1	2	3	4	5	Σ
8	15	35	15	14	65

олимпиада иннагрика

Заключительный этап. 9 класс. 16.12.2024

Максимальный балл – 100. Время выполнения 3 часа 30 минут.

Бланк ответов. Шифр участника А9- 01 - 003

Задание 1. Чем накормить Пуджа. 20 баллов.

Вопрос 1.	А	Б	В
Растение	морковь ✓	свекла —	редька —
Тип корнеплода	моноэкземплярный вторичный	многоэкземплярный вторичный	Полиэкземплярный ✓

1	2	3	4	5
эпидерма —	первичная кожица	Камбий ✓	вторичная кожица ✓	устьичная клетка —

Вопрос 2.		
Окрашенное вещество	Мономер	Пластиды
Крахмал ✓	глюкоза ✓	лейкопласты ✓

Вопрос 3.	
Типы размножения	половое, бесполое —
Стадия, когда происходит мейоз	стадия полового размножения —
Большая часть жизненного цикла проходит	2n —

Вопрос 4. Для достижения максимального урожая, Пуджу нужно посеять 10 кг ~~моркови~~ + моркови. ~~Плотность семян~~ ~~Формула~~ ~~$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{Sh}$~~. Формула $\rho = \frac{m}{V}$. Плотность моркови = 1000 кг/м³ = 1 г/см³. $V_{моркови} = 10$ л —

Задание 2. Яйцо, цыпленок, курица и снова яйцо. 20 баллов.

Вопрос 1.	1	2	3	4	5
Структура яйца	—	желток +	яичный белок —	белок +	воздушная камера +

3

Вопрос 2.				
1	2	3	4	5
Г +	В +	Д +	А +	Б +

5

Вопрос 3.

В большинстве случаев это нельзя сделать, из-за слишком низкой температуры в морозилке, при которой нерождённый птенец умирает. + + +

4

Вопрос 4. Курятник 2. Яйца не стоит отправлять, т.к. в них стадии ~~эмбрионального~~ развития ~~t~~ и освещенность как правило кол-во снесенных яиц будет ~~отличаться~~ +

3

А9 01-003

Задание 3. Без труда (и напряжения мышц) не выловишь и рыбку из пруда. 20 баллов.

Вопрос 1.	Название кости	Отношение к отделу скелета	А – правая, Б – левая, В – непарная
В	Таз Бедренная кость Большая берцовая	Нижняя конечность	Б —
Г	Грудинный отдел ребер и грудина	Осевой скелет	В +
А	Плечевой пояс —	Пояс нижних конечностей	В —
Б	Лопатка +	Пояс верхних конечностей +	А —

Вопрос 2.	Вопрос 3.	Вопрос 4		
		Грудная мышца	Изотоническое	Изометрическое
Грудная двигательная 1	Грудная двигательная дыхательная трапециевидная	7 1	Держать предметы прижимая к груди 0	Этот метод Отжимания 0

Вопрос 5.

Задание 4. Приключения дрожжей в лаборатории. 20 баллов.

Вопрос 1. Линия	Прототрофная (П) или ауксотрофная (А)?	Если ауксотрофными, то по какому веществу.	Вопрос 3. Какой генотип имеют исходные гаплоидные линии по всем трем изученным генам?
№1	П		$Л^+ А^+ У^+$
№2	А	по лизину	$Л^+ А У$
№3	А	по урацилу	$Л А У^+$

Вопрос 2. Гибрид	Растет на минимальной среде	Растет на среде с лизином	Растет на среде с аденином	Растет на среде с урацилом
№1 × №2	+	+	+	+
№1 × №3	+	+	+	+
№2 × №3	—	+	—	+

Вопрос 4.

$Л^+ Л А А У^+ У$

А901-003

Задание 5. Как не допустить эпидемию в коровнике. 20 баллов.

Вопрос 1.	1) при создании комплексов увеличивается плотность => быстрое распространение инфекции. Заболевания в группах 2б
Вопрос 2.	При респираторных заболеваниях могут ~~повреждаться~~ повреждаться верхние легкие и вся дыхательная система. Это приведет к снижению газообмена, что снизит содержание O_2 в крови, а т.к. мышцы продолжают сокращаться, то будет ~~повышаться~~ снижаться 2б
Вопрос 3.	в капсуле вакцины ~~метастазирующий~~ ослабленный или мертвый вирус 1

Стадия.	**А**	**Б** 0,5	**В** 0,5	**Г** 0,5
Что происходит	внесение ~~вируса~~ ослабленного вируса 0,5	Иммунитет. Ответ на действие вируса, ~~увеличение~~	Увеличение вируса, увеличение	Превращение ~~иммунитета~~ иммунитета, остается в памяти
Длительность	0	0	0	0

