

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ВІСНИК**  
**АГРАРНОЇ НАУКИ ПРИЧОРНОМОР'Я**  
Науковий журнал

*Виходить 4 рази на рік  
Видається з березня 1997 р.*

**Випуск 2 (94) 2017**

**Економічні науки**  
**Сільськогосподарські науки**  
**Технічні науки**

Миколаїв  
2017

**Засновник і видавець:** Миколаївський національний аграрний університет.

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ №19669-9469ПР від 11.01.2013 р.

Збірник включено до переліку наукових фахових видань України, затвердженого наказами Міністерства освіти і науки України від 13.07.2015 р. №747 та від 16.05.2016 р. №515.

**Головний редактор:** В.С. Шебанін, д.т.н., проф., академік НААН

**Заступники головного редактора:**

І.І. Червен, д.е.н, проф.

І.П. Атаманюк, д.т.н., проф.

В.П. Клочан, к.е.н., доц.

М.І. Гиль, д.с.-г.н., проф.

В.В. Гамаюнова, д.с.-г.н., проф.

**Відповідальний секретар:** Н.В. Потриваєва, д.е.н., проф.

**Члени редакційної колегії:**

**Економічні науки:** О.В. Шебаніна, д.е.н., проф.; Н.М. Сіренко, д.е.н., проф.; О.І. Котикова, д.е.н., проф.; Джулія Олбрайт, PhD, проф. (США); І.В. Гончаренко, д.е.н., проф.; О.М. Вишнеvsька, д.е.н., проф.; А.В. Ключник, д.е.н., проф.; О.Є. Новіков, д.е.н., доц.; О.Д. Гудзинський, д.е.н., проф.; О.Ю. Єрмаков, д.е.н., проф.; В.М. Яценко, д.е.н., проф.; М.П. Сахацький, д.е.н., проф.; Р. Шаундерер, Dr.sc.Agr. (Німеччина)

**Технічні науки:** Б.І. Бутаков, д.т.н., проф.; В.І. Гавриш, д.е.н., проф.; В.Д. Будаков, д.т.н., проф.; С.І. Пастушенко, д.т.н., проф.; А.А. Ставинський, д.т.н., проф.; А.С. Добишев, д.т.н., проф. (Республіка Білорусь).

**Сільськогосподарські науки:** В.С. Топіха, д.с.-г.н., проф.; Т.В. Підпала, д.с.-г.н., проф.; А.С. Патрева, д.с.-г.н., проф.; В.П. Рибалко, д.с.-г.н., проф., академік НААН; І.Ю. Горбатенко, д.б.н., проф.; І.М. Рожков, д.б.н., проф.; І.П. Шейко, д.с.-г.н., професор, академік НАН Республіки Білорусь (Республіка Білорусь); С.Г. Чорний, д.с.-г.н., проф.; М.О. Самойленко, д.с.-г.н., проф.; Л.К. Антипова, д.с.-г.н., проф.; В.І. Січкарь, д.б.н., проф.; А.О. Лимар, д.с.-г.н., проф.; В.Я. Щербаков, д.с.-г.н., проф.; Г.П. Морару, д.с.-г.н. (Молдова)

Рекомендовано до друку вченою радою Миколаївського національного аграрного університету. Протокол № 11 від 29.05.2017 р.

Посилання на видання обов'язкові.

Точка зору редколегії не завжди збігається з позицією авторів.

