

УДК 621.384.52:638.12

UDC 621.384.52:638.12

**ПРИМЕНЕНИЕ ОЗОНАТОРОВ
В ПЧЕЛОВОДСТВЕ В ПЕРИОД ВЕСЕННЕГО
НАРАЩИВАНИЯ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ****APPLICATION OF OZON GENERATORS IN
APICULTURE DURING THE SPRING BUILD-
ING-UP OF BEE FAMILIES**

Овсянников Дмитрий Алексеевич
к.т.н., доцент
*Кубанский государственный аграрный
университет, Краснодар, Россия*

Ovsiannikov Dmitry Alexeevich
Cand.Tech.Sci., associate professor
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В статье представлены: область применения озона в пчеловодстве; математическая модель, устанавливающая связь степени развития пчелиных семей с параметрами внутреульевого микроклимата, позволяющая теоретически обосновать увеличение весеннего развития при электроозонировании на 35 %; результаты экспериментальных исследований влияния параметров озонирования на весеннее развитие пчелиных семей; технико-экономическое обоснование применения озонаторов в пчеловодстве; даны рекомендации по применению результатов исследования

In the article we have represented the following items: the sphere of utilization of the ozone in apiculture, the mathematical model which establishes connection between level of development of bee families and parameters of in-hive microclimate and allows to theoretically substantiate the spring development up to 35 % as a result of ozone treatment; the results of experimental investigations of the influence of ozone treatment parameters on the spring increasing of bee families; feasibility study of ozone generators' application in apiculture; recommendation for application of the results of investigation are given

Ключевые слова: ОЗОНАТОРЫ В ПЧЕЛОВОДСТВЕ, ОЗОНИРОВАНИЕ В ПЕРИОД ВЕСЕННЕГО РАЗВИТИЯ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ, ЛЕЧЕНИЕ БОЛЕЗНЕЙ ПЧЕЛ ОЗОНОМ

Keywords: OZONE GENERATORS IN APICULTURE, OZONE TREATMENT DURING SPRING BUILDING-UP OF BEE FAMILIES, TREATMENT OF BEES' DESEASES WITH OZONE

В агропромышленном комплексе России важную роль играет пчеловодство, которое тесно связано со многими отраслями сельского хозяйства. Эта связь определяется, в первую очередь, той ролью, которую играют пчелы как опылители сельскохозяйственных растений. Пчеловоды Краснодарского края являются основными поставщиками пчелопакетов на всю территорию России и ближнего зарубежья объемом 100–150 тыс. шт./год. Следовательно, интенсивное весеннее развитие пчелиных семей позволяет подготовить их на продажу в более ранние сроки, повышая стоимость за единицу продукции. Кроме того, в Краснодарском крае производится ежегодно 2000–2500 т меда[2; 4; 6].

При медотоварном направлении пчеловодства основным фактором высокой медопродуктивности является сила пчелиной семьи. Только при создании условий интенсивного роста возможно наращивание пчелиных семей необходимой силы, которая особенно важна для получения польую-

щихся наибольшим спросом, ранних медов, например, с белой акации. Ранний мед составляет 20–25 % от валового медосбора и недостижим для слабых пчелосемей вследствие природно-климатических и ветеринарно-санитарных обстоятельств [2; 4; 5; 6]. Таким образом, работа по разработке и исследованию современных технологий повышения эффективности производства продуктов пчеловодства является важной народнохозяйственной задачей.

Озон известен как вещество, обладающее обеззараживающим действием, при малых концентрациях улучшающим параметры воздушного микроклимата и стимулирующим развитие биологических организмов, так как, воздействуя на живые клетки, озон активизирует протекание биохимических процессов [2]. Однако дозы и концентрации, а также время воздействия в различных источниках часто противоречивы и не дают четких рекомендаций к применению, что привело к необходимости проведения дальнейших исследований в этой области [2; 6].