Вопрос 4. Добавленные антитела	Титр	Самый высокий титр (отметьте знаком «+»
Антитела к вирусной диарее КРС	1 1	
Антитела к вирусу парагриппа-3 КРС	1:100 1	
Антитела к инфекционному ринотрахеиту КРС	1:10 1	
Антитела к аденовирусу КРС	1:1000 1	+ 1

Вопрос 4. Я предполагаю, что для аденовируса КРС, т.к. содержание антител в крови ~~должно повышаться~~ очень высоко => организм сам справится с данным вирусом 2

Задания практического тура Заключительного этапа олимпиады «Иннагрика» 2024 года.

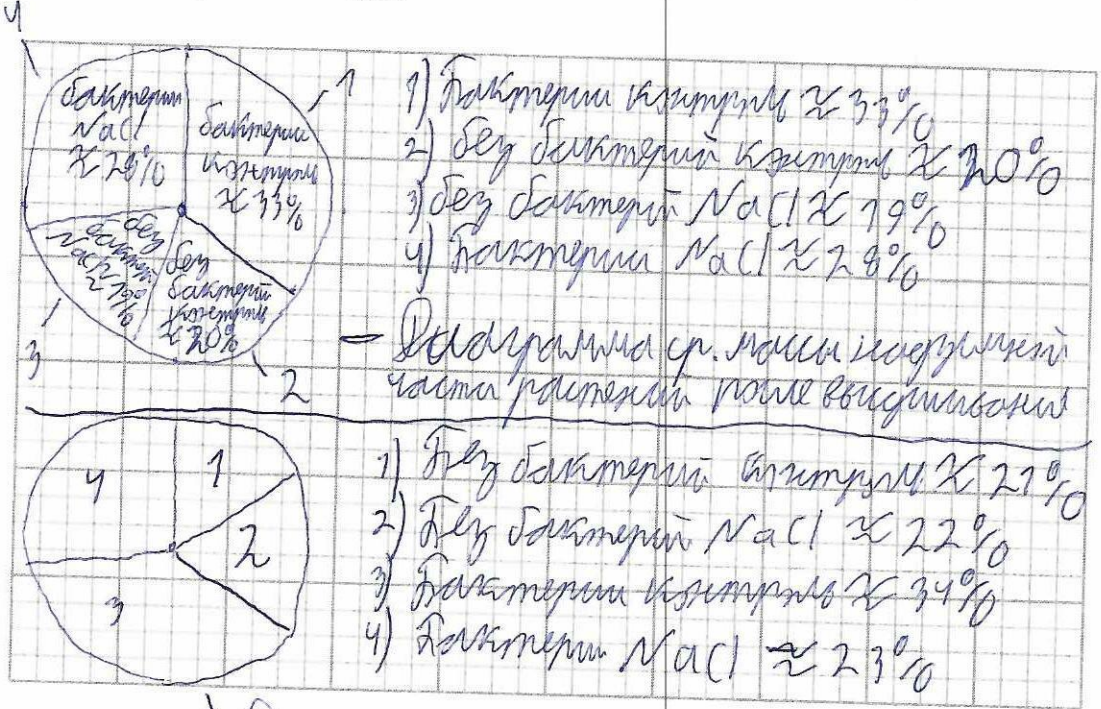
9 класс. Время выполнения 1 час. **Шифр участника А9** 0Г-003

Факторы окружающей среды, такие как засуха, засоление почвы, экстремальные температуры, тяжелые металлы и мороз, представляют собой серьезные сельскохозяйственные проблемы, вызывающие стресс у растений и приводящие к значительным потерям урожая во всем мире. Избыток соли в почве может быть вызван различными причинами, включая засоление грунтовых вод и неправильное орошение. Засоление почвы первоначально подавляет развитие растений посредством осмотического стресса, а позже появляется ионная токсичность. В условиях солевого стресса производятся активные формы кислорода (АФК), тем самым вызывая окислительный стресс (ОС) и одновременно подавляя рост растений. Это может привести к снижению урожайности сельскохозяйственных культур до 50%. Одной из стратегий повышения стрессоустойчивости растений может быть внедрение бактерий полезных для растений. Многочисленные исследования показали, что стимулирующие рост растений бактерии являются относительно простой и недорогой альтернативной стратегией

Задание 1 (20 баллов). Вы измеряли массу надземной и подземной части растений в эксперименте с добавлением микробного удобрения в нормальной и засоленной почве.