**Адреса редакції, видавця та виготовлювача:**

**54020, Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9,**

**Миколаївський національний аграрний університет,**

**тел. 0 (512) 58-05-95, <http://visnyk.mnau.edu.ua>, e-mail: [visnyk@mnau.edu.ua](mailto:visnyk@mnau.edu.ua)**

© Миколаївський національний аграрний університет, 2017

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОНИКНОВЕНИЯ ОПТИЧЕСКОГО ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ПОКРОВЫ ПЧЕЛ

*Н. П. Кунденко, доктор технических наук, профессор*

*О. А. Прудка, аспирант*

*Харьковский национальный технический университет  
сельского хозяйства имени Петра Василенка*

*Проведен анализ сравнения физических и химических методов лечения пчел. Разработана математическая модель проникновения инфракрасного излучения в покров пчел. Выведены формулы для расчета эффективного потока оптического излучения, который поглощается соответствующими слоями покрова пчелы.*

**Ключевые слова:** *пчела, покров, Варроатоз, оптический поток, инфракрасное излучение.*

**Постановка проблемы.** В наше время термин инфракрасного излучения известен почти всем, но работы, которые были бы связаны с изучением влияния оптического инфракрасного излучения на живые организмы, почти не проводятся. Это направление в науке считается почти не исследованным, невзирая на то, что контролируемое влияние инфракрасного излучения может приводить к позитивному влиянию на жизнедеятельность биологических объектов.

**Анализ последних исследований.** Большинство пчелиных семей страдают от заболевания, которое сопровождается гибелью целых пчелосемей и имеет название Варроатоз. Это инвазионная болезнь взрослых особей пчелиной семьи, их личинок и куколок, что вызывается клещом Варроа Якобсон. Методы борьбы с клещом подразделяют на два типа: химические и физические [1]. Химические методы лечения пчелосемей заключаются в обработке ульев и всей пасеки химическими препаратами. Наиболее эффективными являются препараты на основе: бромпропилата (препараты фольбекс, акарасана), органических карбоновых кислот (щавелевая, муравьиная), фенотизина (препараты фенотиазин, варрофен и др.). Физические методы заключаются в обработке пчел при

помощи физических процессов. К таким методам относят: термическую обработку, ионизирующее излучение, инфракрасное и ультрафиолетовое излучение, ультразвук, поляризационное поле, электрический ток, вакуум и др.;

Но такие методы имеют свои недостатки. Рассмотрим недостатки химических методов:

- химические препараты от пчелы попадают к меду, что не способствует получению экологически чистой продукции;
- химические препараты действуют негативно, влияя на пчел, пчелопродукты и пр.

Если же говорить о физических методах, то самым распространенным физическим методом является термообработка, но она также имеет свои недостатки:

- время термообработки (15-20 мин) не выдерживают пчелы с переполненным кишечником и голодные пчелы;
- при низкой температуре воздуха (до 10°C) надо выдержать пчел в кассете перед термообработкой 10-15 минут в помещении с температурой 15-18°C и столько же после обработки и др [2].

Одним из эффективных способов лечения пчел есть способ, который заключается в образовании ограниченного пространства, в которое перемещают пчелосемью, перед этим обработав ее высокодисперсным материалом, например крахмалом, и облучают со всех сторон электромагнитным излучением [3]. Следовательно, задание следующих исследований заключается в разработке и внедрении в производство установки с методом инфракрасного облучения для обработки пчелосемей с целью лечения их от клеща с наименьшими потерями.

**Цель работы** – разработать математическую модель для расчета физических характеристик инфракрасного излучения с целью дальнейшего внедрения в производство.

**Изложение основного материала исследования.** В общем виде покров насекомого является сложной оптической неоднородной средой, что в свою очередь создает сложность в создании реальной математической модели, которая бы точно описывала процессы распределения энергии оптического излучения в структурах покрова. Поэтому справедливым является использование покровных уравнений переноса энергии в сре-

де, рассеивающей ее, разработанных на базисе первого закона термодинамики Ю. Владимировым [4], С. Чандрасекаром [5].

