

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТКАНЕВОГО ИММУНОСТИМУЛЯТОРА ПДЭ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОТРЕБНОСТЕЙ РАЗНЫХ ПЕРИОДОВ ПЧЕЛОВОДЧЕСКОГО СЕЗОНА

Кистерная А.С., Мусиенко А.В.

СНАУ «Сумский национальный аграрный университет», г. Сумы, Украина

Исследовано влияние тканевого препарата ПДЭ (плацента денатурированная эмульгированная) на хозяйственно-полезные показатели развития пчелиных семей. Установлена зависимость между применением стимуляторов, интенсивностью развития пчелосемей, динамикой показателей гемолимфы, позитивным влиянием на иммунитет пчел в разные периоды пчеловодческого сезона.

Influence tissue drag PDE (a placenta is denatured emulsification) was investigated on the economic-useful indexes of development of bee families. The application of stimulations was depended on intensity of development of bee families, dynamics of indexes of hemolymph, by positive influence on immunity of bees in different periods of beekeeping season.

Ключевые слова: пчеловодство, пчелосемьи, тканевой препарат ПДЭ, гемолимфа, иммунитет.

Keywords: beekeeping, familys of bees, tissue drags PDE, hemolympha, immunity of bees.

Введение. Нарращивание силы пчелиных семей в разные периоды пасечного сезона является основной задачей, влияющей на продуктивность. Ее решение должно базироваться на экологических альтернативных методах, например, активизации физиологических возможностей медоносных пчел (самоочищение ульев, использование противомикробных свойств прополиса, коррекции иммунитета)[9,10].

Нарращивание силы также зависит от ветеринарно-санитарного благополучия на пасеках. По данным лабораторий и мониторинга частных пчелохозяйств в Украине диагностируются варрооз, ноземоз, гнильцы, аскосфероз, но чаще это смешанные инфекции, лечение при этом требует применения сложных схем. В связи с чем не последнее место в алгоритме борьбы с болезнями должно занимать именно корректная поддержка иммунного статуса пчелосемей на фоне клинических или субклинических форм инфекций и неблагоприятных условий. По нашему мнению, максимально скорректировать способность пчел полноценно развиваться, можно применяя комплексные схемы растительных (эхинацея, элеутерококк) и тканевого (ПДЭ) препаратов с учетом продуктивного сезона, физиологических потребностей самих пчел, интенсивности использования пчелосемей в определенный период [1,2,8].

Производственный сезон на пасеке можно разделить на периоды. Ранне-весенний: после зимовки у пчел есть потребность в углеводном корме: медово - перговой пасте, установке дополнительных медовых рамок. Нужно учитывать ослабление пчел вследствие возможной недостаточности корма, нарушения микроклимата при зимовке, вероятности активизации ноземоза, падевого токсикоза или варрооза. В весенний период, после облетов семей, ревизии ульев и установления стабильной температуры, увеличивается червление матки. Этот факт требует дополнительных запасов белка (пыльцы и перги), которые часто недостаточны в природе в ранне – весенний период при низком уровне цветения медоносов или их малого количества. После основного медосбора (июль - август) количество пчел естественно уменьшается. Контакт пчел с внешней средой во время медосбора также может нести особую угрозу - контаминация их возбудителями. Поэтому после медосбора важно провести ветеринарно – санитарные и зоотехнические мероприятия. В конце лета важно подготовить пчелосемей к зимнему сезону, нарастить достаточное количество пчел, которые будут иметь устойчивость к инфекциям, хорошо перезимуют. Обеспечить достаточный запас энергетического материала (белка) в их организме для длительной зимовки и ранневесеннего развития.

При изучении данных вопросов был проведен ряд экспериментов, начиная с 2001 года: сравнительная оценка стимуляторов с учетом экологической безопасности для пчел, определения доз [4]; анализ влияния стимуляторов на основные физиологические показатели пчелиной семьи [6]; оценка эффективности действия данных стимуляторов на внутренние структуры организма пчел [5]; количественная и морфологическая оценка гемолимфы в лабораторных условиях [7].