Добавление бактерий	Условия выращивания	Масса надземной части после высушивания, г				Масса подземной части после высушивания, г			
		1	2	3	Среднее	1	2	3	Среднее
Нет	контроль	0,62	0,43	0,42	0,49	0,57	0,40	0,38	0,45
Нет	NaCl	0,45	0,37	0,33	0,38	0,55	0,48	0,38	0,47
Да	контроль	0,87	0,72	0,65	0,75	0,78	0,70	0,67	0,72
Да	NaCl	0,72	0,62	0,54	0,63	0,55	0,50	0,45	0,5

Постройте две диаграммы (для надземной и подземной части), описывающие результаты вашего эксперимента. Сделайте выводы.



1) Бактерии контроль ≈ 33%
2) Без бактерий контроль ≈ 20%
3) Без бактерий NaCl ≈ 19%
4) Бактерии NaCl ≈ 28%

— Диаграмма ср. массы надземной части растений после высушивания

1) Без бактерий контроль ≈ 21%
2) Без бактерий NaCl ≈ 22%
3) Бактерии контроль ≈ 34%
4) Бактерии NaCl ≈ 23%

Диаграмма ср. массы подземной части растений после высушивания

Задание 2 (20 баллов). Вы решили провести исследования по разнообразию бактерий, обитающих в ризосфере данных растений. Вы провели посев бактерий в чашки Петри и после 7 дней описали колонии, которые выросли на чашке. Данные описания приведены в таблице.

Условия эксперимента	Без бактерий	С бактериями	Без бактерий в условиях засоления	С бактериями в условиях засоления
	Чашка 1 содержит 20 видов колоний, 5 штук одного вида, а все остальные разные	Чашка 2 содержит 5 видов колоний, по 20 штук каждого	Чашка 3 содержит 2 вида колоний: 99 одного и 1 другого	Чашка 4 содержит 2 вида колоний, по 50 штук
Рассчитайте индекс разнообразия Симпсона	0,04	0,19	0,98	0,49
Видовое богатство	20	5	2	2

Пример расчетов

Виды	Число (n)	n(n-1)
Жуков	2	2
Пауков	20	380
Кольчатых червей	3	6
Мокрицы	3	6
Итого	28	394

Видовое богатство = 4 (присутствуют 4 разных вида)
Относительная равномерность видов: Низкая (20 против 2 против 3 против 3)
Относительный уровень доминирования видов: Высокий (доминирует один вид (пауки) с 20 особями)

Равномерность

Simpson's Diversity Index:

$$D = \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)}$$

$$D = \frac{2(2-1) + 20(20-1) + 3(3-1) + 3(3-1)}{28\,(28-1)}$$

$$D = \frac{2 + 380 + 6 + 6}{756} = \frac{394}{756}$$

$$D = 0.52$$

0 = Very High Diversity
1= Very Low Diversity

Сделайте вывод.

По результатам анализа, в среде без бактерий самое высокое видовое богатство и самый низкий индекс разнообразия ~~разнообразия~~ высокое разнообразие.

Задание 3 (5 баллов). Что в данном эксперименте является контролем? Зачем его использовали?

В эксперименте с добавлением минерального удобрения, контролем является выращивание растений в норм. почве. Он нужен для того, чтобы посмотреть, как сильно ~~выделяет~~ стимулируют рост ~~бак~~ растений бактерий в норм. условиях и сравнить с вариантом.

Задание 4. (5 баллов) Как засоление почвы влияет на доступность питательных веществ для растений?

При засолении-ие солей в растениях, ~~в почвенных~~ может возникать осмотический стресс, при сильном стрессе метаболизм в растениях, скорость ~~уменьшится~~ кол-во пит. в-в. Также из-за засоления почвы уменьшится кол-во воды в почве, что снизит приход пит. в-в. в растение. Как-то, больше кол-во ионов в почве, тем сложнее ~~будет~~ растению транспортировать от. солей внутрь растения.

Задания практического тура Заключительного этапа олимпиады «Иннагрика» 2024 года.

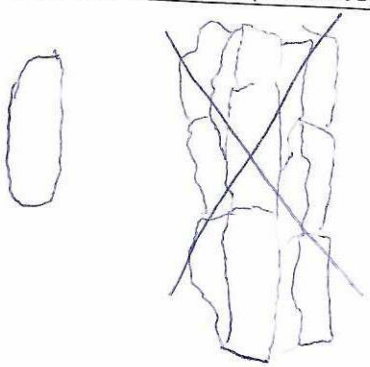
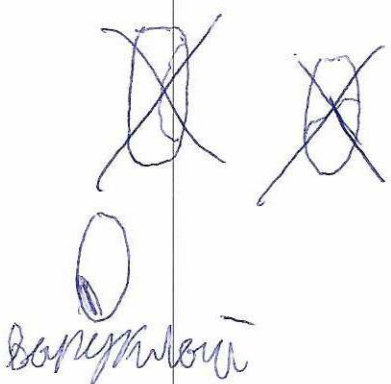
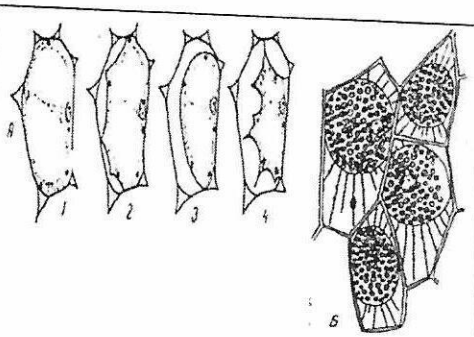
9 класс. Время выполнения 1 час. **Шифр участника А9** 01-003

