

## І. ЭКОЛОГИЯ

### Задание 1.

В экспериментальном модуле «Агро-Био-Фарм» моделируется замкнутая экосистема для получения козьего молока (Рисунок 1). Основа кормовой базы – посевы красного клевера (*Trifolium pratense* Linnaeus, 1753) (Рисунок 1, Б). В ходе эксперимента была смоделирована инвазия испанского слизня (Mollusca: Gastropoda: *Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855), угрожающая уничтожить урожай (Рисунок 1, Г). Так как протокол эксперимента запрещает использовать агрохимию, для подавления *A. vulgaris* в экосистему интродуцировали хищных жуков вида *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) (Insecta: Coleoptera: Carabidae) (Рисунок 1, Д). Эти жужелицы способны эффективно уничтожать брюхоногих моллюсков и насекомых, при этом они абсолютно индифферентны к растительной пище.

### Параметры системы для расчета:

#### Продуценты (Фитомасса):

- Площадь посевов клевера: 0,2 га.
- Чистая первичная продукция клевера: 400 г сухой биомассы с 1 м<sup>2</sup> в сутки.

#### Консументы-вредители (Слизни):

- Плотность популяции: 10 особей на 1 м<sup>2</sup>.
- Трофическая активность: один слизень уничтожает 30 г фитомассы в сутки.

#### Целевые консументы (Козы):

- Поголовье: 20 голов.
- Вся сохранившаяся биомасса клевера ежедневно скашивается и распределяется между животными поровну.

#### Биоэнергетика коз:

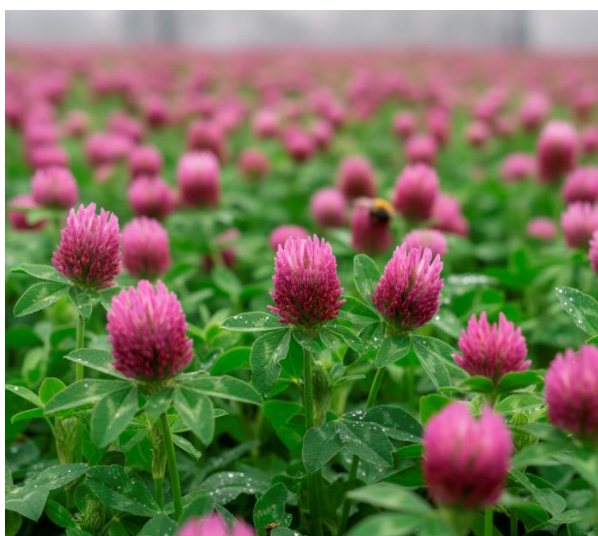
- Основной обмен веществ: Первые 6 кг сухого корма в сутки животное расходует исключительно на поддержание жизни (гомеостаз). На этом уровне продукция молока равна нулю.
- Продуктивный синтез: Молоко образуется только из энергии, полученной сверх нормы базального метаболизма.
- Коэффициент конверсии: Каждые 1,5 кг корма, потребленные сверх нормы, конвертируются в 1 литр молока.

#### Эффективность энтомофагов:

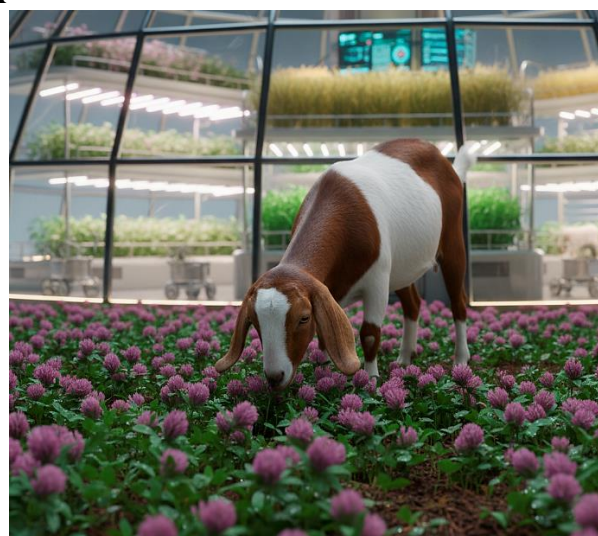
- Сценарий А (Контроль): Жужелицы *P. melanarius* отсутствуют. Слизни питаются беспрепятственно.
- Сценарий Б (Биозащита): Популяция *P. melanarius* полностью уничтожает популяцию слизней, обеспечивая 100% сохранность фитомассы.