Учитывая результаты предыдущих исследований и вышеуказанные особенности пчеловодческого сезона, мы решили изучить пути повышения эффективности применения стимуляторов на продуктивность и адаптацию пчел в зависимости от определенных периодов пасечного продуктивного сезона. Для чего: скармливали стимуляторы и сравнивали их влияние на основные продуктивные показатели; анализировали гемолимфу пчел по количественным и морфологическим изменениям; искали связь между выбором стимулятора и развитием пчелиных семей, изменениями в гемолимфе и потребностями определенных периодов на протяжении одного сезона; анализировали возможные изменения в проявлении признаков инфекций в пчелосемьях, получавших стимуляторы.

Материалы и методы исследований. Опыт проводили на пасеке Сумской области в течение 2013 года. Использовали зоотехнические методы оценки силы пчелиной семьи и методики по изучению гемолимфы [1,2,8]. Объекты: медоносные пчелы (*Apis mellifera*), пчелосемьи разной силы, серо - украинской породы, преимущественно с 2-х летними матками; гемолимфа пчел. Препараты: ПДЭ (плацента денатурированная эмульгированная) российской компании ООО «МНПК» «Биотехиндустрия»; для сравнения взяли стандартные фармакопейные растительные препараты: настойка из корней и корневищ эхинацеи пурпурной (1:5 на 52% этаноле) и экстракт из корней и корневищ элеутерококка (1:1 на 40% этаноле) украинского производства. Применяли визуальные методы оценки силы пчелосемей, сбор,

сравнение, анализ результатов в опытных и контрольных группах. Оценку яйцекладки матки проводили путем подсчета ячеек расплода по методике А.Ф. Грובה, модифицированной с применением табличного процессора EXCEL. Подготовку и анализ мазков гемолимфы выполняли на пасаках и кафедре СНАУ из общих проб, отобранных в начале опыта до и после скармливания препаратов. Морфологию гемоцитов оценивали по Запольских. Наличие признаков болезней пчел определяли визуально [1,2,3].

Опыты (таблица 1) разделили на четыре периода пчеловодческого сезона (до облета, после выставки и облета, после медосбора и при закармливании, осенью). В каждом периоде проводили аналогичные исследования: формирование групп для эксперимента; скармливания препаратов, оценка показателей развития пчелосемей и гемолимфы, осмотр на наличие болезней. Первый период опыта (таблица 1, группа 1) несколько отличался, так как пчелы находились в зимовнике. Опыт в весенний период (группа 2) проводился после обязательной ревизии пасеки и ветеринарно-санитарного осмотра семей на клиническое течение инфекционных болезней. Опыты в летние периоды (группы 3-4) частично изменились, в результате отсутствия слабых семей на пасаках. Для сохранения чистоты эксперимента мы искусственно создавали слабые семьи, формируя их как отводки. Для коррекции иммунитета пчел в различные периоды применили растительные и тканевые стимуляторы.

Таблица 1 - Схема формирования групп эксперимента в разные исследовательские периоды

Период опыта, номер эксперимент. группы	Количество и сила семей в эксперименте	Препараты для стимуляции	Дозы пасты или 50% сахарного сиропа со стимуляторами для каждой группы	Кратность задавания препаратов
1 э. группа -до облета, в зимовнике	В каждой группе по 3 семьи различной силы: 3 слабых, 3 средних, 3 сильных	1. Эхинацея 2. Элеутерококк 3. ПДЭ 4. Контроль (сироп или паста без добавок) (паста в 1 группе эксперимента, сахарный сироп в 2,3,4)	1.1. 0,3 мл настойки эхинацеи 1.2. 0,05 мл экстракта элеутерококка 1.3. 0,3 мл ПДЭ ... (все дозы на 100 г пасты) 1.4 паста без добавления (контроль)	Четыре раза на протяжении 2 недель в зимовнике: - На слабую - 200 г пасты ; - На среднюю - 300 г ; - На сильную - 500 г.
2 э. группа-после выставки и облета			Для 2,3,4 экспер.групп одинаковые дозы: - 1 мл настойки эхинацеи; - 0,2 мл экстракта элеутерококка; - 1 мл ПДЭ ... (все дозы на 100 мл сиропа)	7 дней, по 100 мл на улочку в зависимости от сил семьи. Задавали в кормушках и орошали рамки с расплодом и сушью во время осмотра
3 э. группа – после медосбора				
4 э. группа- при закармливании осенью				

