

and cucumber diseases using standard PCR. Primer combinations and multiplex PCR conditions were selected for simultaneous detection of listed phytopathogenic fungi, causing disease with similar symptoms. Developed taxon-specific and multiplex PCRs are characterized by high specificity, reproducibility, sufficient sensitivity and may be used for diagnostics of tomato and cucumber diseases at greenhouses and farms.

Поступила в редакцию 30.04.2019

УДК 57.04+579.62+579.64

РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННОГО СОСТАВА ПРОБИОТИЧЕСКОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ ПЧЕЛ

*И. И. ГАПОНОВА¹, О. В. МАКАРЕВИЧ¹, Е. В. БОЛОТНИК¹,
Л. В. РОМАНОВА¹, В. А. ЩЕТКО¹, И. М. ЛОЙКО²,
Н. А. СТАРИКОВА²*

*¹Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
microbio@mbio.bas-net.by*

*²Гродненский государственный аграрный университет,
Гродно, Беларусь,
ggau@ggau.by*

Изучено влияние углеводных, белковых и иммуностимулирующих кормовых добавок для пчел на стабильность свойств пробиотических бактерий *B. subtilis*. Подобран оптимальный композиционный состав сухой пробиотической кормовой добавки для пчел «Апипро», включающий сухую биомассу бактерий *B. subtilis*, дрожжевой экстракт, кобальт сернокислый. Изучено влияние температурных режимов на сохранность титра бактерий в процессе длительного хранения.

Введение. В настоящее время для поддержания здоровья пчелиных семей используются корма, обогащенные органическими и минеральными компонентами, а также лечебно-профилактические препараты и кормовые добавки.

Известен корм для пчел на основе углеводов и аминокислот, дополнительно содержащий витамины группы В, С, Е и минеральные вещества. Корм выпускается в жидком виде и является полноценным заменителем меда [1]. Рекомендовано добавление

в корма для пчел белоксодержащего компонента, например, белково-витаминного комплекса в виде дрожжевого гидролизата, пыльцы [2, 3]. Предложенные способы обогащения кормов позволяют обеспечить пчел необходимыми для жизнедеятельности органическими (белковыми) и минеральными компонентами, а также снизить затраты на приобретение минеральных элементов.

Исследования показывают, что при добавлении к сахарным подкормкам солей кобальта увеличивается количество выращиваемого расплода в семьях и повышается продуктивность пчел [4]. Установлено, что использование в пчеловодстве хлористого кобальта позволяет снизить степень пораженности пчел нозематозом, увеличить репродуктивную активность пчелиных маток [5]. В качестве стимулятора размножения используется смесь экдистерона и кобальтсодержащего витамина В12 [6]. Подкормка, содержащая витамин В12, органический кальций и фолиевую кислоту, дает повышение численности и продуктивности медоносных пчел [7]. Препарат для насекомых-опылителей на основе витаминов В2, В6, В12 и РР способствует ускорению яйцекладки маток и сокращению их гибели [8].

Установлено, что использование пробиотических препаратов совместно с биологически активными добавками (витаминами, микроэлементами, аминокислотами и др.) позволяет достичь комплексного синергетического эффекта и существенно повысить эффективность лечебно-профилактических мероприятий на пасеке. Так, для восполнения недостатка белка во время весенней подкормки пчелосемей в сахарный сироп рекомендовано добавлять микробный препарат «Апиник» совместно с аминокислотно-витаминным препаратом «Микровитам». Использование «Апиника» позволяет нормализовать процессы пищеварения и повысить усвояемость корма, а «Микровитам» – восполнить недостаток аминокислот при кормлении пчел сахарным сиропом. В результате в организме пчел-кормилиц активизируются процессы белкового и углеводного обмена, повышается концентрация азота на 12–16 % [9]. Штаммы пробиотических бактерий *Bifidobacterium globosum* ВГНКИ N БФ-4/ДЕП и *Streptococcus faecium* ВГНКИ N 27/11-В-ДЕП в сочетании с углеводами,