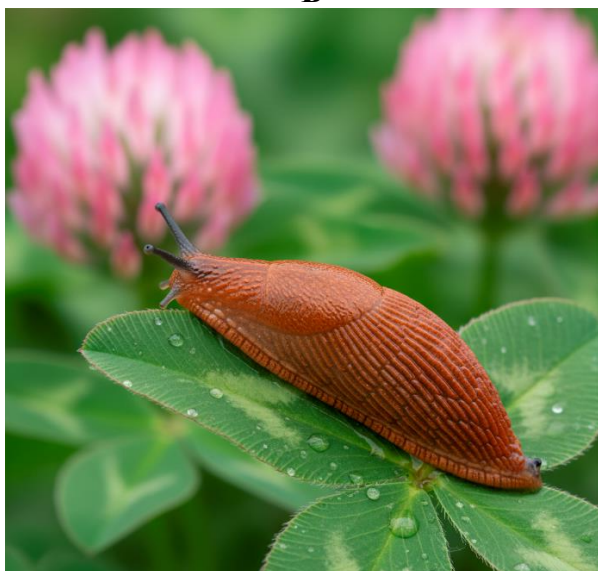
А



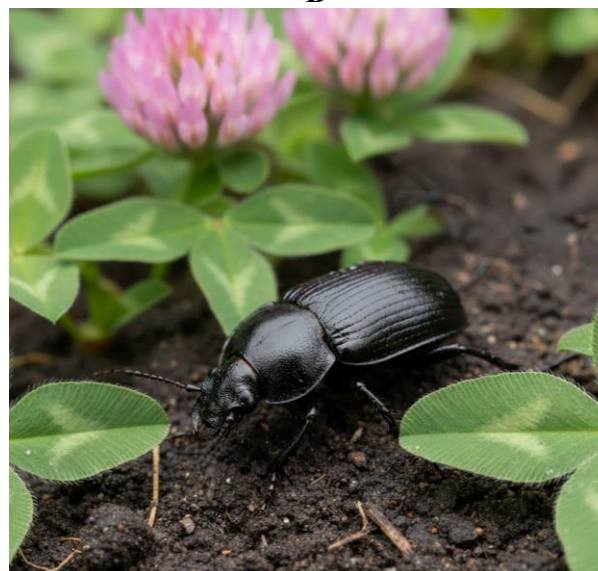
Б



В



Г



Д

А – Общий вид экспериментального агроценоза; Б – Клевер луговой (*Trifolium pratense*) в фазе активной вегетации; В – Целевой консумент I порядка – коза нубийской породы на выпасе в условиях замкнутого цикла; Г – Консумент-конкурент – *Arion vulgaris*;

Д – Консумент II порядка – *Pterostichus melanarius*.

**Рисунок 1 – Компоненты трофической сети экспериментальной замкнутой агроэкосистемы «Агро-Био-Фарм»**

**Задания:**

1.1 Рассчитайте суточный надой со всего стада в Сценарии Б (при наличии жужелиц).

1.2 Рассчитайте суточный надой со всего стада в Сценарии А (без жужелиц, при инвазии слизней).

1.3 Вычислите процент падения продуктивности фермы при отказе от использования жужелиц.

1.4 Дайте объяснение полученным результатам расчетов.

**Варианты ответов на задание 1.4:**

<b>А</b>	Снижение продуктивности прямо пропорционально потере кормовой базы. Поскольку коэффициент конверсии корма в продукцию является видовой константой, процент потери молока соответствует проценту уничтоженной вредителями фитомассы. Энергетическая эффективность системы остается стабильной, меняется лишь объем входящего ресурса.
<b>Б</b>	Снижение продуктивности непропорционально велико (опережает потерю кормов). Это обусловлено наличием фиксированных затрат на основной обмен («метаболического порога»). При сокращении рациона доля энергии, идущей на поддержание жизни, остается неизменной, в то время как «продуктивная надбавка» (избыток энергии) сокращается многократно быстрее, чем общий объем пищи.
<b>В</b>	Снижение продуктивности обусловлено изменением трофической структуры. Падение надоев связано с тем, что в присутствии конкурентов (слизней) козы испытывают стресс и вынуждены тратить дополнительную энергию на поиск оставшегося корма (увеличение поисковой активности). Это приводит к снижению коэффициента усвояемости пищи, даже если ее энергетическая ценность остается прежней.