Скармливание проводили после предварительного отбора гемолимфы, чтобы сравнить состояние гемолимфы до и после обработки. В зимовнике медово-перговую пасту давали с добавлением препаратов (дозы взяли на 70% меньше чем в основном эксперименте), что связано с тем, что стимулирование может привести к переполнению кишечника пчел в условиях зимовника. Подкормку пастой провели в ближайшее время перед планируемой выставкой пчел из зимовника. В остальные периоды особенностей задавания не выделяли, препараты скармливали с сиропом в дозах, указанных выше. Для улучшения биотрансформации препаратов пчелам, при осмотре семей дополнительно делали аэрозольное орошение сот с пчелами и пустыми ячейками (сушью) для активизации забора корма и ускорения попадания препаратов через рабочих пчел матке. После медосбора задавание стимуляторов следует рассматривать только как коррекцию состояния пчел после интенсивной нагрузки, усиленного контакта с внешней средой и возможным инфицированием.

Исследование гемолимфы (таблица 2) проводили до и после скармливания. Состояние гемолимфы в разные периоды отличается составом, зависит от факторов внешней среды и стимуляции. После отбора пчел в количестве 10-20 особей из каждой экспериментальной семьи, пчел переносили в садах. Затем их адаптировали 5-6 часов при комнатной температуре. Перед отбором гемолимфы медоносных пчел размещали в холодильной камере при температуре до -1°C для искусственного анабиоза. С каждого садка отобрали 10 пчел, фиксировали в чашке Петри, гемолимфу отбирали инсулиновым шприцем. С каждой семьи разной силы готовили 3 мазка, красили по Романовскому –Гимза, исследовали под световым микроскопом «Биолам», об.90,ок. 10 (увеличение 900 раз). Морфологические характеристики гемоцитов оценивали по А.В. Запольских. С каждой семьи эксперимента изготовили 9 мазков общей пробы гемолимфы до и после применения стимуляторов. Отбор гемолимфы после стимуляции проводили через 10-14 дней. Во всех периодах опыта были определенные особенности исследования гемолимфы. Для чего в зимовнике, при освещении красным светом, осторожно отобрали небольшое количество пчел в садки. При таких условиях возможен отбор пчел старой генерации. В другие периоды отбор пчел для исследования гемолимфы не вызывал трудностей. Его проводили во время осмотра семей, садки формировали пчелами одной возрастной группы, весенней генерации.

Таблица 2 - Схема исследования гемолимфы в различные периоды (до и после задавания препаратов, через - 10-14 дней)

№ эк. группы	Экспер. группы и сила семей до скармливания	Отбор гемолимфы	Эксперим. группы, сформированные семьями разной силы для стимуляции (эксперимент + контроль, вместе)
1, 2, 3, 4	В каждой группе : 3 семьи слабые, 3 семьи средние, 3 семьи сильные	С каждой семьи разной силы отбирали по 3 мазка гемолимфы	В каждую из 4-х экспериментальных групп входит: 3 опытных и одна контрольная. В каждой из семей: по одной слабой, средней, сильной: 1. Эхинацея (3 семьи). 2. Элеутерококк (3 семьи) 3. ПДЭ (3 семьи). 4. Контроль (паста) (3 семьи)
Вместе	36 семей разной силы	108	48 семей разной силы

Результаты исследований. Проведённая стимуляция пчелиных семей в ходе 4-х экспериментальных периодов одного продуктивного сезона настойкой эхинацеи, экстрактом элеутерококка и тканевым препаратом ПДЭ подтвердила способность активизировать развитие пчелосемей. Наблюдалось увеличение количества расплода семей в зависимости от определённого периода и стимулятора. При скормлении сиропа с ПДЭ отмечали скорейшее его поедание в группах, чем с растительными. В условиях зимовника положительным есть то, что скормление стимуляторов в уменьшенной дозе с пастой не привело к «перестимуляции» семей, не вызвало вылета пчел и их оплошности. После выноса и ревизии этих семей, установили наличие свежего маточного засева на рамках. В семьях, которые получали растительные стимуляторы с пастой- расплода 1 рамке, с ПДЭ - расплод на 2-3 рамках, контроль - единичный засев яиц. Активный для размножения пчел период (с весны по осень) имел схожие, но более выраженные тенденции к увеличению расплода (рисунок 1).