аскорбиновой кислотой, окисью и гидроокисью алюминия входят в состав препарата «Биотрилакт», который используется для стимуляции физиологических функций, повышения жизнедеятельности и активности пчел. Синергизм действия указанного сочетания заключается в том, что стрептококки, активно поглощающие кислород, улучшают среду обитания для анаэробных бифидобактерий, при этом оба штамма способны к выработке молочной кислоты и других биологически активных веществ. Аскорбиновая кислота, входящая в состав препарата, выступает в качестве витаминного компонента, а также дополнительной составляющей для связывания молекулярного кислорода [10]. Установлено, что использование биологически активной добавки (бад) «Эраконд» совместно с пробиотическим препаратом на основе бактерий рода *Bacillus* и *Lactobacillus* обеспечивает наилучшие показатели по чистоте гнезда и сохранности пчел во время зимовки по сравнению с вариантами, в которых бад и пробиотик использовались по отдельности [11]. Разработан способ стабилизации жизнедеятельности пчелиных семей для опыления растений закрытого грунта, основанный на использовании сочетанного действия биостимулятора «Люрастим», изготовленного из денатурированной эмульгированной плаценты и пробиотика «ТАНГ», оказывающего общеукрепляющий эффект. При этом «ТАНГ» применяют как основное средство, а «Люрастим» – как дополнительное [12].

Таким образом, использование пробиотиков совместно с микроэлементами, витаминами и другими биологически активными веществами обеспечивает повышение показателей белкового и углеводного обменов в организме медоносных пчел, способствует улучшению их физиологического состояния и развития, поддержанию иммунного статуса [9].

Пробиотические препараты для пчеловодства выпускают как в жидкой, так и в сухой (лиофильно высушенной) товарных формах [10, 13]. Тенденция производства сухих пробиотиков вызвана удобством использования и более долгим сроком хранения, что особенно важно в отрасли пчеловодства, где для достижения положительного эффекта достаточно применять микродозы препарата с большой периодичностью. В отличие от жидких

сухие формы пробиотиков не требуют соблюдения жестких температурных условий хранения, что также является преимуществом в практическом аспекте.

Таким образом, очевидна перспективность разработки отечественной пробиотической кормовой добавки для пчел в сухой форме, обогащенной минерально-белковым комплексом.

Цель работы – исследование влияния углеводных, белковых и иммуностимулирующих добавок на стабильность свойств спорообразующих пробиотических бактерий *Bacillus subtilis*, разработка композиционного состава и исследование стабильности сухой пробиотической кормовой добавки для пчел в процессе хранения.

Объекты и методы исследования. Объектом исследований служил штамм спорообразующих бактерий *B. subtilis* с пробиотической активностью – основа пробиотического препарата «Бацинил-К». Культура бактерий получена из рабочей коллекции отдела биотехнологии средств биологического контроля Института микробиологии НАН Беларуси.

В работе использованы следующие питательные среды (г/л).

1. Меласса – 30,0; KH_2PO_4 – 3,0; K_2HPO_4 – 7,0; $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,1; Na-цитрат – 0,5; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 1,5; вода водопроводная – до 1 л, pH $7,0 \pm 0,2$;

2. Бульон Хоттингера – 50,0; пептон – 5,0; NaCl – 5,0; глюкоза моногидрат – 10,0; вода водопроводная – до 1 л; агар – 20,0; pH $6,8 \pm 0,2$.

Спорообразующие бактерии *B. subtilis* выращивали глубоко в среде 1 на орбитальном шейкере-инкубаторе при температуре 30 ± 2 °С, интенсивности перемешивания 200 ± 20 об/мин в течение 48 ± 2 ч.