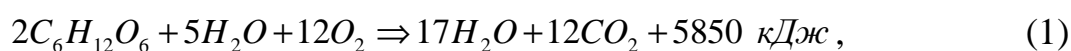
В результате теоретических и экспериментальных исследований, проведенных в ФГБУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», установлено, что озонирование в пчеловодстве можно использовать для:

- 1) стимуляции весеннего развития пчелиных семей в период весеннего наращивания (2000–2004 гг.) [2; 3; 4; 5; 6; 12];
- 2) профилактики и лечения аскосфероза и аспергиллеза пчел (2001–2004 гг.) [2; 6; 13];
- 3) профилактики и лечения колибактериоза, септемии, гафниоза и других бактериальных инфекций (2006–2009 гг.) [1];
- 4) дезинфекции, дезинсекции и дератизации сотохранилищ и пчеловодного инвентаря (2000–2002 гг.) [7; 10; 11; 14].

Комплексное применение озонирования повышает конкурентоспособность выпускаемых продуктов пчеловодства, в результате улучшения их качества и снижения себестоимости [2; 3; 4; 5; 6; 7].

Озон является одним из самых мощных окислителей, способных быстро разлагаться, что подтверждает его экологическую чистоту, как действующего химического вещества. При малых концентрациях озон оказывает положительное влияние на факторы развития и продуктивность пчелиных семей, следующим образом: 1) снижает концентрацию болезнетворных микроорганизмов; 2) снижает влажность внутриульевого воздуха; 3) незначительно повышает температуру; 4) улучшает газовый состав внутриульевого воздуха [2; 3; 4; 5; 6].

Следовательно, при электроозонировании создаются наиболее благоприятные условия для развития пчелиных семей. При рассмотрении пчелиной семьи как единой энергетической системы, способной самостоятельно регулировать параметры внутриульевого микроклимата, разработана математическая модель влияния обработки озоном на степень развития пчелиной семьи [3]. Основным энергетическим носителем и кормом для пчел является мед. Окисление меда в организме пчел, с учетом содержания в углеводистом корме 20 % воды, протекает по следующей химической реакции:



Даная реакция оказывает наибольшее влияние на параметры внутриульевого микроклимата. Объем воздуха, необходимый для удаления метаболической влаги, выше объема воздуха, необходимого для протекания реакции окисления, в среднем в 18 раз. К удаляемому из улья обогащенному парами воды воздуху присоединяется и тепло [3; 6].

Таким образом, при подаче озоновоздушной смеси, обладающей осушающими свойствами, во внутриульевом пространстве сокращается воздухообмен на удаление метаболической влаги, и, как следствие происходит

экономия энергии, требуемой на поддержание микроклимата [2; 3; 6]. В весенний период пчелиная семья полностью мобилизуется на развитие, т.е. на выращивание расплода и поддержание благоприятных для этого условий. Таким образом, пчелиная семья, как система, получает энергию в результате окисления корма и реакции метаболизма, с помощью которой производится работа:

$$Q_p \cdot M_{с.с.} \cdot T = L_p + L_{мк} + L_{жс}, \quad (2)$$

где Q_p – энергетическая ценность корма, кДж/кг; $M_{с.с.}$ – среднесуточный расход корма для данного периода, кг/сут.; T – исследуемый период, сут.; L_p – работа, направленная на развитие пчелиной семьи, Дж; $L_{мк}$ – работа, направленная на поддержание микроклимата, Дж; $L_{жс}$ – работа, направленная на жизнедеятельность пчелиной семьи, Дж.