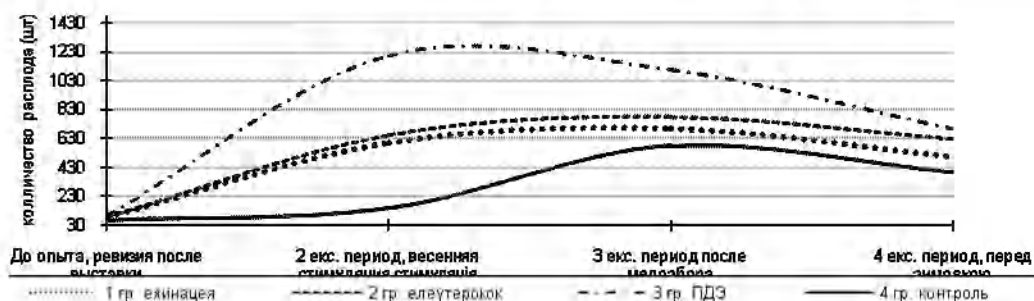


Рисунок 1 - Динамика изменений количества расплода после скормливания различных стимуляторов

Большее количество расплода и более равномерный засев наблюдали при использовании ПДЭ чем растительных препаратов. Планомерный подъем и спад в опытных группах по сравнению с контролем указывает на прямую зависимость роста силы семей от определённых периодов и даёт возможность корректировать увеличение расплода посредством стимуляторов посезонно, основываясь на природный фон стимуляции в соответствующий период.

Количественный анализ гемолимфы указывает на динамические изменения гемоцитотомы пчел в зависимости от периодов пчеловодческого сезона (таблица 4). Соотношение клеток гемоцитов в семьях разной силы сохранялось относительно одинаковым. Разница клеточных показателей гемолимфы более заметна при оценке соотношения гемоцитов разных возрастных групп, активности пчелы в определенном экспериментальном периоде сезона и при наличии в семье болезней медоносных пчел.

Таблица 4 - Динамика гематоцитов в опыте и контроле на 1 и 14 – 20 сутки в экспериментальные периоды одного сезона, $M \pm m$

Группы пчёл	Пролейкоциты, %		Нейтрофиль. фагоциты, %		Еозинофил. фагоциты, %		Сферулоциты, %	
1 эксп. период (э.п.)- гемолимфа перезимовавших пчел сразу после выставки ; пчелы в зимовнике получали пасту								
2 эксп. период - гемолимфа взрослых пчел весенней генерации после выставки и облета; получали весеннюю стимул.подкормку								
Экспериментальные периоды:	1 э. п.	2 э. п.	1 э. п.	2 э. п.	1 э. п.	2 э. п.	1 э. п.	2 э. п.
1- 1 день опыта-гемолимфа (Гем.) до скормл. в зимовнике	12,15±1,2	14,71±1,4	35,21±2,4	33,44±3,4	27,61±1,8	22,45±1,2	25,04±1,8	29,44±1,7
2 –гем. скормл.пасты(контроль)	13,42±1,4	15,82±1,3	34,10±2,8	34,76±3,2	26,05±1,7	21,45±1,1	26,55±1,7	28,05±1,9
3 –гем. пчел паста + Эхинацея	14,83±1,8	16,71±1,4	32,85±2,4	33,15±2,8	25,15±1,4	21,00±1,8	27,25±1,6	29,15±1,6
4 –гем. пчел паста + Элеутер.	15,43±1,7	16,92±1,5	34,54±2,3	32,96±2,4	24,71±1,4	20,15±1,7	25,40±1,5	30,05±1,7
5 –гем. пчел паста + ПДЭ	16,44±1,6	17,63±1,4	32,42±2,2	30,84±2,3	23,76±1,3	19,50±1,6	27,44±1,4	32,11±1,8
3 эксп. период - гемолимфа взрослых пчел после медосбора; пчелы получали корректирующую подкормку								
4 эксп. период - гемолимфа взрослых пчел летней генерации; пчелы получали стимулирующую перед зимовкой подкормку								
Экспериментальные периоды:	3 э. п.	4 э. п.	3 э. п.	4 э. п.	3 э. п.	4 э. п.	3 э. п.	4 э. п.
1 - гем.(до скормливания)	15,71±2,0	16,04±1,0	35,82±3,4	34,94±2,1	23,62±2,6	25,72±1,8	24,93±2,4	23,42±1,6
2 –гем. скормл.сиропа (контроль)	15,93±2,1	16,80±0,9	35,94±3,2	34,76±2,2	22,93±2,7	24,91±1,7	25,52±2,8	23,61±1,4
3 –Гем. пчел паста + Эхинацея	17,85±2,0	16,22±0,9	34,89±3,4	33,58±2,1	21,85±2,9	24,23±1,6	25,64±2,3	26,11±1,5
4 –Гем. пчел паста + Элеутер.	17,97±1,9	16,91±1,0	33,75±3,3	32,93±2,0	21,93±2,4	23,48±1,4	26,05±2,2	26,82±1,3
5 –Гем. пчел паста + ПДЭ	18,88±2,2	17,53±1,1	32,50±3,6	31,32±2,0	20,42±2,8	22,10±1,3	28,31±2,1	29,12±1,4