**Требования к решению заданий 1.1–1.4:**

Округление дробных результатов расчетов до 1 знака после запятой.

Корректное внесение результатов вычислений в бланк ответов с учетом разрядности.

Корректное внесение ответов в соответствующие поля бланка ответов.

Корректное внесение буквенного обозначения правильного варианта ответа в бланк ответов.

## II. БОТАНИКА

### Задание 2.1.

Рассмотрите рисунок 2, изображающий схемы листьев с различной степенью расчленения листовой пластинки. **2.1.1** Расположите номера схем в порядке нарастания степени расчленения листовой пластинки, чтобы получились логичные ряды (например, 2 → 6 → 3 и т. д.).

Укажите, под какими номерами расположены листья с пальчато-рассеченным (**2.1.2**) и перисто-раздельным (**2.1.3**) типами расчленения листовой пластинки.

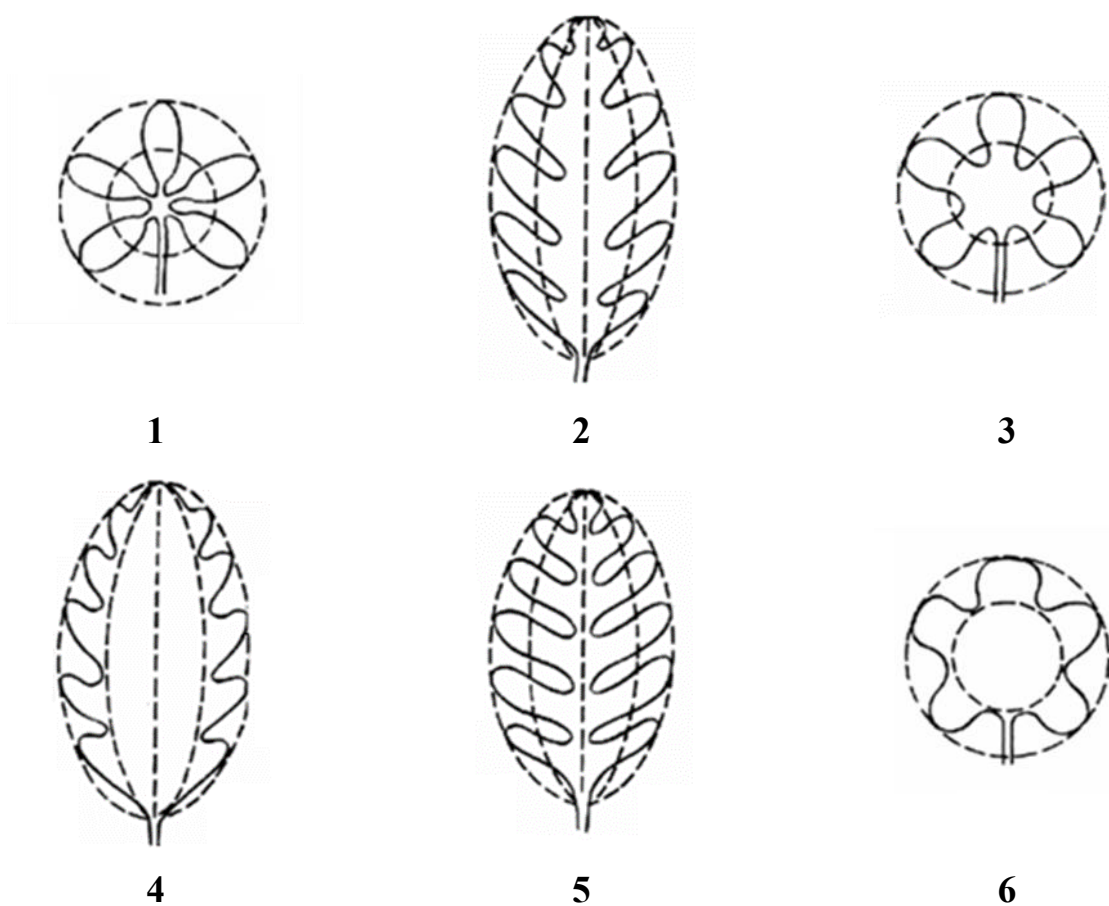


Рисунок 2 – Схемы листьев с различной степенью расчленения листовой пластинки

### Задание 2.2.

Внимательно рассмотрите схему эволюции центрального цилиндра (стели), отображенную на рисунке 3.