Спектральный поток, который проникает в оптическую среду, обозначим как  $F_\lambda(r, n)$ , где  $\lambda$  – длина волны,  $r = (x, y, z)$  – точка в пространстве, в которой регистрируется излучение,  $n = (n_x, n_y, n_z)$  – единичный вектор проникновения оптического излучения в определенном направлении. Причем имеет место выражение:  $n_x + n_y + n_z = 1$ . Уравнение переноса энергии в среде, рассеивающей ее, будет иметь вид:

$$n \cdot \nabla F_\lambda(r, n) + \alpha_\lambda(r, n) F_\lambda(r, n) = \int_{4\pi} F_\lambda(r, n) \alpha_\lambda^\varepsilon(r, n \rightarrow n) dn + f_\lambda(r, n). \quad (1)$$

Чтобы отметить то, что интегрирование происходит по единичной сфере, введем знак  $4\pi$  под интегралом. Первое слагаемое левой части является производной потока излучения в точке  $r$ , направления  $n$ :

$$n \cdot \nabla F_\lambda(r, n) = n_x \frac{dF_\lambda}{dx} + n_y \frac{dF_\lambda}{dy} + n_z \frac{dF_\lambda}{dz}. \quad (2)$$

Энергию излучения, которое поглощается или рассеивается при прохождении элементарного отрезка расстояния  $(r, r + ndr)$  в направлении  $n$ , характеризует второе слагаемое левой части выражения (1). Функция  $\alpha_\lambda(r, n)$  является прямой характеристикой пространственного коэффициента поглощения оптического потока и состоит из двух частей:  $\beta_\lambda(r, n)$  – коэффициента поглощения потока оптического излучения средой,  $\rho_\lambda(r, n)$  – коэффициента рассеяния потока излучения средой

$$\alpha_\lambda(r, n) = \beta_\lambda(r, n) + \rho_\lambda(r, n), \quad (3)$$

$\alpha_\lambda^\varepsilon(r, n \rightarrow n) dn$  – функция, которая характеризует энергию рассеивания в элементарном объеме структуры  $r$ , поглощающей излучение.

Так как целью данных исследований является определение распределения энергии в глубину покрова насекомого, то дальнейшее рассмотрение выражения (1) будет проходить

только относительно вертикальной координаты  $z(\delta)$ , где  $\delta$  – толщина покрова:

$$n_z \cdot \frac{dF_\lambda(z, n)}{dz} + \alpha_\lambda(z, n) F_\lambda(z, n) = \int_{4\pi} F \lambda(z, n) \alpha_\lambda^\varepsilon(z, n \rightarrow n) dn + f_\lambda(z, n). \quad (4)$$

Исследуя особенности строения покрова пчелы, стоит отметить, что покров условно разделяют на кутикулу, эпидермис и базальную мембрану. Кутикула, в свою очередь, делится на кутикулин, экзокутикулу и эндокутикулу. Каждый из слоев покрова имеет разнообразный состав клеток. Обобщая с точки зрения оптических характеристик, общим для клеток является то, что все они в своем составе содержат воду в свободном или связанном виде. Результаты цитологических исследований доказывают, что, чем ближе к поверхности покрова находятся клетки, тем меньше их биологическое функционирование, то есть клетка имеет меньшее количество воды [6]. В соответствии с изменением количества воды в клетках они изменяют свои оптические свойства, в результате чего и соответствующие слои покрова также изменяют свои свойства.

Из выше изложенного следует, что взаимодействие оптического излучения с покровом насекомого можно показать в виде упрощенной схемы, которая приведена на рис.

