленности, Московская область*

S.A. Vasiliev, I. N. Matveeva

*All-Russian Research and Technological Institute of Biological Industry, Moscow region*

✉ stepanvasilev0451@gmail.com

**Аннотация**

В статье представлен обзор современных рекомбинантных вакцин против PCV2 на основе капсидного белка ORF2. Рассмотрены платформы экспрессии, механизмы иммунного ответа и перспективные технологии (VLP, мРНК).

**Abstract**

The article presents an overview of modern recombinant vaccines against PCV2 based on the ORF2 capsid protein. Expression platforms, immune response mechanisms and promising technologies (VLP, mRNA) are considered.

Цирковирuses свиней (PCV) — это небольшие сферические вирусы без оболочки, состоящие из кольцевой одноцепочечной геномной ДНК в икосаэдрическом капсиде. Эти вирусы относятся к роду цирковирuses семейства *Circoviridae*. Цирковирuses характеризуются высокой генетической изменчивостью и имеют четыре известных генотипа: PCV1, PCV2, PCV3 и PCV4.

PCV1 считается непатогенным, в то время как PCV2 является возбудителем заболеваний, ассоциированных с PCV2 (PCVAD). PCV3, впервые выявленный в 2016 г. с помощью метагеномного секвенирования, связан с синдромом дерматита и нефропатии свиней (PDNS), заболеваниями сердца, репродуктивной недостаточностью, респираторными заболеваниями и т. д. [1].

Наиболее широкое распространение и патогенность на данный момент имеет цирковирuses свиней второго типа.

Коммерческие вакцины против PCV2 делятся на две основные категории: инактивированные вакцины и субъединичные вакцины, в которых в качестве иммуногена используется капсид.

Традиционные инактивированные и аттенуированные вакцины имеют ряд ограничений, ключевым из которых является необходимость многократного введения, что приводит к необходимости в разработке рекомбинантных вакцин.

Субъединичная вирусная вакцина изготавливается из компонентов основного иммуногена вируса с помощью генной инженерии. Были разработаны и произведены коммерческие субъединичные вакцины PCV2, главным образом на основе ORF2 [2]. Капсульный белок содержит нейтрализующие эпитопы, поэтому он способен вызывать защитные иммунные реакции, но при этом безопасен, так как не содержит генетического материала вируса и способен модифицироваться для большей экспрессии. Современные широко используемые вакцины против цирковирuses свиней 2-го типа (Circoflex™, Circumvent и Porcilis PCV®) основаны на использовании экспрессии ORF2 [3].

Иммунный ответ развивается по следующему сценарию: антигенпрезентирующие клетки поглощают ORF2, что приводит к активации В-лимфоцитов и последующей выработке специфических антител (преимущественно IgG). Важно отметить, что такая вакцинация способствует формированию иммунологической памяти.

Принцип создания такой вакцины начинается с клонирования гена, кодирующего капсидный белок ORF2, в бактериальную плазмиду. После трансформации бактерий происходит экспрессия целевого белка, который часто накапливается в виде включений. Затем белок подвергают многоступенчатой очистке и формулируют с адъювантом для усиления иммунного ответа. Готовая вакцина вводится свиньям, как правило внутримышечно [4].

Ключевым вопросом при разработке такой вакцины является выбор платформы для экспрессии целевого белка, широко используется экспрессия в клетках *Escherichia coli*, бакулавиральная система экспрессии, вирусные векторные вакцины, мРНК-вакцины и наработка белка в клетках дрожжей *Pichia pastoris*.

Каждая из описанных платформ имеет свои уникальные преимущества и ограничения, что позволяет выбирать оптимальную технологию в зависимости от конкретных задач и экономических условий [1]. Современные тенденции указывают на постепенный переход к более совершенным системам (VLP, мРНК), обеспечивающим лучший иммунный ответ при минимальных побочных эффектах.

### Литература

1. Palinski R., Piñeyro P., Shang P. et al. A novel porcine circovirus distantly related to known circoviruses is associated with porcine dermatitis and nephropathy syndrome and reproductive failure // *Journal of Virology*. 2017. Vol. 91, No. 1. Art. e01879-16.
2. Beach N. M., Meng X. J. Efficacy and future prospects of commercially available and experimental vaccines against porcine circovirus type 2 (PCV2) // *Virus Research*. 2012. Vol. 164. P. 33–42.
3. Silva J. G., Coimbra E. C., Jesus A. L. et al. Secretory expression of Porcine Circovirus Type 2 capsid protein in *Pichia pastoris* // *Journal of Virological Methods*. 2014. Vol. 207. P. 226–231.
4. Segales J., Allan G. M., Domingo M. Porcine circovirus diseases // *Animal Health Research Reviews*. 2005. Vol. 6, No. 2. P. 119–142.