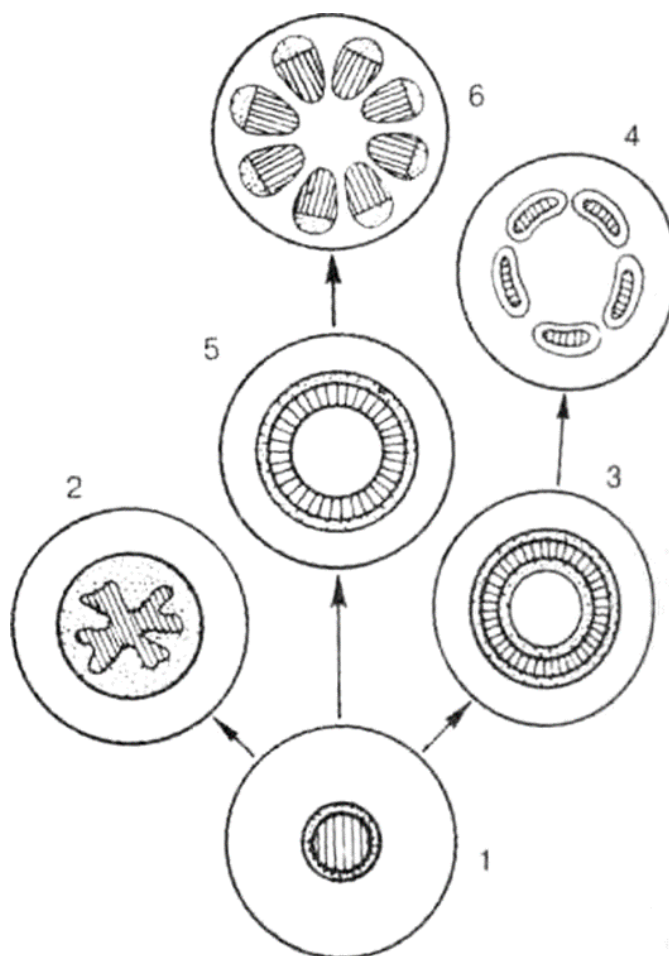


Рисунок 3 – Схема эволюции центрального цилиндра

Укажите, под какими номерами на схеме обозначены следующие типы стелей:

2.2.1 Амфифлойная сифоностель.

2.2.2 Эктофлойная сифоностель.

2.2.3 Актиностель.

2.2.4 Диктиостель.

2.2.5 Протостель.

2.2.6 Эустель.

**Ответы**, в виде номеров изображений (1–6), запишите в соответствующие ячейки бланка ответов (2.2.1 – 2.2.6).

### III. ФИЗИОЛОГИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

#### Задание 3.1.

При выполнении курсовой работы студентом биологического факультета была получена клеточная культура ценного лекарственного растения. Для оптимизации условий ее культивирования студентом был заложен эксперимент, по результатам которого был осуществлен подбор концентрации источника углерода и температуры выращивания культуры. Всего было протестировано 5 составов

среды и 2 температурных режима (Т, °С). Продолжительность культивирования во всех вариантах составила 20 суток, по прошествии которых были учтены результаты в виде массы культуры (таблица 1).

Произведите расчет индекса роста (отношение прироста биомассы к изначальной массе) клеточной культуры во всех вариантах условий культивирования и ответьте на предложенные вопросы ниже.