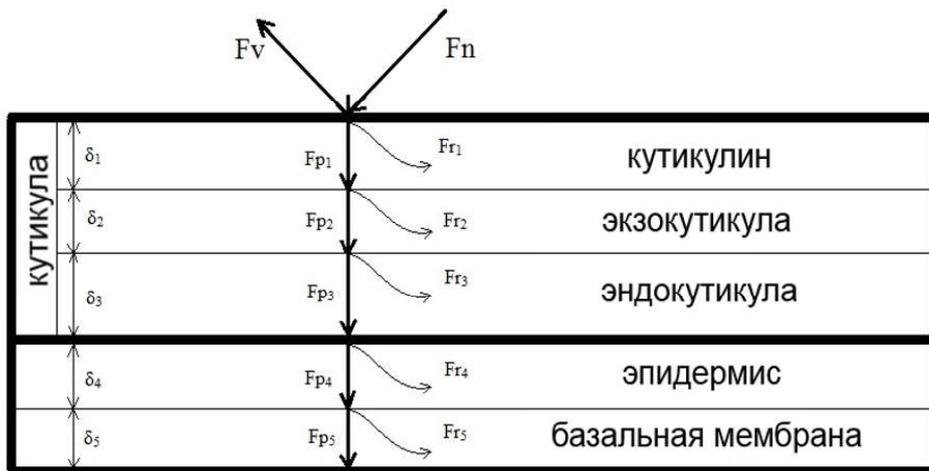


Рис. Распределение оптического излучения, которое попадает на поверхность покрова насекомого.

Из анализа рисунка следует, что оптическое излучение, которое попадает на поверхность насекомого  $F_n$ , частично отра-

жается наружу  $F_v$  и частично проникает в покров  $F_p$ . При прохождении оптического излучения в толщину покрова часть излучения рассеивается  $F_r$ , а другая часть поглощается  $F_p$ .

Если же говорить об эффективном использовании  $F_p$  поглощенного потока излучения, то имеет место выражение

$$F_p = F^e + F^s, \quad (5)$$

где  $F^e = F_{k_{yt}} + F_{ekz} + F_{end} + F_{enid} + F_{baz}$  – поток излучения, который имел эффективное действие в толще покрова,  $F^s$  – потерянная часть потока оптического излучения в толще покрова.

Исходя из структуры насекомого, можно утверждать, что поток оптического излучения частично поглощается кутикулином  $F_{p1}$ , экзокутикулой  $F_{p2}$ , эндокутикулой  $F_{p3}$ , эпидермисом  $F_{p4}$  и базальной мембраной  $F_{p5}$ . Таким образом, выражение для оптического потока излучения будет иметь вид:

$$F_n = F_v + F_p + F_r, \quad (6)$$

Если  $F_p = F_{p1} + F_{p2} + F_{p3} + F_{p4} + F_{p5}$ , а  $F_r = F_{r1} + F_{r2} + F_{r3} + F_{r4} + F_{r5}$ , тогда выражение (6) будет иметь вид:

$$F_n = F_v + (F_{p1} + F_{p2} + F_{p3} + F_{p4} + F_{p5}) + (F_{r1} + F_{r2} + F_{r3} + F_{r4} + F_{r5}). \quad (7)$$

Так как неизвестно, какая часть энергии поглощенного излучения рассеивается в толще покрова насекомого, а какая поглощается, то в выражение (7) введем коэффициент эффективности поглощенного излучения  $k$ :

$$k = \gamma \cdot \beta, \quad (8)$$

где  $\gamma$  – энергетический коэффициент поглощения при выполнении полезной работы в целом,  $\beta$  – энергетический коэффициент поглощения при выполнении главной работы – например заданной фотохимической реакции.

Учитывая выше сказанное, эффективный поток оптического излучения, поглощенный организмом, запишется в виде:

$$F^e = k_{k_{yt}} F_{k_{yt}} + k_{ekz} F_{ekz} + k_{end} F_{end} + k_{enid} F_{enid} + k_{baz} F_{baz}, \quad (9)$$

где  $k_{k_{yt}}$  – коэффициент фотобиологической эффективности поглощения излучения кутикулином,  $k_{ekz}$  – коэффициент фо-

тобиологической эффективности поглощения излучения слоем экзокутикулы,  $k_{end}$  – коэффициент фотобиологической эффективности поглощения излучения слоем эндокутикулы,  $k_{enid}$  – коэффициент фотобиологической эффективности поглощения излучения слоем эпидермиса,  $k_{baz}$  – коэффициент фотобиологической эффективности поглощения излучения базальной мембраной.