Изучение плазмолиза важно в экспериментальной цитологии и физиологии растений, так как это позволяет определить осмотический потенциал, вязкость цитоплазмы, клеточную проницаемость и жизнеспособность растительных клеток.

Метод.

1. Приготовьте водный препарат нижнего эпидермиса лука (для этого снимите пленку с луковой чешуи, положите на предметное стекло, капните каплю воды, накройте покровным стеклом и рассмотрите под микроскопом на малом увеличении. Добавьте каплю йода (или метиленовый красный).
2. Сделайте схематический рисунок наблюдаемой картины.
3. Удалите с помощью фильтровальной бумаги воду и замените ее на имеющийся в наличии гипертонический раствор (0,7 М Ca(NO3)2, 0,5 М CaCl2 или 1,0 М C12H22O11).
4. Сразу после нанесения раствора на стекло начните наблюдения. Дождитесь появления всех этапов плазмолиза (уголковый, вогнутый, выпуклый).
5. Сделайте схематичный рисунок. Впишите вид плазмолиза, который у вас получился. Позовите проверяющего для оценки качества препарата.
6. Замените гипертонический раствор дистиллированной водой и продолжите наблюдения.
7. Сделайте схематичный рисунок. Позовите проверяющего для оценки качества препарата.

Бланк ответов.

<table>
<tr><td colspan="2">Задание 1. Рисунок. Зарисуйте препарат</td><td></td></tr>
<tr><td>Клетка до плазмолиза (5 баллов)</td><td>Клетка после плазмолиза (5 баллов)</td><td>Позовите проверяющего (5 баллов)</td></tr>
<tr><td>  </td><td> 
вогнутый</td><td>  </td></tr>
<tr><td></td><td>Клетка после деплазмолиза (5 баллов)</td><td>Позовите проверяющего (5 баллов)</td></tr>
<tr><td> 
Рис. 1. Схема плазмолиза:
А – различные формы плазмолиза: 1 – начальная стадия, 2 – вогнутый, 3 – выпуклый, 4 – судорожный (по В.А.Гуляеву); Б – образование «нитей Гехта» (по Данжару)</td><td>  </td><td>  </td></tr>
</table>

Задание 2. Ответьте на вопросы.

Каким свойством должна обладать цитоплазматическая мембрана, чтобы можно было наблюдать плазмолиз/деплазмолиз?	Цитоплазматическая мембрана для проведения плазмолиза должна быть полупроницаемой. Через мембрану должен проходить только. Также должна присутствовать клет. стенка, чтобы мы могли наблюдать плазмолиз
Опишите, что происходит с клектами в плазмлизе-деплазмолизе.	Когда окружающей для клетки среда среда с высоким содержанием соли клетка начинает „разбавить" ее. Из-за этого клетка уменьшается в размерах, при том что клет. стенка остается на своем месте.
Где в жизни можно использовать это свойство - влияние соли на клетку?	В нашей жизни часто происходят похожие процессы с эритроцитами (записывали тот, что у них нет клет. стенки). При гипертонической р-ре эритроциты будут сильно уменьшаться в размерах. Зная это, можно эффективно составлять свой рацион питания водно-солевого баланса.
Зачем при консервировании используют сахар или соль?	При консервировании мы используем сахар или соль, потому что большинство бактерий не могут выживать в р-рах с высоким содержанием этих в-в. Возвращаясь к этому, применяли в клетках растений замечают все процессы, что позволяет им сохранять

олимпиада иннагрика

2024 Полуфинал

профиль Агрогенетика

По-деревенски лучше!

9-й класс Кейс №01

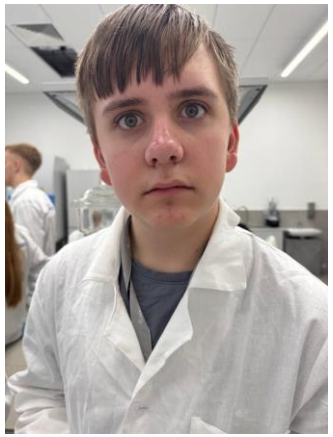
Картошка фри

Без страха и упрека (и акриламида)

По-деревенски лучше!