Параметры концентрирования биомассы бактерий: культуральную жидкость бактерий *B. subtilis* с титром не менее 1×10^9 КОЕ/мл охлаждали до температуры 15–20 °С, с соблюдением правил асептики центрифугировали на центрифуге «HERMLE Z36HK» (частота вращения – 10 000 об/мин, температура – 4 °С, продолжительность – 10 мин).

Условия лиофильного высушивания: концентрат биомассы бактерий смешивали с криозащитной средой (10%-ная сахароза)

и биологически-активными добавками, после чего замораживали в морозильнике при температуре $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 16 ч; лиофильное высушивание кормовой добавки осуществляли в 4 этапа:

- $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 2 ч (скорость охлаждения $1,4\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$);
- $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, 8 ч (скорость прогрева $1,4\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$);
- $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, 6 ч (скорость прогрева $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$);
- $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$, 8 ч (скорость прогрева $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$).

В качестве углеводных добавок использовали канды (состав: мед – 26 %, сахарная пудра – 73,98 %, уксус – 0,02 %), сахарный сироп (состав: сахарная пудра – 50 %, вода водопродная – 50 %), медовую сыту (состав: мед – 80 %, вода водопродная – 20 %). В качестве белковых добавок использовали (г/л): дрожжевой экстракт – 50; сухое обезжиренное молоко – 20; соевую муку – 50; пыльцу – 130; в качестве иммуностимулирующих добавок – сульфат кобальта – 2,5; витамины: V_9 – 5, С – 30, Е – 1 [1–3, 5, 10, 14, 15].

Определение антимикробной активности бактерий *B. subtilis* проводили в отношении тест-объекта патогенных бактерий *Escherichia coli* «КМИЭВ-39А» методом лунок в агаре с использованием питательной среды 2 [16]. Влияние подкормок на *B. subtilis* проводили методом лунок в агаре с использованием питательной среды 2 [16]. Результаты учитывали по диаметру зон задержки роста тест-объекта после 18–24 ч инкубации при температуре $30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Титр жизнеспособных клеток (КОЕ/мл) и спор (спор/мл) бактерий определяли методом последовательных предельных разведений [17].

Математическую обработку данных проводили общепринятыми для биологических исследований методами [18]. Статистическую обработку результатов проводили с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение. Из данных литературы известно, что использование пробиотических препаратов совместно с биологически активными добавками (витаминами, микроэлементами, аминокислотами и др.), углеводными и белковыми подкормками позволяет достичь комплексного синергетического эффекта и существенно повысить эффективность лечебно-профилакти-

ческих мероприятий на пасеке, обеспечить повышение показателей белкового и углеводного обменов в организме медоносных пчел, улучшить их физиологическое состояние и развитие, иммунный статус.

С целью разработки композиционного состава пробиотической кормовой добавки для пчел на основе спорообразующих бактерий *B. subtilis* было исследовано влияние углеводных, белковых и иммуностимулирующих добавок на стабильность свойств микроорганизмов.

На первом этапе исследовали влияние добавок на *B. subtilis* методом лунок в агаре. Результаты оценивали по диаметру зон подавления роста бактерий.

Из данных табл. 1 следует, что углеводные подкормки на основе сахарозы (сахарный сироп и канды), а также белковые добавки на основе дрожжевого экстракта, сухого обезжиренного молока и соевой муки не оказывают ингибирующего действия на клетки *B. subtilis*: подавления роста культуры не наблюдается. Среди углеводных добавок антагонистической активностью

Т а б л и ц а 1. Влияние углеводных, белковых и иммуностимулирующих добавок на рост бактерий *B. subtilis*

Добавка	Диаметр зоны подавления роста <i>B. subtilis</i> *, мм
<i>Углеводные добавки</i>	
Сахарный сироп	0,0
Медовая сыта	16,0 ± 0,5
Канды	0,0
<i>Белковые добавки</i>	
Дрожжевой экстракт	0,0
Сухое обезжиренное молоко	0,0
Соевая мука	0,0
Пыльца	12,0 ± 0,5
<i>Иммуностимулирующие добавки</i>	
Сульфат кобальта	0,0
Витамин В ₉	0,0
Витамин С	29,0 ± 0,5
Витамин Е	0,0

*Диаметр лунки – 8 мм.