По закону Бугера-Ламберта-Бера поток оптического излучения, которое поглощается слоем кутикулина, имеет вид:

$$F_{\text{кит}} = (F_n - F_v)(1 - e^{-\alpha_1 \delta_1}) = F_1(1 - e^{-\alpha_1 \delta_1}), \quad (10)$$

где  $\alpha_1$  – показатель поглощения излучения в толще кутикулина,  $\delta_1$  – толщина шара кутикулина, мм;  $F_1 = F_n - F_v$  – поток оптического излучения, которое приходит к слою кутикулина, Вт.

Поток оптического излучения, который прошел слой кутикулина и подходит к экзокутикуле, будет иметь вид:

$$F_2 = F_1 - F_1(1 - e^{-\alpha_1 \delta_1}) = F_1 e^{-\alpha_1 \delta_1}. \quad (11)$$

Аналогично потоку оптического излучения, которое поглощается в слое кутикулина, запишется выражение для потока излучения, поглощенного в слое экзокутикулы:

$$F_{\text{ekz}} = F_1 e^{-\alpha_1 \delta_1} (1 - e^{-\alpha_2 \delta_2}), \quad (12)$$

Поток излучения, которое приходит к эндокутикуле высчитывается аналогично  $F_2$ :

$$F_3 = F_1 e^{-(\alpha_1 \delta_1 + \alpha_2 \delta_2)}, \quad (13)$$

Излучение, которое поглощается в эндокутикуле:

$$F_{\text{end}} = F_1 e^{-(\alpha_1 \delta_1 + \alpha_2 \delta_2)} (1 - e^{-\alpha_3 \delta_3}) \quad (14)$$

где  $\alpha_3$  – показатель поглощения оптического излучения эндокутикулой;  $\delta_3$  – толщина слоя эндокутикулы.

Поток излучения, поступающего к слою эпидермиса:

$$F_4 = F_1 e^{-(\alpha_1 \delta_1 + \alpha_2 \delta_2 + \alpha_3 \delta_3)} \quad (15)$$

Аналогично поток, который поглощается в эпидермисе:

$$F_{\text{enid}} = F_1 e^{-(\alpha_1 \delta_1 + \alpha_2 \delta_2 + \alpha_3 \delta_3)} (1 - e^{-\alpha_4 \delta_4}), \quad (16)$$

где  $a_4$  – показатель поглощения оптического излучения в слое эпидермиса;  $\delta_4$  – толщина слоя эпидермиса, мм.

Поток излучения, поступающего к базальной мембране:

$$F_5 = F_1 e^{-(\alpha_1 \delta_1 + \alpha_2 \delta_2 + \alpha_3 \delta_3 + \alpha_4 \delta_4)}, \quad (17)$$

Тогда поглощенный поток в базальной мембране будет иметь вид:

$$F_{baz} = F_1 e^{-(\alpha_1 \delta_1 + \alpha_2 \delta_2 + \alpha_3 \delta_3 + \alpha_4 \delta_4)} (1 - e^{-\alpha_5 \delta_5}), \quad (18)$$

$a_5$  – показатель поглощения оптического излучения в базальной мембране;  $\delta_5$  – толщина базальной мембраны, мм.

Оптическое излучение, которое эффективно поглощается толщиной покрова насекомого:

$$F^e = (F_n - F_v)(k_{kyl} (1 - e^{-\alpha_1 \delta_1}) + k_{ekz} e^{-\alpha_1 \delta_1} (1 - e^{-\alpha_2 \delta_2}) + k_{end} e^{-(\alpha_1 \delta_1 + \alpha_2 \delta_2)} (1 - e^{-\alpha_3 \delta_3}) + k_{end} e^{-(\alpha_1 \delta_1 + \alpha_2 \delta_2 + \alpha_3 \delta_3)} (1 - e^{-\alpha_4 \delta_4}) + k_{baz} e^{-(\alpha_1 \delta_1 + \alpha_2 \delta_2 + \alpha_3 \delta_3 + \alpha_4 \delta_4)} (1 - e^{-\alpha_5 \delta_5})), \quad (19)$$

где  $k_i$  – биологическая активность излучения, поглощенного соответствующим слоем покрова;  $a_i$  – показатель поглощения  $i$ -того слоя покрова;  $\delta_i$  – толщина  $i$ -того слоя покрова.