**Таблица 1 – Результаты эксперимента**

№ п/п	Условия культивирования		Изначальная масса, г	Масса на 20 сутки, г
	Состав среды	Т, °С		
1	МС* гормональная	23	3,5	17,2
2	+ 1 % сахарозы	18	2,7	15,2
3	МС гормональная	23	3,2	19,3
4	+ 2 % сахарозы	18	2,4	15,3
5	МС гормональная	23	2,8	16,4
6	+ 3 % сахарозы	18	2,6	15,8
7	МС гормональная	23	3,6	18
8	+ 4 % сахарозы	18	2,9	14,6
9	МС гормональная	23	3,1	14,5
10	+ 5 % сахарозы	18	3,0	14,8

\* МС – среда по прописи Мурасиге и Скуга

**3.1.1** Какая из протестированных концентраций сахарозы (%) является наиболее подходящей для роста данной клеточной культуры? Ответ в виде числа.

**3.1.2** Какой температурный режим (°С) больше подходит для роста данной культуры? Ответ в виде числа.

**3.1.3** Какие варианты условий культивирования (таблица 1) не подходят для выращивания данной культуры, если считать, что индекс роста в норме должен быть не менее 4? Ответ запишите в виде номеров условий культивирования (1–10).

### **Задание 3.2.**

Для **суспензионной культуры А** сухая масса клеток на 6 сутки культивирования составила 3,5 г/л, а через 4 суток – 16,5 г/л. В случае **суспензионной культуры Б** величина сухой массы клеток за аналогичный интервал времени (фаза линейного роста) увеличилась от 2,6 до 15,2 г/л. Чему равны удельные скорости роста указанных культур?

**Ответы**, округленные до сотых, запишите в соответствующие ячейки бланка ответов (**3.2.1** – для суспензионной культуры А, **3.2.2** – для суспензионной культуры Б).

#### IV. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

##### Задание 4.

На фотографиях приведены препараты разных типов эпителия (рисунок 4). Рассмотрите их и ответьте на вопросы, выбрав варианты ответов из предложенных ниже. **Ответы**, в виде цифр, запишите в соответствующие ячейки бланка ответов (4.1 – 4.3).