Исследование показало существующую связь между количественными изменениями гематоцитов в естественных условиях без коррекции стимуляторами. Анализ динамичности гемолимфы может быть полезен для разработки индивидуальной схемы развития пчелиных семей с помощью стимуляторов с учётом периода пчеловодного сезона (рисунок 2).

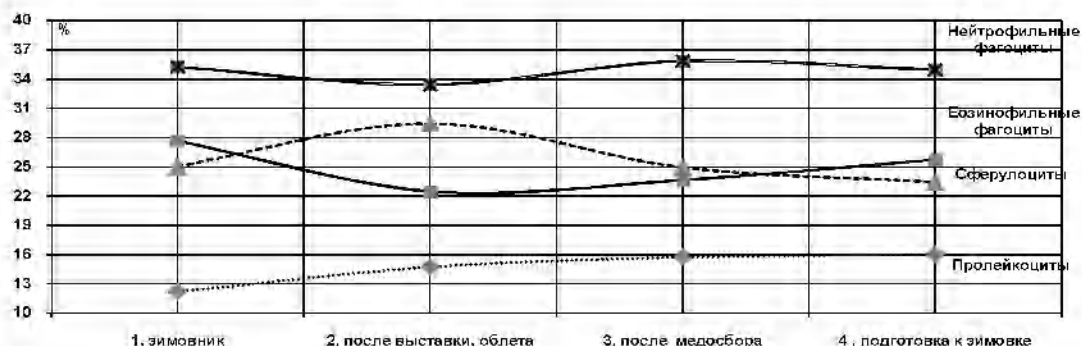


Рисунок 2 - Динамика изменений гемоглобина в естественных условиях (до кормления)

Из рисунка 2 видно, что количество пролейкоцитов (клетки-предшественники новых гемоглобинов) прямо пропорционально увеличиваются согласно экспериментальным периодам и свидетельствует об обновлении гемоглобиноформулы. Увеличение эозинофильных и нейтрофильных фагоцитов в 1 и 3 периодах сезона свидетельствуют о реакции этих клеток на возможное наличие возбудителей болезней в пчелосемье. Такие результаты наблюдали в семьях с клиническими признаками болезней или пестрым расплодом, наличие которого один из признаков субклинического течения. Увеличение количества сферулоцитов на фоне уменьшения фагоцитов может характеризовать улучшение иммунного ответа.

При морфологической оценке гемоглобинов в начале опыта в контрольной группе выявляли малозернистые эозинофильные и нейтрофильные фагоциты, которые свидетельствуют о реакции гемоглобинов на чужеродные агенты, они появляются в течение жизни пчел и при наличии инфекций в клиническом или субклиническом течении. В гемоглобине пчел, получавших стимуляторы, изменения в клеточных структурах были выражены заметнее. Так на 10-14 сутки наблюдали увеличение мелких малодифференцированных округлых гемоглобинов, по описаниям характерным для сферулоцитов - клеток, отвечающих за активизацию иммунного ответа. Также количество амёбообразных нейтрофильных фагоцитов с выраженной зернистостью и красно-фиолетовыми ядрами разного размера, округлых компактных нейтрофильных фагоцитов с выраженным красно-фиолетовым ядром и розовой цитоплазмой увеличилось. При этом количество фагоцитов уменьшалось, о чем свидетельствует появление подковообразных эозинофильных фагоцитов.