При снижении работы на поддержание внутреульевого микроклимата соответственно увеличивается работа на развитие. Таким образом, на основании уравнения (2), описывающего пчелиную семью как термодинамическую систему, выразим математическую модель степени развития пчелиной семьи при обработке озоном [2; 3; 6; 7]:

$$C_{pO_3} = C_p \cdot \left(\frac{L_{pO_3}}{L_p} \right), \quad (3)$$

где C_p – степень развития пчелиных семей без обработки; C_{pO_3} – степень развития пчелиных семей, подверженных обработке озоном. Полное выражение математической модели имеет вид:

$$C_{pO_3} = C_p \cdot \left(1 + \frac{\left(d_0 \cdot c_\delta \cdot \frac{G_{H_2O}}{l_{O_3}} + m_{H_2O_{O_3}} \cdot c_{H_2O} \right) \cdot (t_2 - t_1)}{0,8 \cdot Q_p \cdot M_{c.c.} - \left(\frac{A_0 \cdot (t_\delta - t_n)}{\sum \frac{d_i}{l_i} + \frac{d_{cm}}{l_{cm}} + \frac{1}{a_l + a_k}} \cdot K + \left(d_0 \cdot c_\delta \cdot \frac{G_{H_2O}}{l_{\text{вых}} - l_\delta} + (m_{H_2O_{\text{вых}}} - m_{H_2O_\delta}) \cdot c_{H_2O} \right) \cdot (t_2 - t_1) \right)} \right), \quad (4)$$

где: δ_i – толщина диафрагм, подушек, рамок, слоев воздуха и т.д., м; λ_i – соответствующие коэффициенты теплопроводности, Вт/мК; l_{i_3} – изменение абсолютного влагосодержания озонированного воздуха, г/м³; $\delta_{ст}$ – толщина стенки улья, м; $\lambda_{ст}$ – коэффициент теплопроводности материала, Вт/мК; A_f – площадь наружной поверхности улья, м²; t_δ – внутренняя температура рассматриваемого периода, °С; t_n – средняя температура наружного воздуха в рассматриваемый период, °С; d_0 – плотность воздуха, кг/м³; $(t_2 - t_1)$ – изменение температуры входящего и выходящего воздуха, К; c_δ – теплоемкость воздуха, Дж/кг·град; c_{H_2O} – теплоемкость воды, Дж/кг·град; $m_{H_2O_\delta}$ – масса воды во входящем воздухе, кг/сут.; $m_{H_2O_{\text{вых}}}$ – масса воды в выходящем воздухе, кг/сут.

На основании моделирования можно сделать вывод об эффективности электроозонирования, которое приводит к увеличению параметра степени развития пчелиных семей на 35,4 % [2; 6].

На базе произведенных исследований были выдвинуты технологические требования к электроозонирующей установке для обработки. На опытной пасеке был поставлен эксперимент по воздействию озона на жизнедеятельность пчел, аскосфероз пчел и степень развития пчелиных семей в период весеннего наращивания. Для этого специально сконструировали экспериментальные установки, позволяющие подавать озono-воздушную смесь в требуемую точку улья, не подвергая пчел губительному воздействию низ-

кочастотного электрического поля высокой напряженности. Экспериментальные установки откалибровали под необходимые концентрации озono-воздушной смеси. Измерения концентрации озона производилось газоанализатором Циклон 5.41 [2; 6].

В первую очередь, был произведен эксперимент, в котором исследовалось влияние концентрации озона на степень развития и факты отрицательного влияния на жизнедеятельность пчел. Полученные результаты позволяют определить безопасную режимную область для обработки пчел озонoм, которая составляет 0–500 мг/м³, и могут быть использованы как для определения режимов стимуляции весеннего развития пчелиных семей, так и для разработки способов лечения болезней пчел [2].