в отношении *B. subtilis* обладает медовая сыта (диаметр зоны подавления роста бактерий – $16,0 \pm 0,5$ мм), среди белковых – пыльца ($12,0 \pm 0,5$ мм). Среди изученных иммуностимулирующих добавок выраженный антагонистический эффект отмечен только у витамина С ($29,0 \pm 0,5$ мм).

На следующем этапе исследовали влияние углеводных, белковых и иммуностимулирующих добавок на сохранность титра клеток и спор *B. subtilis*. Кроме того, с целью возможного дальнейшего использования пробиотического препарата для орошения улья изучали жизнеспособность бактерий при обработке вошины (табл. 2). Композиционные составы оставили на хранение при комнатной температуре (20 ± 1 °С). Концентрации пыльцы и сульфата кобальта были подобраны исходя из анализа литературных данных [5, 10, 14, 15]. При внесении культуральной жидкости (КЖ) *B. subtilis* в медовую сыту сахарный сироп и канди использовали концентрации, рекомендованные по результатам садковых опытов, проведенных в Гродненском государственном аграрном университете (ГГАУ).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что добавление в КЖ *B. subtilis* пыльцы и сульфата кобальта практически

Т а б л и ц а 2. Влияние углеводных, белковых и иммуностимулирующих добавок на сохранность титра *B. subtilis*

Продолжительность хранения		Титр <i>B. subtilis</i> , КОЕ, спор/мл					Титр <i>B. subtilis</i> , спор/г	
		Контроль без добавок	Сахарный сироп	Медовая сыта	Пыльца	Сульфат кобальта	Канди	Вошина
0 сут	КОЕ	$2,9 \times 10^9$	$2,2 \times 10^9$	$2,6 \times 10^9$	$2,7 \times 10^9$	$2,8 \times 10^9$	–	–
	споры	$2,0 \times 10^9$	$1,6 \times 10^9$	$1,7 \times 10^9$	$1,8 \times 10^9$	$1,9 \times 10^9$	$2,0 \times 10^6$	$7,3 \times 10^5$
7 сут	КОЕ	$2,5 \times 10^9$	$1,5 \times 10^9$	$9,0 \times 10^8$	$2,3 \times 10^9$	$2,4 \times 10^9$	–	–
	споры	$2,0 \times 10^9$	$1,2 \times 10^9$	$7,0 \times 10^8$	$1,7 \times 10^9$	$1,8 \times 10^9$	$9,7 \times 10^5$	$5,6 \times 10^5$
14 сут	КОЕ	$2,1 \times 10^9$	$1,0 \times 10^9$	$6,2 \times 10^8$	$1,5 \times 10^9$	$1,4 \times 10^9$	–	–
	споры	$1,9 \times 10^9$	$8,0 \times 10^8$	$3,2 \times 10^8$	$1,2 \times 10^9$	$1,3 \times 10^9$	$9,3 \times 10^5$	$3,2 \times 10^5$
1 мес.	КОЕ	$1,9 \times 10^9$	$7,5 \times 10^7$	$6,6 \times 10^7$	$1,0 \times 10^9$	$1,1 \times 10^9$	–	–
	споры	$1,6 \times 10^9$	$5,4 \times 10^7$	$5,2 \times 10^7$	$1,0 \times 10^9$	$1,0 \times 10^9$	$4,1 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$

П р и м е ч а н и е. Обозначения: «–» – исследование титра КОЕ/мл не проводилось.

не влияет на титр спорообразующих бактерий в течение месяца хранения.