В опытных группах, получавших растительные препараты, сначала в сферулоцитах была более выражена зернистость в цитоплазме. В дальнейшем, в группе, получавшей ПДЭ, выявляли больше сферулоцитов с выраженной зернистостью, и одновременно зернистость становилась менее выражена при растительных стимуляторах, что говорит об особенностях фармакодинамики препаратов.

Заключение. 1. Применение растительных стимуляторов (эхинацеи, элеутерококка) и тканевого препарата ПДЭ способно корректировать силу пчелиных семей в зависимости от потребностей пчеловодного сезона. Эффективность растительных стимуляторов по сравнению с контролем - $68,0 \pm 7,23\%$, а ПДЭ в сравнении с растительными - $53,8 \pm 4,3\%$ в среднем за сезон.

2. Количественные изменения гемоглобинов свидетельствуют о способности гемоглобинов активизировать целлюлярный иммунитет в естественных условиях: уменьшение количества фагоцитов свидетельствует о прекращении или уменьшении влияния негативных факторов на пчелосемью.

3. Изменения гемоглобиноформулы медоносных пчел зависят от физиологической активности пчелы в определенный период пчеловодческого сезона и может усиливаться применением стимуляторов. Выбор между видами стимуляторов зависит от потребностей пчелосемьи в определенный период сезона, состава препарата, способности корректировать недостатки определенного периода при интенсивном использовании пчелосемей и наличии негативных факторов (недостаточность перги, медоносов, прочее).

4. Стимуляция растительными препаратами более адаптивна для коррекции состояния семей в зимний период, ранне-весенний после выставки массового облета и после медосбора. Тканевой препарат ПДЭ рекомендуется на этапе весенних облетов и перед закармливанием на зиму.

5. Морфологические изменения гемоглобинов свидетельствуют о положительном влиянии стимуляторов: увеличение количества дифференцированных клеток с выраженными внутриклеточными компонентами во всех опытных группах, особенно выражены с ПДЭ.

6. Использование схем стимуляции, адаптированных к потребностям конкретных периодов пчеловодческого сезона, приводит к отсутствию пестроты расплода, интенсивному восстановлению, равномерной яйцекладки матки, увеличению силы и повышению активности пчел. Это является важным фактором активизации физиологических защитных функций организма и иммунитета пчелосемей.

Литература. 1. Головкин В.О. Болезни и вредители домашних насекомых / В.О. Головкин, Е.В.Руденко, О.З. Злоткин и др. - Харьков, 2005. - 353 с. 2. Гробов О. Ф. К методике изучения гемоглобиноформулы медоносной пчелы / О. Ф. Гробов // Системы ведения пчеловодства в различных природно-климатических зонах. - М. - 1968. - С. 113-120. 3. Запольских С.В. Морфологический и цитохимический анализ клеток гемоглобиноформулы рабочей пчелы / О. В. Запольских // Цитология. - 1976. - Т. 18. № 8. - с. 959-963. 4. Кистерная А.С. Оценка тканевого биостимулятора ПДЭ для повышения производительности пчелиных семей / А. С. Кистерная // Вестник Сум. ДАУ, 2002. - Вып. 7. - с. 41-44. 5. Кистерная А.С. Влияние тканевого биостимулятора ПДЭ на степень развития жирового тела медоносной пчелы / А.С. Кистерная, Ю.В. Мусиенко // Вестник Сум. ДАУ, 2002. - Вып. 8. - С. 49-51. 6. Кистерная А.С. Оценка действия тканевого биостимулятора ПДЭ в период наращивания силы и развития медоносных пчел / А.С. Кистерная,

В.Н.Мусиенко// Межведомственной тематический научный сборник "Ветеринарная медицина". № 82, Харьков, 2003, с. 409 - 412.7. Кистерная А.С. Оценка гемолимфы медоносных пчел при использовании биологических стимуляторов в лабораторных условиях. / А.С. Кистерная, В.В. Гаркавая, А. В. Мусиенко, В.Н. Мусиенко // СНАУ, Сумы 2012, выпуск 7 (31), с. 34-40.8. Нухдин А.С. Основы пчеловодства / А.С. Нухдин - Москва. ВО "Агропромиздат", 1988. - С 98 - 105.9. Руденко Е.В. Влияние вароатозной инвазии на клеточный состав гемолимфы и способы его корреляции / Е.В. Руденко, И.Г. Маслий, С.М. Немкова // Вестник СНАУ. - 2001. - № 6. - С. 100-104. 10. Федорчук Р. С. Факторы формирования иммунитета медоносных пчел / Р. С. Федорчук, И.И. Ковальчук, А.Р. Гаверняк // Биология животных. - 2009. - т. 11, № 1-2. - С. 83-90.