Для проведения трехфакторного эксперимента по влиянию режимов озonoобработки на весеннее развитие экспериментальные установки откалибровали под необходимые концентрации озона в воздушной смеси, подаваемой в улей. В качестве независимых переменных приняты: $x_1 - \tilde{N}_{i_3}$ – концентрация озono-воздушной смеси, подаваемой в улей (4 уровня: 16; 32; 48; 64 мг/м³); $x_2 - T$ – время экспозиции (4 уровня: 6; 12; 18; 24 часов); $x_3 - N$ – количество обработок за период исследования (4 уровня: 6, 12, 18, 24 раза). Для наиболее объективной проверки на соответствие теоретической модели воздействия озона на развитие пчелиной семьи фактор времени был разделен на 2 фактора: время экспозиции и периодичность обработки. В качестве зависимой переменной Y принято среднее значение степени развития пчелиных семей C_p . Период исследования составил 24 суток обработки и 12 суток снятия показаний. В эксперименте было задействовано 210 пчелосемей, для обеспечения 3-кратной повторности, 192 из них подверглись обработке озонoм в различных режимах, а 18 семей – контрольная группа. Пчелиные семьи прошли специальную предварительную подготовку, что позволило к началу эксперимента иметь равные условия развития, такие как: породное сходство, возраст матки, сила семьи, система улья; а также равные

оценочные показатели, такие как количество печатного расплода, сила семьи, качество яйцекладки [2; 4; 6].

В результате обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии (5), адекватно описывающее взаимодействие факторов и наблюдаемой величины:

$$Y = 1,82 + 2,84x_1 + 0,248x_2 + 0,789x_3 - 0,07x_1x_2 - 0,37x_1x_3 + 0,627x_2x_3 - 0,47x_1x_2x_3 - 2,8x_1^2 + 0,382x_2^2 + 0,706x_3^2 + 0,508x_1^3 - 0,34x_2^3 - 0,7x_3^3, \quad (5)$$

Наибольший эффект достигается при концентрации озона – 32 мг/м³ в озono-воздушной смеси, поступающей в улей, при экспозиции 24 часа в сутки с периодичностью 24 раза за 24 суток, т.е. при постоянной обработке в течение 24 суток (рисунки 1–2). Результатом эксперимента по воздействию озона на интенсивность весеннего развития является выявление оптимального режима обработки пчел, при котором достигнуто увеличение параметра степени развития пчелосемей на 39 % ($C_p = 3,6481$, в сравнении с $C_p = 2,6200$ контрольной группы) [6].

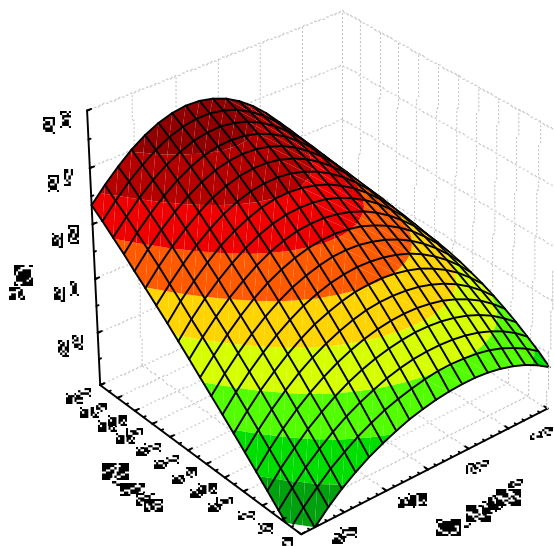


Рисунок 1. Диаграмма влияния концентрации озона и периодичности обработок на степень развития пчелиных семей

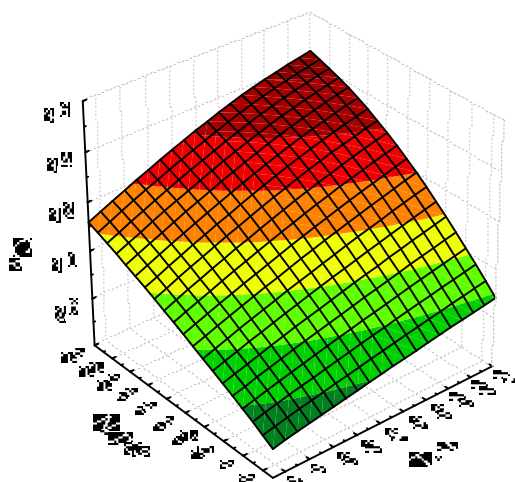


Рисунок 2 – Диаграмма влияния времени и периодичности обработок на степень развития пчелиных семей