Так как источники излучения имеют сложный спектр излучения, то они характеризуются распределением интенсивности излучения  $\varphi(\lambda)$  в определенном диапазоне волн  $\lambda_1 \div \lambda_2$ , поэтому показатели поглощения структур покрова будут зависеть от длины волны  $\lambda$ , а следовательно выражение (19) приобретет вид:

$$F^e = (F_n(\lambda) - F_v(\lambda))(k_{kyl}(\lambda)(1 - e^{-\alpha_1(\lambda)\delta_1}) + k_{ekz}(\lambda)e^{-\alpha_1(\lambda)\delta_1}(1 - e^{-\alpha_2(\lambda)\delta_2}) + k_{end}(\lambda)e^{-(\alpha_1(\lambda)\delta_1 + \alpha_2(\lambda)\delta_2)}(1 - e^{-\alpha_3(\lambda)\delta_3}) + k_{end}(\lambda)e^{-(\alpha_1(\lambda)\delta_1 + \alpha_2(\lambda)\delta_2 + \alpha_3(\lambda)\delta_3)}(1 - e^{-\alpha_4(\lambda)\delta_4}) + k_{baz}(\lambda)e^{-(\alpha_1(\lambda)\delta_1 + \alpha_2(\lambda)\delta_2 + \alpha_3(\lambda)\delta_3 + \alpha_4(\lambda)\delta_4)}(1 - e^{-\alpha_5(\lambda)\delta_5})). \quad (20)$$

В данных расчетах важно учесть то, что эпидермис состоит из наслоений плоских обезвоженных клеток, которые потеряли возможность биологического функционирования («жизнедеятельность»). Таким образом, эпидермис является прослойкой из мертвых клеток и поэтому говорить о биологической активности поглощенного в нем излучения не правильно. Реальное определение поглощенного в эпидермисе излучения, как рассеянного (утраченного). Из выше сказанно-

го получается, что выражение для эффективного потока оптического излучения будет иметь вид:

$$F^e = (F_n(\lambda) - F_v(\lambda))(k_{\text{квт}}(\lambda)(1 - e^{-\alpha_1(\lambda)\delta_1}) + k_{\text{екз}}(\lambda)e^{-\alpha_1(\lambda)\delta_1}(1 - e^{-\alpha_2(\lambda)\delta_2}) + k_{\text{энд}}(\lambda)e^{-(\alpha_1(\lambda)\delta_1 + \alpha_2(\lambda)\delta_2)}(1 - e^{-\alpha_3(\lambda)\delta_3}) + k_{\text{баз}}(\lambda)e^{-(\alpha_1(\lambda)\delta_1 + \alpha_2(\lambda)\delta_2 + \alpha_3(\lambda)\delta_3 + \alpha_4(\lambda)\delta_4)}(1 - e^{-\alpha_5(\lambda)\delta_5})) \quad (21)$$

В полученном выражении также необходимо учесть, что базальная мембрана представляет собой тонкий бесклеточный слой, который является опорой для клеток эпидермиса, поэтому биологическая активность поглощенного в ней излучения стремится к нулю. Учитывая этот факт, поток эффективного оптического излучения запишется в виде:

$$F^e = (F_n(\lambda) - F_v(\lambda))(k_{\text{квт}}(\lambda)(1 - e^{-\alpha_1(\lambda)\delta_1}) + k_{\text{екз}}(\lambda)e^{-\alpha_1(\lambda)\delta_1}(1 - e^{-\alpha_2(\lambda)\delta_2}) + k_{\text{энд}}(\lambda)e^{-(\alpha_1(\lambda)\delta_1 + \alpha_2(\lambda)\delta_2)}(1 - e^{-\alpha_3(\lambda)\delta_3})), \quad (22)$$