Показано, что при добавлении КЖ исследуемых бактерий в 50%-ный сахарный сироп в объеме 0,4 %, титр клеток и спор сохраняется на исходном уровне в течение 7 сут, затем в течение месяца постепенно снижается на 2 порядка и составляет $7,5 \times 10^7$ КОЕ/мл и $5,4 \times 10^7$ спор/мл соответственно. При внесении КЖ бактерий в медовую сыту или канди в объеме 0,2 и 0,4 % соответственно титр клеток и спор снижается на порядок в течение первой недели хранения. В дальнейшем титр бактерий в канди сохраняется на уровне $4,1-9,7 \times 10^5$ спор/г, тогда как в медовой сыте продолжает падать и через месяц хранения составляет $6,6 \times 10^7$ КОЕ/мл и $5,2 \times 10^7$ спор/мл.

Установлено, что при обработке вошины КЖ бактерий *B. subtilis* удельное количество спор остается стабильным в течение 30 дней хранения ($1,9-7,3 \times 10^5$ спор/г вошины).

На следующем этапе исследований изучали влияние углеводных, белковых и иммуностимулирующих добавок на антимикробную активность бактерий *B. subtilis*. Данные приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3. Влияние углеводных, белковых и иммуностимулирующих добавок на антимикробную активность *B. subtilis*

Добавка в КЖ	Диаметр зон подавления роста <i>E. coli</i> * «КМИ-ЭВ-39А», мм	
	КЖ <i>B. subtilis</i> + добавка	Только добавка
Контроль КЖ без добавок	19,0 ± 1,0	–
Сульфат кобальта	17,0 ± 1,0	–
Дрожжевой экстракт	23,0 ± 1,0	–
Сухое обезжиренное молоко	18,0 ± 1,0	–
Соевая мука	20,0 ± 1,0	–
Контроль 0,2 % КЖ	–	–
Медовая сыта (0,2 % КЖ)	–	–
Контроль 0,4 % КЖ	–	–
Сахарный сироп (0,4 % КЖ)	–	–

* Диаметр лунки – 8 мм.

Показано, что максимальный антагонистический эффект в отношении тестового штамма *E. coli* достигается при добавлении в КЖ *B. subtilis* дрожжевого экстракта ($23,0 \pm 1,0$ мм) – антимикробная активность на 21 % выше контроля. При добавлении 0,2–0,4 % КЖ *B. subtilis* в медовую сыту и сахарный сироп соответственно антагонистический эффект в отношении тест-штамма *E. coli* отсутствует из-за того, что процент КЖ слишком мал, чтобы оказать видимое действие. Зоны подавления роста тест-объекта при внесении в КЖ *B. subtilis* остальных добавок остаются на уровне контроля. При этом отмечено, что исследуемые углеводные, белковые и иммуностимулирующие добавки не подавляют рост патогенных бактерий при внесении их в лунки без КЖ *B. subtilis*.

Обобщая полученные данные, можно сделать вывод о том, что исследованные добавки не оказывают негативного влияния на сохранность титра и антагонистические свойства *B. subtilis* и могут быть использованы в составе пробиотической кормовой добавки для пчел.

В результате проведенных исследований были отобраны семь экспериментальных образцов пробиотической кормовой добавки (табл. 4) для исследования эффективности на пчелах в условиях учебной пасеки ГГАУ.

Т а б л и ц а 4. Композиционный состав экспериментальных образцов сухой пробиотической кормовой добавки для пчел

№ образца	Композиционный состав образца, г	Титр <i>B. subtilis</i> , КОЕ/г
1	Сухая биомасса <i>B. subtilis</i> – 0,1; сахароза – 0,9	$2,9 \pm 0,1 \times 10^{10}$
2	Сухая биомасса <i>B. subtilis</i> – 0,1; $\text{CoSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,008; сахароза – 0,9	$3,7 \pm 0,1 \times 10^{10}$
3	Сухая биомасса <i>B. subtilis</i> – 0,1; дрожжевой экстракт – 0,9	$7,0 \pm 0,1 \times 10^{10}$
4	Сухая биомасса <i>B. subtilis</i> – 0,1; $\text{CoSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,008; дрожжевой экстракт – 0,9	$3,0 \pm 0,1 \times 10^{10}$
5	Сухая биомасса <i>B. subtilis</i> – 0,1; пыльца – 0,9	$3,0 \pm 0,1 \times 10^{10}$
6	Сухая биомасса <i>B. subtilis</i> – 0,1; сухое обезжиренное молоко – 1,4	$4,0 \pm 0,1 \times 10^{10}$
7	Сухая биомасса <i>B. subtilis</i> – 0,1; соевая мука – 0,9	$3,0 \pm 0,1 \times 10^{10}$