Эффективность объясняется снижением потерь энергии на поддержание внутриульевого микроклимата за счет снижения воздухообмена на удаление метаболической влаги в результате электроозонирования. Увеличение экспериментально полученной степени развития пчелосемей, в сравнении с расчетной, на 11 % объясняется снижением концентрации болезнетворных микроорганизмов во внутриульевом составе воздуха, и тем самым созданием еще более благоприятных условий для развития пчелосемей [2].

Произведен двухфакторный эксперимент по влиянию озона на аскофероз пчел. Аскофероз – заболевание пчел, широко распространенное в нашей стране, эффективная борьба с ним сложна и требует больших затрат. В нашу задачу входил поиск средства для борьбы с аскоферозом, отличающегося экологической чистотой (рис. 3). В результате проведенных опытов установлено, что фунгицидный эффект был получен при концентрации газообразного озона – 60 мг/м^3 . При концентрации газообразного озона 125 мг/м^3 в течение 12 ч был получен 99 %-й эффект. После 3-кратной обработки, с периодичностью 7 суток концентрацией газообразного озона – 125

мг/м³ в течение 12 ч проявления аскофероза у 20 подвергнутых эксперименту пчелиных семей обнаружено не было [2; 6; 13].

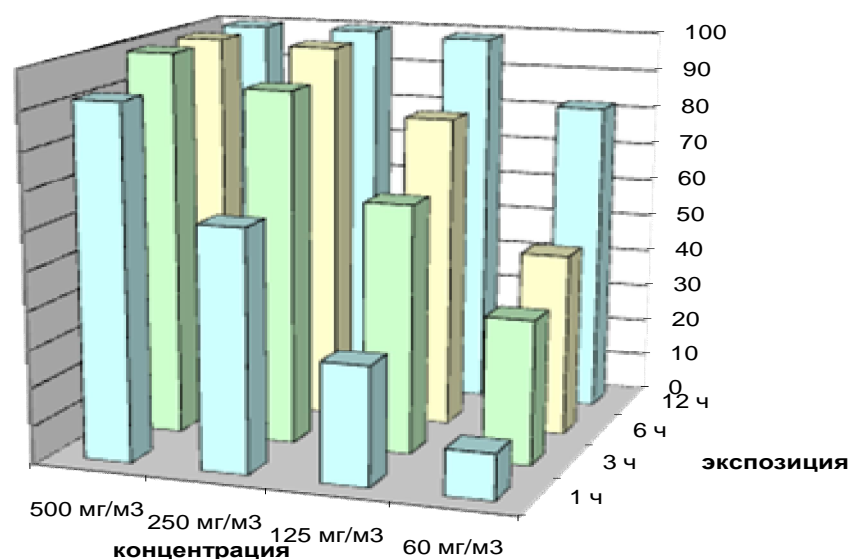


Рисунок 3 – Влияние концентрации и экспозиции озонобработки на степень обеззараживания пчел при аскоферозе

За время проведения эксперимента отрицательного воздействия на жизнедеятельность пчел не выявлено: средняя степень развития группы пчелиных семей, подвергнутых обработке, за период $C_{p,cp1}$ составила 2,36, а контрольной группы $C_{p,cp0}$ – 2,29. Видимых изменений в поведении пчел за время обработки не обнаружено. В ходе проведенных исследований установлено, что применение озонобработок для борьбы с аскоферозом пчел является исключительно перспективным направлением, позволяющим улучшить ветеринарное состояние пасек и сократить применение ветеринарных препаратов. Установлены режимы озонобработки против аскофероза: а) для профилактики и лечения – концентрация озона 250 мг/м³ (экспозиция – 1 ч, двукратно с периодичностью – 7 дней); б) при тяжелых клинических признаках – концентрация 500 мг/м³ (экспозиция – 1 ч, четырехкратно с периодичностью – 7 дней). В результате произведенных экспериментов определены безопасные режимные области для обработки пчел, подтверждены теоретические положения, определены режимы и параметры

обработки пчелиных семей для стимуляции весеннего развития и борьбы с болезнями пчел (см. табл.) [2; 6; 13].