Излучение, поглощенное слоем кутикулина, экзокутикулы и эндокутикулы, то есть всей кутикулой, вызывает количественно и качественно одинаковое биологическое действие, то есть  $k_{\text{квт}}(\lambda) = k_{\text{екз}}(\lambda) = k_{\text{энд}}(\lambda) = k(\lambda)$ . Тогда:

$$F^e = (F_n(\lambda) - F_v(\lambda))k(\lambda)(1 - e^{-(\alpha_1(\lambda)\delta_1 + \alpha_2(\lambda)\delta_2 + \alpha_3(\lambda)\delta_3)}), \quad (23)$$

**Вывод.** Из полученных выражений следует, что поток оптического излучения, который имел эффективное действие в толще покрова зависит от потока оптического излучения с длиной волны  $\lambda$  ( $F_n(\lambda)$ ), которое попадает на поверхность насекомого, потока оптического излучения с длиной волны  $\lambda$  ( $F_v(\lambda)$ ) - который отражается от поверхности покрова пчелы, коэффициента эффективности фитобиологической реакции ( $k(\lambda)$ ),  $\alpha_i$  - показателя поглощения излучения в толще соответствующих слоев покрова,  $\delta_i$  - толщина соответствующего слоя покрова насекомого.

Потоки оптического излучения которые попадают на поверхность покрова  $F_n(\lambda)$  и отражаются от поверхности  $F_v(\lambda)$  легко вычисляются у производственных условиях физическими методами, толщина покровов пчел ( $\delta$ ), является величиной известной, а коэффициент эффективности фотобиологической реакции

$(k(\lambda))$  определяется спектром конкретного биологического действия и требует более глубокого изучения.

Список використаних джерел:

1. Аветисян Г.А. Пчеловодство / Аветисян Г.А. Черевко Ю.А. // – М. : ИРПО ; Академия, 2001. – 320 с.
2. Нуждин А.С. Пчелы: улей и пасека – Изд 2-е. / Нуждин А.С. – М. : Колос 1999. –302 с.
3. Патент України № 59767 Спосіб боротьби з вароатозом бджіл/ М. А. Романченко, О. С. Нікітіна, С.П. Нікітін [і др.]. Заявник та патентовласник М.А. Романченко - № у 2010 14346 заявл. 30.11.2010; опубл. 25.05.2011, Бюл. №10.
4. Владимиров Ю.А. Первичные физико-химические стадии действия УФ излучения на белки. / Владимиров Ю.А. – В кн.: Ультрафиолетовое излучение.- М.: Медицина, 1996. – сб.4. – С. 5-13.
5. Установка для ультрафиолетового облучения / Червынский Л.С., Лавриненко Ю.Н., Моисеев М.М., Андреев М.П. – А.С. 16833596 СССР. Бюл.38, 1991
6. Калабухова Т.Н. Изучение механизма УФ-инактивации ферментов. / Калабухова Т.Н., Кондакова Н.В., Эйдус Л.Х. // Биологическое действие ультрафиолетового излучения – М. : Наука, 1975, с.15-20.

**О. А. Прудка, Н. П. Кунденко. Дослідження проникнення оптичного інфрачервоного випромінювання в покриви бджіл.**

*Проведено аналіз порівняння методів лікування бджіл фізичних і хімічних. Розроблено математичну модель проникнення інфрачервоного випромінювання в покрив бджіл. Виведено формули для розрахунку ефективного потоку оптичного випромінювання, який поглинається відповідними шарами покриву бджоли.*

**Ключові слова:** бджола, покрив, Варроатоз, оптичний потік, інфрачервоне випромінювання.

**O. Prudka, N. Kundenko. Research on penetration of optical infrared radiation in covers of bees.**

*We are presented with an analysis of methods for physical and chemical treatments of bees. A mathematical model of penetration of infrared radiation into the body shell of bees has been developed. The formulas for the calculation of effective stream of optical radiation, which is absorbed by the special layers of bees' cover are derived.*