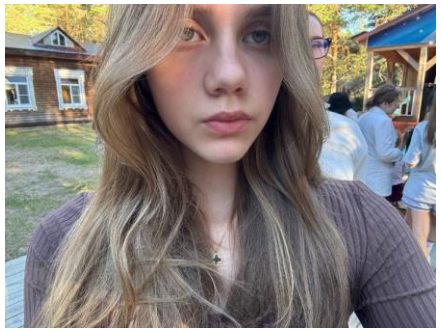
Всеволод Ильин

Генератор идей



Степан Афанасьев

Аналитик

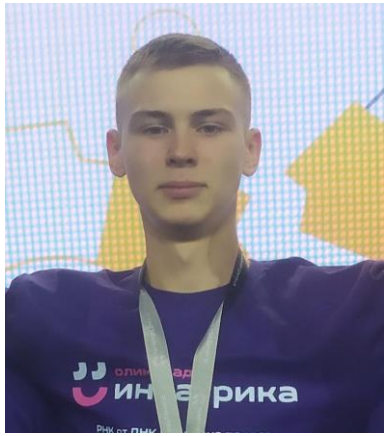


Влада Демина

Координатор

Артём Мудрецов

Мотиватор



Артём Смирнов

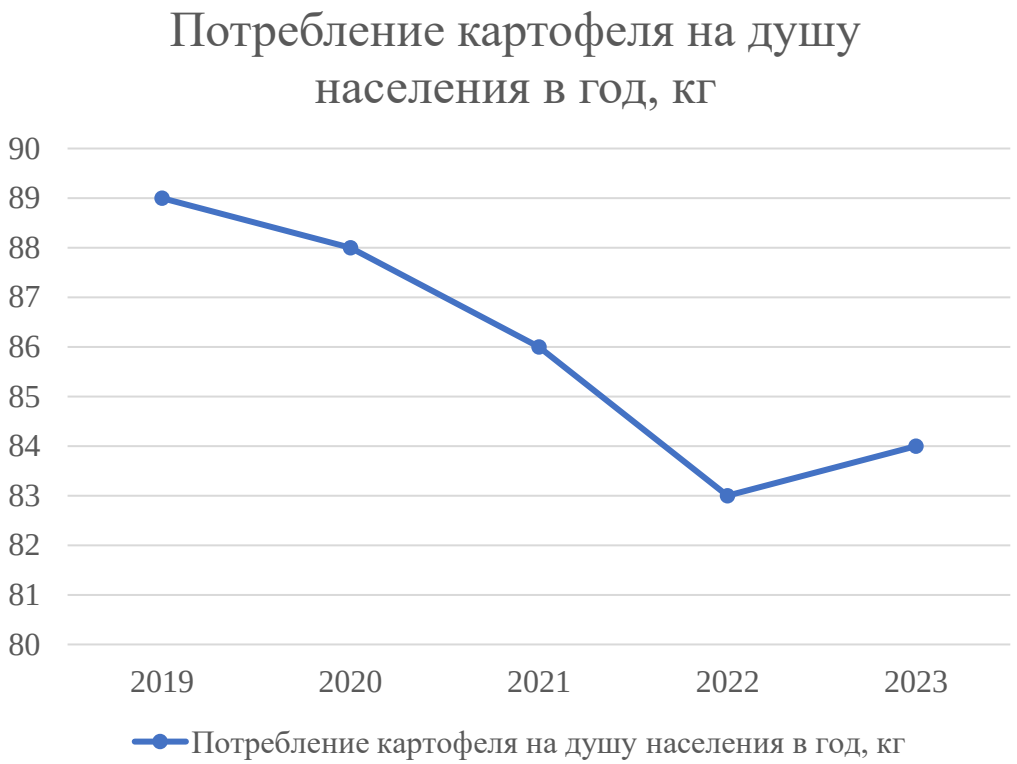
Реализатор

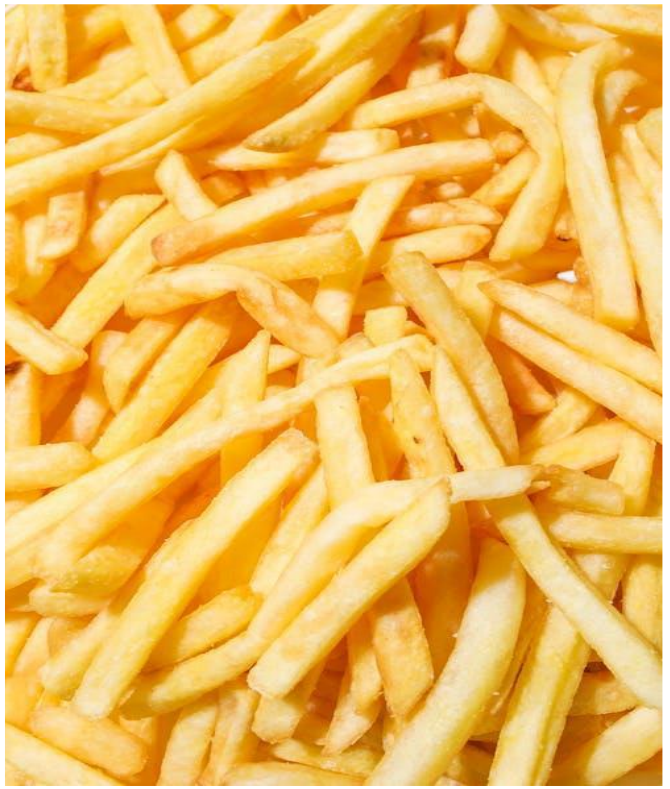
Дмитрий Сергеевич Шумилов

наш наставник

Проблематика

По данным Росстат, потребление картофеля на душу населения в России в 2023 году составило 84 кг*