Проведенная сравнительная оценка эффективности использования пробиотической добавки в сочетании с различными биостимуляторами в составе 50%-ного сахарного сиропа показала, что использование композиционного состава № 4, включающего пробиотический компонент на основе бактерий *B. subtilis* в комплексе с кобальтом и дрожжевым экстрактом, а также композиционного состава № 5, включающего пробиотик в сочетании с пыльцой, позволяет в наибольшей степени нормализовать кишечный биоценоз рабочих пчел после зимовки за счет интенсивного снижения количества условно-патогенной микрофлоры и повышения количества лактобактерий в составе микробиоценоза кишечного тракта пчел. Титр молочнокислых бактерий в кишечнике пчел после внесения композиционных составов № 4 и 5 составил $6,0 \times 10^7$ КОЕ/г и $2,0 \times 10^7$ КОЕ/г соответственно по сравнению с контрольной группой ($8,0 \times 10^6$ КОЕ/г). В связи с тем, что использование пыльцы, в отличие от дрожжевого экстракта, требует особых условий хранения (-50°C), во избежание потери ею полезных свойств, а также по причине значительной вариабельности состава пыльцы в зависимости от производителя, наиболее предпочтительным является использование композиционного состава № 4.

По результатам проведенных испытаний утвержден композиционный состав пробиотической кормовой добавки для пчел

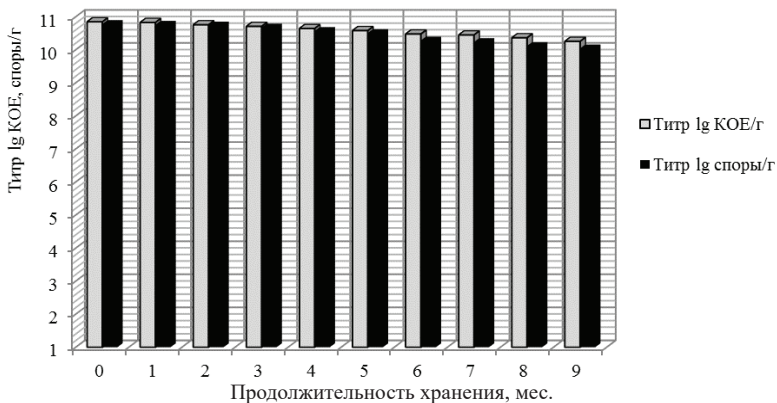


Рис. 1. Сохранность титра сухой кормовой добавки «Апипро» при температуре $4 \pm 2^\circ\text{C}$

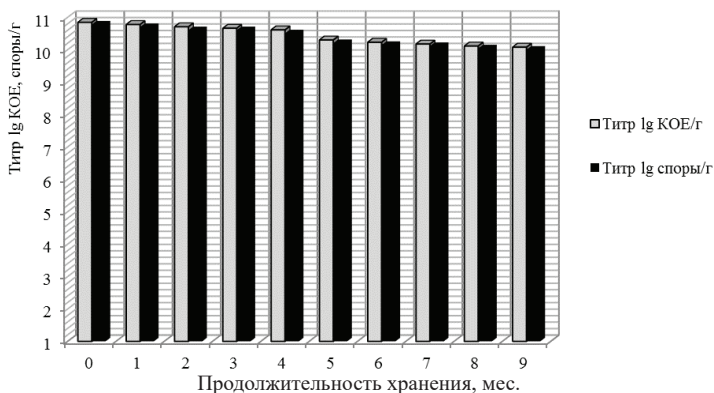


Рис. 2. Сохранность титра сухой кормовой добавки «Апипро» при температуре 20 ± 2 °С

«Апипро» (г/г): сухая биомасса *B. subtilis* – 0,1; дрожжевой экстракт – 0,9; кобальт сернокислый – 0,008.