**Key words:** bee, cove shell, Varroaosis, optical stream, infrared.

## ЗМІСТ

### ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ

**Л. В. Гуцаленко, Т. С. Пісоченко, С. О. Горбач.**

Трудові ресурси як складова експортного потенціалу сільськогосподарського підприємства..... 3

**М. В. Дубініна, І. П. Приходько, О. І. Лугова.** Зовнішнє середовище та його вплив на формування економічного потенціалу підприємств ..... 12

**Ю. А. Кормишкін.** Стратегічні напрями формування ефективної бізнес-інфраструктури аграрного підприємництва 22

**Т. В. Смелянець, Л. В. Молошна.** Особливості розвитку зовнішньоекономічної співпраці регіону ..... 32

**І. В. Агеєнко, О. В. Ткаченко.** Теоретико-методичні аспекти внутрішнього контролю розрахунків з контрагентами ..... 38

**М. Й. Головка.** Трансформація системи оподаткування прибутку юридичних осіб в Україні ..... 48

### СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

**О. О. Дрозд, О. В. Мельник, І. О. Мельник.** Фізичні показники яблук сорту ренет симиренка, оброблених інгібітором етилену, залежно від типу саду і строку збору .. 57

**Л. К. Антипова, В. В. Дикий, Н. В. Цуркан.** Оптимізація сортового складу пшениці озимої – як одна зі складових стратегії розвитку зернового господарства..... 66

**Г. М. Господаренко, В. В. Любич, Ф. К. Листопад.** Вихід біоетанолу з урожаю зерна сортів пшениці озимої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив ..... 74

**В. Г. Кур'ята, В. В. Рогач, О. В. Кушнір.** Морфологічні особливості формування листового апарату перцю солодкого за дії гібереліну та фолікуру ..... 86

**О. П. Прісс, І. О. Бурдіна.** Вплив строків висіву насіння на фотосинтетичну діяльність базиліку в умовах плівкових теплиць ..... 93

**Л. І. Онуфран, В. І. Нетіс.** Поглинання та використання сонячної енергії посівами сої за різних умов вирощування 107

<b>С. В. Федорчук.</b> Ефективність регуляторів росту, хімічних і біологічних препаратів проти <i>Alternaria Solani</i> та <i>Phytophthora infestans</i> картоплі .....	116
<b>О. М. Вишневська, В. О. Мельник, О. О. Кравченко.</b> Економічна ефективність племінного свинарства півдня України .....	124
<b>Т. В. Підпала, Ю. С. Маташнюк.</b> Оцінка потоково-цехової системи виробництва молока .....	136
<b>Ю. Ф. Дехтяр, Є. В. Баркар, І. А. Галушко.</b> Використання ефективних технологічних рішень з годівлі свиней в умовах фермерських господарств .....	144
<b>О. О. Стародубець, А. О. Бондар.</b> Залежність якості відтворення свинопоголів'я від сезону року .....	155
<b>С. М. Галімов.</b> Технологія вирощування та оцінка кнурів за власною продуктивністю в умовах СГПП «ТЕХМЕТ-ЮГ» Миколаївської області.....	162

## **ТЕХНІЧНІ НАУКИ**

<b>В. С. Шебанін, В. Г. Богза, С. І. Богданов, І. І. Хилько.</b> Розрахунок поперечного перерізу арки при мінімальній масі конструкції .....	171
<b>А. А. Мирошник.</b> Нейросетевое прогнозирование параметров качества электрической энергии .....	180
<b>О. А. Прудка, Н. П. Кунденко.</b> Исследование проникновения оптического инфракрасного излучения в покровы пчел ....	199
<b>Д. В. Бабенко, О. А. Горбенко, Н. А. Доценко, Н. І. Кім.</b> Аналіз конструктивних рішень пресового обладнання .....	208
<b>В. А. Грубань, А. П. Галєєва, М. Ю. Шатохін.</b> Огляд сучасного стану механізованого збирання кукурудзи на зерно та перспективи розвитку .....	215