Режимы и параметры обработки пчелиных семей озоном

Режим	Концентрация озона (на выходе из озонатора при подаче компрессора – 0,1 м ³ /ч) C, мг/м ³	Экспозиция T, часов	Количество обработок за период, N, раз
Стимуляция	32	24	24
Профилактика и лечение аскосфероза	250	1	2
Лечение других болезней пчел	500	1	3

На базе произведенных исследований разработаны электроозонатор и технология комплексного электроозонирования пчелиных семей (рис. 4). Электроозонатор позволяет производить обработку одновременно 16 пчелиных семей в 3-х режимах: 1) стимуляции развития, 2) профилактики и лечения аскосфероза пчел, 3) лечения других болезней пчел. Обработка производится в ручном или автоматическом режимах [2].



Рисунок 4. Внешний вид разработанного опытного образца и его подключение к ульям

Произведено технико-экономическое обоснование комплексного применения электроозонирования в пчеловодстве. Экономическая оценка производилась для двух, наиболее распространенных на Кубани технологий

пчеловодства, в сравнении с контрольными группами, которые не подвергались электроозонированию. Экономическая эффективность от применения технологии комплексного электроозонирования для 100 пчелиных семей, выраженная через чистый дисконтированный доход, составляет: для технологии разведения пчелиных семей ЧДД=240 тыс. руб.; для технологии производства товарного меда ЧДД=600 тыс. руб. Технология комплексного электроозонирования и электроозонатор для обработки пчел внедрены. В настоящее время готовится серийное производство электроозонатора [2; 6].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований получена математическая модель, устанавливающая связь степени развития пчелиных семей с параметрами внутреульевого микроклимата, позволяющая теоретически обосновать увеличение весеннего развития при электроозонировании на 35 %. На основании экспериментального исследования режимных параметров электроозонирования пчелиных семей построена математическая модель, определяющая зависимость степени развития от концентрации озона, экспозиции и периодичности обработок. Данная модель позволила установить режим электроозонирования улья при подаче озono-воздушной смеси – 0,1 м³/ч, улучшающий весеннее развитие пчелиных семей на 39 %: концентрация – 32 мг/м³, экспозиция – 24 часа, с периодичностью – один раз в сутки в течение 24 дней. Установлены режимы электроозонирования против аскофероза: а) для профилактики и лечения – концентрация озона – 250 мг/м³, экспозиция один час, двукратно с периодичностью – 7 дней; б) с тяжелыми клиническими признаками – концентрация – 500 мг/м³, экспозиция один час, четырехкратно с периодичностью – 7 дней. Разработаны электроозонатор и технология электроозонирования пчелиных семей, позволяющие производить обработку одновременно 16 пчелиных семей в 3-х режимах: 1) стимуляции развития, 2) профилактики и лечения аскофероза, 3) лечения

аскосфероза с тяжелыми клиническими признаками и других болезней пчел. Конструкция и способы защищены 4-мя патентами РФ. Экономическая эффективность от технологии электроозонирования для стимуляции весеннего развития на 100 пчелиных семей, выраженная через чистый дисконтированный доход, составляет: разведенческое направление ЧДД=240 тыс. руб.; медотоварное направление ЧДД=600 тыс. руб. Конструкция и способы защищены 7-ю патентами РФ.