Изучена стабильность сухой кормовой добавки «Апипро» для пчел в течение 9 мес. хранения при различных температурных режимах (хранение в холодильнике при температуре 4 ± 2 °С, при комнатной температуре 20 ± 2 °С) (рис. 1, 2).

В результате проведенных исследований установлено, что жизнеспособность бактерий *B. subtilis* в составе сухой пробиотической добавки «Апипро» остается стабильно высокой (титр КОЕ/г и спор/г не менее $1,0 \times 10^{10}$) в течение 9 мес. хранения вне зависимости от исследованных температурных условий. Наличие посторонней микрофлоры (плесневых грибов и бактерий группы кишечной палочки) не выявлено на протяжении всего срока хранения.

Заключение. В результате проведенных исследований изучено влияние углеводных, белковых и иммуностимулирующих добавок на стабильность свойств пробиотических бактерий *B. subtilis*. По результатам проведенных испытаний на пчелах разработан композиционный состав пробиотической кормовой добавки для пчел «Апипро» (г/г): сухая биомасса *B. subtilis* – 0,1; дрожжевой экстракт – 0,9; кобальт сернокислый – 0,008. Показано, что титр бактерий *B. subtilis* в составе кормовой добавки остается стабильно высоким в течение 9 мес. хранения.

Литература

1. Корм для пчел : пат. RU 2173046 РФ С1 / Н. Г. Билаш, Е. А. Бетева. – Опубл. 10.09.2001.
2. Способ обогащения стимулирующей подкормки для пчел : пат. RU 2442323 РФ А 01 К 53/00 / И. Ф. Горлов, А. А. Мосолов [и др.]. – Опубл. 20.02.2012.
3. Биотрилакт – биопрепарат для повышения жизнедеятельности и активности пчел в закрытом грунте : пат. RU 2579266 РФ С1, А 23 К 10/18, А 23 К 10/28, А 23 К 10/30, А 23 К 50/90 / Н. Д. Скичко, А. Я. Самуйленко [и др.]. – Опубл. 10.04.2016.
4. Яковлев, А. С. Влияние стимулирующих подкормок на биологические и хозяйственно-полезные признаки медоносных пчел (*Apis mellifera L.*) : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 553 / А. С. Яковлев; Рязанский с.-х. ин-т им. проф. П. А. Костычева. – Рязань, 1963. – 22 с.
5. Состав «Ноземат-1» для борьбы с нозематозом : пат. RU 2038775 РФ С1, А 01 К 51/00 / А. М. Смирнов, Р. Т. Ключко, А. Б. Сохликов. – Опубл. 09.07.1995.
6. Препарат для стимуляции размножения насекомых : пат. RU 2034504 РФ С1, А 01К49/00 А 01К53/00 А 23К1/18. – Опубл. 10.05.1995.
7. Подкормка для повышения резистентности медоносных пчел : пат. RU 2604297 РФ С2, А 23 К 50/90 / А. З. Брандорф, М. М. Ивойлова, А. В. Пральников. – Опубл. 10.12.2016.
8. Корм для шмелей (варианты) : пат. RU 2140149 РФ С1, А 01 К 53/00, А 23 К 1/18 / В. И. Ащеулов, К. И. Рупасов [и др.]. – Опубл. 27.10.1999.
9. Мишуковская, Г. С. Биохимические показатели организма рабочих пчел при использовании микробиологических препаратов / Г. С. Мишуковская, А. Г. Маннапов, О. С. Ларионова // Пчеловодство. – 2010. – № 3. – С. 24–26.
10. Биопрепарат для повышения продуктивности пчел : пат. RU 2166322 РФ С2, А 61 К 35/74, А 23 К 1/18, С 12 N 1/20 / А. Н. Панин, Н. И. Малик [и др.]. – Опубл. 10.05.2001.
11. Пшеничная, Е. А. Стимулирующие подкормки и зимовка пчел / Е. А. Пшеничная // Пчеловодство. – 2010. – № 10. – С. 10–13.
12. Способ стабилизации жизнедеятельности пчелиных семей в закрытом грунте : пат. RU 2008100115 РФ А, А 01 К 47/00. – Опубл. 20.07.2009.
13. Средство для стимуляции физиологических функций у пчел и защиты их от инфекционных заболеваний : пат. RU 2007130428 РФ А, С 12 N 1/20. – Опубл. 20.02.2009.
14. Корм для пчел : пат. CN105876282А, А 23 К 10/16, А 23 К 10/30, А 23 К 20/163. – Опубл. 24.08.2016.
15. Кормовая добавка для пчел : пат. RU 2625182С1 / С. А. Пашаян, В. В. Шишкина [и др.]. – Опубл. 12.07.2017.
16. Сэги, Й. Методы почвенной микробиологии / Й. Сэги. – М. : Колос, 1983. – 253 с.
17. Методы почвенной микробиологии и биохимии / отв. ред. Д. Г. Звягинцев. – М. : МГУ, 1991. – 304 с.
18. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели : учеб. пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Мятлев [и др.] ; под. ред. В. Д. Мятлева. – М. : Изд. центр «Академия», 2009. – 320 с.