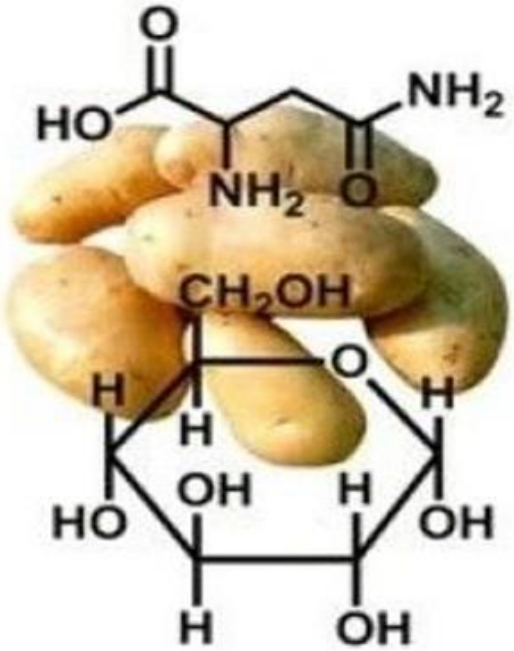
По данным сайта Газета.ру, по количеству просмотров в интернете на рецепт запеченной картошки с хрустящей корочкой приходится около 18,5 тысяч**

*https://rosstat.gov.ru/
**https://www.gazeta.ru/family/news/2024/08/23/23752987.shtml

Проблематика

Образование акриламида в картофеле

B. сахара + аспарагин $\xrightarrow{t > 120°C}$ акриламид



- Нейротоксичный эффект
- Негативное влияние на репродуктивную систему
- Канцерогенные свойства