Статья передана в печать 19.06.2014 г.

УДК: 619:616.98

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ГРУПП АДЬЮВАНТОВ

Красочко В.П., Яромчик Я.П.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

Рассматриваются адьюванты в современном представлении в соответствии с их классификацией и механизмом стимуляции иммунного ответа.

Adjuvants are characterized in according to modern view to their classification and mechanism of stimulating immune response.

Ключевые слова: вакцины, адьюванты, иммунный ответ, Т-хелперы, цитотоксичные Т-лимфоциты.
Keywords: vaccines, adjuvants, immune response, T-helpers, cytotoxic T-lymphocytes.

Введение. С целью усиления иммуногенной активности в технологию изготовления инактивированных вакцин включена стадия добавления адьювантов. Адьюванты (лат.«adjuvare» - помогать) - вспомогательные факторы различного происхождения и различной химической природы, оказывающие неспецифическое стимулирующее действие на иммунный ответ при совместном их применении со специфическими антигенами или, другими словами, вещества, повышающие иммунный потенциал вакцин, применяются с начала прошлого столетия. В то время как количество веществ, обладающих адьювантной активностью, упоминаемых в литературе, значительно возросло, способ их действия точно неизвестен. Считается, что механизм действия адьюванта состоит, главным образом, в депонировании антигена в месте введения и его более медленной доставке к иммунокомпетентным клеткам, что усиливает действие вакцины. Также известно, что адьюванты способны вызывать синтез цитокинов, регулирующих лимфоцитарные функции.

Материал и методы исследований. На основании обзора литературных данных представлены основные подходы к классификации адьювантов.

Результаты исследований. В настоящее время известно множество веществ органической и неорганической природы, которые способны оказывать адьювантное действие.

В качестве адьювантов используют: минеральные соединения (гели гидрата окиси и фосфата алюминия, гидроксид железа, алюмокалиевые квасцы, азросил и др.); полимерные вещества; органические вещества - минеральные масла, альгинаты, сапонин, ДЭАЭ-декстран; сложные химические смеси (липополисахариды, белково-липополисахаридные комплексы, мурамилдипептид и его производные и др.); бактерии и компоненты бактерий (вытяжки вакцины БЦЖ, коклюшные бактерии – Bordetella pertussis); липиды и эмульгаторы (ланолин, арлацел); сложные адьюванты - полный и неполный адьювант Фрейнда.

В настоящее время не существует одной общепризнанной классификации адьювантов. Есть целый ряд различных критериев, которые могут быть использованы для группировки адьювантов, чтобы обеспечить их рациональное сравнение. Они могут быть разделены в зависимости от их происхождения, механизма действия и физико-химических свойств. Согласно данной классификации адьюванты представлены тремя группами:

- 1) вещества, выступающие в роли активных иммуностимуляторов, которые повышают иммунный ответ организма на введенный антиген;
- 2) иммуногенные белки, которые служат носителями и при этом вызывают Т-клеточный ответ;
- 3) адьюванты транспортного средства (масла, липосомы), которые являются матрицей для антигенов, они также стимулируют иммунный ответ.

Вторая система классификации разделяет адьюванты на группы: адьюванты на основе геля, поверхностно-активные вещества, бактериальные продукты, масляные эмульсии, белки или липопептиды.

Следующая классификация делит вспомогательные вещества на минеральные добавки, соли алюминия и подобные, бактериальные производные, поверхностно-активные вещества, транспортные средства и препараты, способствующие более медленному освобождению антигенов или цитокинов.

Существует еще одна классификация адьювантов, согласно которой они делятся на две большие группы: адьюванты, содержащие микро- или наночастицы и не содержащие оных. Обычно достоинства нанoadьювантов полностью раскрываются, когда иммуноген способен встраиваться или хотя бы связываться с частицей. К адьювантам, содержащим частицы, относятся: эмульсии,