DEVELOPMENT OF PROBIOTIC FEED SUPPLEMENT FORMULA FOR BEES

*I. I. GAPONOVA¹, O. V. MAKAREVICH¹, E. V. BOLOTNIK¹,
L. V. ROMANOVA¹, V. A. SHCHATKO¹, I. M. LOIKO², N. A. STARIKOVA²*

*¹Institute of Microbiology, National Academy of Sciences, Minsk, Belarus,
microbio@mbio.bas-net.by*

*²Grodno State Agrarian University, Grodno, Belarus,
ggau@ggau.by*

The influence of carbohydrate, protein and immunostimulating additives for bees on the stability of the properties of probiotic bacteria *B. subtilis* was studied. The optimal composition of dry probiotic feed additive for bees was selected. The influence of temperature regimes on the stability of bacteria titers during long-term storage was evaluated.

Поступила в редакцию 19.04.2019

УДК 631.847.22:631.461

ИЗМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГО-ТРОФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОБОЦЕНОЗОВ ПОЧВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ

Н. М. ДАЙНЕКО, И. И. КОНЦЕВАЯ, С. Ф. ТИМОФЕЕВ

*Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины,
Гомель, Беларусь,
Dajneko@gsu.by*

Коэффициент минерализации и иммобилизации Мишустина в варианте с «АгроМиком» на дерново-подзолистой супесчаной почве наибольшее значение имел в фазе 3–5 листьев, а на минеральном торфянике – в фазе 6–8 листьев и в фазе молочной спелости. В варианте с «ПолиФунКурум» на минеральной почве и мелкозалежном минерализованном торфянике максимум отмечен в фазе 6–8 листьев и в фазе молочной спелости. Наибольшая величина коэффициента педотрофности Никитина как в варианте с «АгроМиком», так и в варианте с «ПолиФунКурум» в обоих типах почв наступила в фазе молочной спелости. Максимум индекса олиготрофности в варианте с «АгроМиком» на минеральной почве наступил в фазе молочной спелости, а на минерализованном торфянике – в фазе 6–8 листьев; в варианте с «ПолиФунКурум» соответственно на минеральной почве и на мелкозалежном торфянике в фазе 6–8 листьев.