Список литературы

1. Овсянников Д. А. Лечение пчел от колибактериоза озонированием улья / Д.А. Овсянников, С.А. Николаенко, С.С. Зубович // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008.– № 11. — 2 с.
2. Овсянников Д.А. Озонирование как метод стимуляции весеннего развития пчелиных семей / Д.А. Овсянников. – Краснодар: КГАУ, 2007. – 152 с.: ил.
3. Овсянников Д.А. Влияние озона на параметры внутреульевого микроклимата / Д.А. Овсянников // Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе: Сборник. – Ставрополь, 2003. – С. 623–626.
4. Овсянников Д.А. Использование технологии озонобработки для повышения эффективности производства пчелопакетов на Кубани / Д.А. Овсянников // Материалы международной научно-практической конференции «Основы достижения устойчивого развития сельского хозяйства». – Волгоград, ВГСХА 2004. – С. 183–186.
5. Овсянников Д.А. Применение озона для борьбы с аскосферозом и стимуляции весеннего развития пчелиных семей / Д.А. Овсянников // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Материалы научной конференции. – Зерноград, 2003. – С. 61–64.
6. Овсянников Д.А. Технология стимуляции электроозонированием весеннего развития пчелиных семей: Дис. ... канд. техн. наук / Д.А. Овсянников; Кубан. гос. агр. ун-т. – Краснодар, 2004. – 152 с.
7. Овсянников Д.А. Применение озонирующих устройств в пчеловодстве / Д.А. Овсянников, Д.А. Нормов // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Материалы третьей региональной научно-практической конференции молодых ученых. – Краснодар: КГАУ, 2001. – С. 251–252.
8. Пат. № 2185319 РФ RU С 1 7 С 01 В 13/11. Озонатор / КубГАУ авт. В.К. Андрейчук, Д.А. Нормов, С.В. Вербицкая, Д.А. Овсянников, Е.Е. Чеснюк, Т.А. Нормова. – Заявл. 30.05.2001, № 2001114848; Оpubл. 20.07.2002, Бюл. № 20.
9. Пат. № 2198134 РФ RU С 1 7 С 01 В 13/11. Озонатор / КубГАУ авт. В.К. Андрейчук, Д.А. Нормов, С.В. Вербицкая, Д.А. Овсянников, В.В. Лисицын. – Заявл. 30.10.2001, № 2001129273; Оpubл. 10.02.2003, Бюл. № 4.
10. Пат. № 2216934 РФ RU С 2 7 А 01 К 51/00, А 61 L 2/00. Способ дезинфекции пчелиных соторамок и пчелоинвентаря / КубГАУ авт. Д.А. Нормов, В.В. Лисицын, Д.А. Овсянников. – Заявл. 03.12.2001, № 2001112933; Оpubл. 27.11.2003, Бюл. № 33.
11. Пат. № 2217909 РФ RU С 2 7 А 01 К 51/00. Способ обеззараживания пчелиных соторамок при нозематозе / КубГАУ авт. Д.А. Нормов, В.В. Лисицын, Д.А. Овсянников. – Заявл. 03.12.2001, № 2001112923; Оpubл. 10.12.2003, Бюл. №34.

12. Пат. РФ № 2234837, МПК С1 А01К55/00 Способ обработки пчел / Д.А. Нормов, Д.А. Овсянников, Ю.Н. Памозанова, А.С. Оськина, Т.А. Нормова; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2002135256/12 заявл. 25.12.2002; опубл. 27.08.2004. Бюл. № 00. – 5 с.
13. Пат. РФ № 2237404, МПК С2 А01К51/00 Способ борьбы с аскосферозом (варианты) / Д.А. Нормов, Д.А. Овсянников, И.А. Заболотная, В.В. Вербицкий, Т.А. Нормова; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2002135255/12 заявл. 25.12.2002; опубл. 10.10.2004. Бюл. № 00. – 5 с.
14. Пат. РФ № 2318382, МПК С1 А01К51/00 (2006.01) Способ борьбы с восковой молью / Д.А. Овсянников, В.В. Лисицын, С.А. Николаенко; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2006128838/12 заявл. 08.08.2006; опубл. 10.03.2008. Бюл. № 06. – 5 с.