Проблематика

Способы решения проблемы

Уменьшение количества сахара

Уменьшение пищевой ценности картофеля

Особый способ приготовления

Уменьшение количества аспаргина

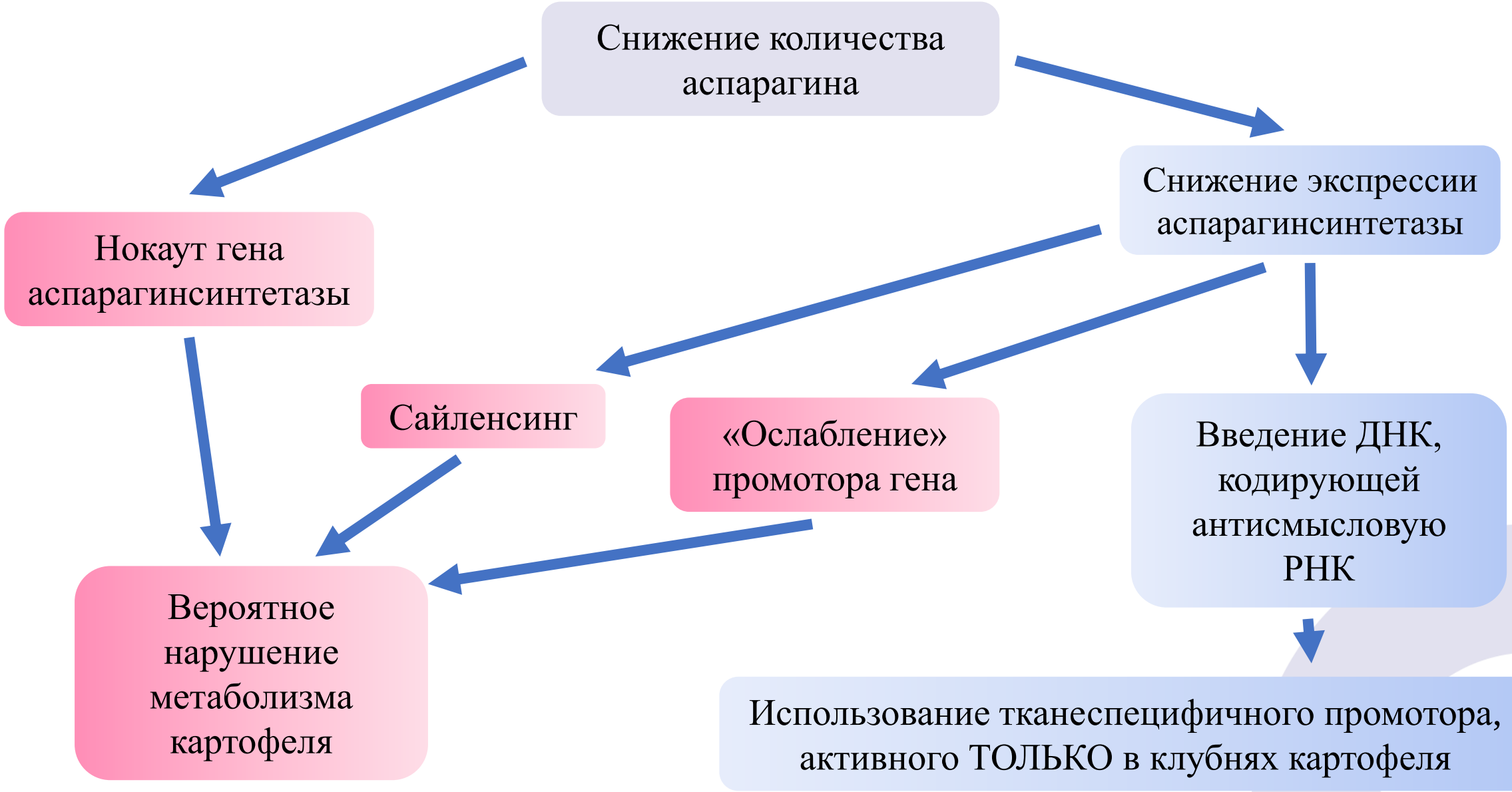
Сохраняется пищевая ценность картофеля

Задание 1

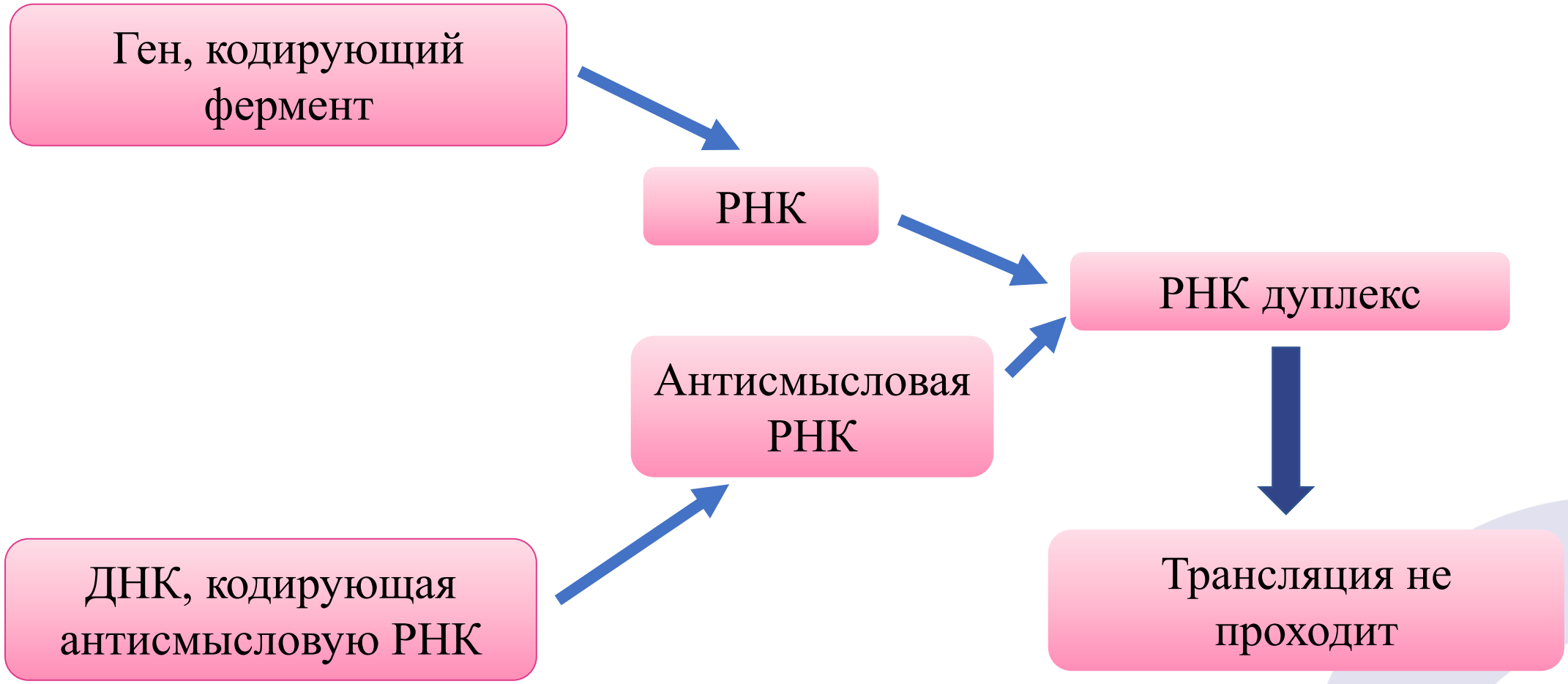
Приоритезированный список генов

Продукт гена	ID NCBI	Функции белка
asparagine synthetase	102585634	Участвует в выработке аспарагина из аспартата
sucrose-phosphate-synthase	102577833	Участвует в биосинтезе сахарозы
hexokinase-1	102604144	Участвует в гликолизе
sugar transporter ERD6-like 6	102605178	Участвует в транспорте углеводов

Задание 2


Снижение количества аспарагина
Снижение экспрессии аспарагинсинтетазы
Нокаут гена аспарагинсинтетазы
Сайленсинг
«Ослабление» промотора гена
Введение ДНК, кодирующей антисмысловую РНК
Вероятное нарушение метаболизма картофеля
Использование тканеспецифичного промотора, активного ТОЛЬКО в клубнях картофеля

Задание 2


Ген, кодирующий фермент
РНК
РНК дуплекс
Антисмысловая РНК
ДНК, кодирующая антисмысловую РНК
Трансляция не проходит

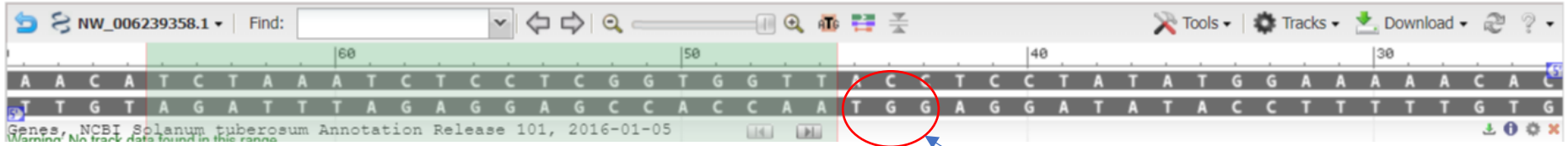