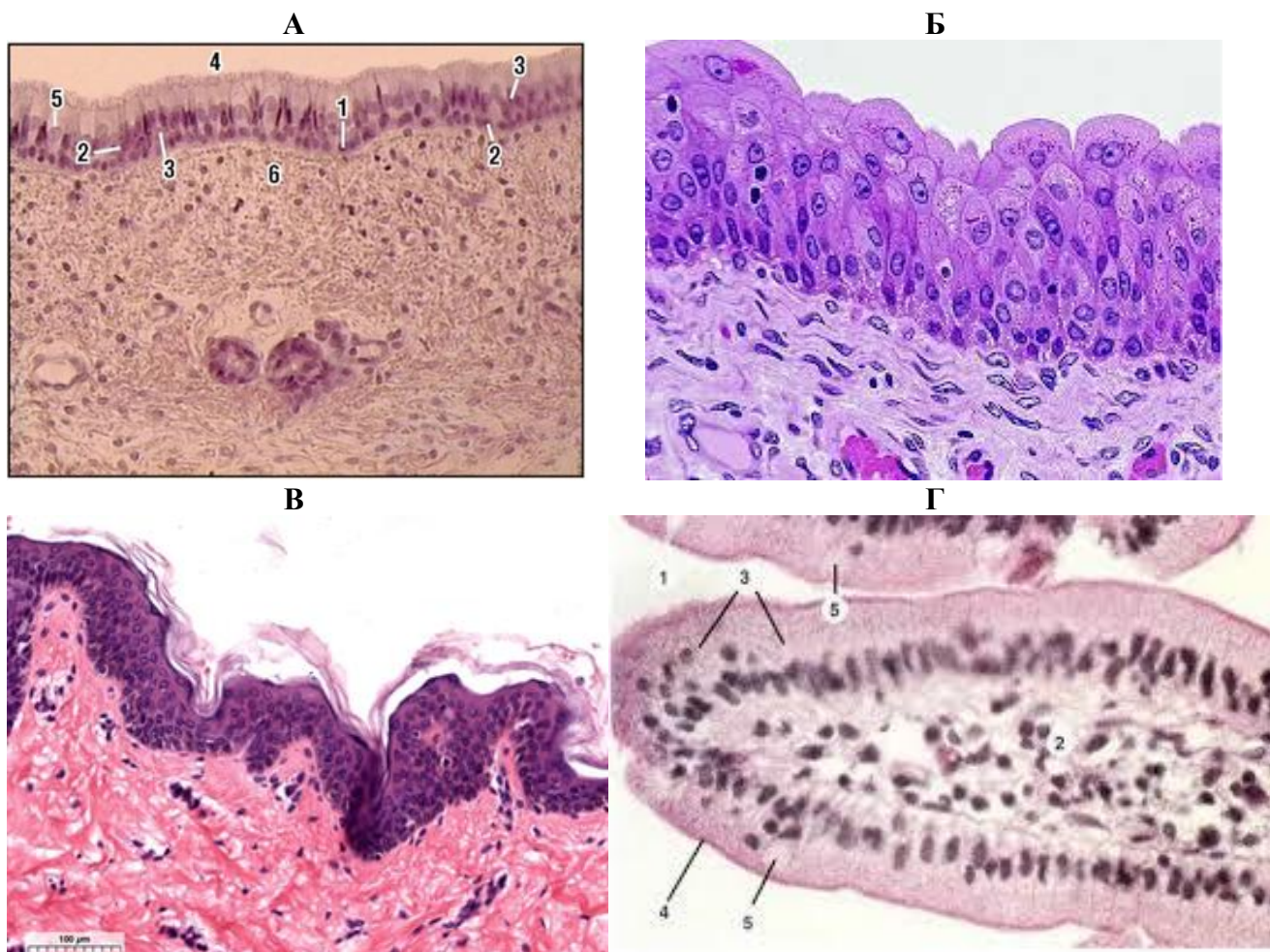


Рисунок 4 – Внешний вид микрофотографий препаратов разных типов эпителия

4.1 Определите какой тип эпителия демонстрирует каждый из препаратов и выберите вариант ответа из предложенных:

1. Однослойный плоский эпителий.
2. Многослойный плоский неороговевающий эпителий.
3. Переходный эпителий.
4. Мерцательный эпителий.
5. Однослойный призматический эпителий.
6. Многослойный ороговевающий эпителий.
7. Однослойный кубический эпителий.

**4.2** В каких органах присутствуют типы эпителиев, препараты которых приведены на фотографиях?

1. Роговица.
2. Кожа.
3. Тонкий кишечник.
4. Пищевод.
5. Мочевой пузырь.
6. Трахея.
7. Полость рта.

**4.3** Какие особенности строения имеют органы, препараты эпителиев которых приведены на фото препаратов?

1. Слизистая оболочка образует ворсинки.
2. Клетки эпителия продуцируют слюну.
3. В стенке присутствуют гиалиновые хрящи.
4. Содержит волосные фолликулы.
5. Имеет три мышечных слоя.
6. Обладает прозрачностью для светопреломления.
7. Слизистая оболочка образует множественные временные складки.

## V. ГЕНЕТИКА

### Задание 5.

У одного сказочного персонажа метаболиты К и Z предположительно являются продуктами одного метаболитического пути. Для изучения особенностей их синтеза с использованием химического мутагенеза были получены различные ауксотрофные мутанты и проверены на способность к росту в присутствии каждого из предполагаемых метаболитов. Подробная информация по каждому из мутантов представлена в таблице 2.

Определите последовательность этапов синтеза указанных соединений в изучаемом биосинтетическом пути сказочного персонажа и установите местоположение мутаций 1–11. В качестве ответа на задание в соответствующие графы бланка ответов укажите:

**5.1** Первое соединение метаболитического пути.

Какие метаболиты будут накапливаться у двойных мутантов (мутантов, одновременно содержащих две указанные мутации) при условии их подращивания на среде, содержащей метаболиты Z и K:

- 5.2** Мутант 9, 11.
- 5.3** Мутант 1, 2.
- 5.4** Мутант 5, 10.
- 5.5** Мутант 6, 4.
- 5.6** Мутант 3, 7.

Таблица 2

Номер мутанта	Наличие роста при добавлении в питательную среду метаболита													Накапливаемый метаболит
	K	S	E	Z	O	N	I	B	G	R	V	A	K+Z	
1	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	V
2	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+	B
3	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	
4	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	A
5	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	I
6	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	G
7	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	+	
8	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	R
9	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	N
10	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	E
11	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	S

**Примечание.** Знак «+» означает **рост мутанта** на минимальной среде с добавлением соответствующего метаболита, «-» – **отсутствие роста**.