Рисунок. 1 Ген коилина*

PAM- последовательность

Гидовая РНК: 3’ AACCACCGAGGAGAUUUAGA 5’

Тканеспецифичный промотор

GBSS

Ген, кодирующий антисмысловую РНК для аспарагинсинтетазы

Ген, обратный аспарагинсинтетазе

Терминатор

Промотор

Промотор

Селективный маркер

Флюоресценция

Терминатор

Рисунок. 2 Спроектированная конструкция

*Махотенко А. В. и др. Функциональный анализ роли коилина в устойчивости растений картофеля Solanum tuberosum к вирусной инфекции и абиотическим стрессам с использованием системы редактирования CRISPR/Cas9 //Доклады Академии наук. – Федеральное государственное бюджетное учреждение" Российская академия наук", 2019. – Т. 484. – №. 6. – С. 772-776.

Задание 3

Почему CRISPR-Cas9?

	Цена	Точность	Направляющая структура
CRISPR-Cas9	Дешево	Потенциально не ограничена	РНК
Цинковые пальцы	Дорого	1 белок распознает 3 нуклеотида	Белок
Talen	Дорого	1 белок распознает 1 нуклеотид	Белок

Таблица 1. Сравнение методов геномного редактирования

*Власов В. В., Медведев С. П., Закиян С. М. «Редакторы» геномов. От цинковых пальцев до CRISPR //Наука из первых рук. – 2014. – №. 2 (56). – С. 44-53.

Выравнивания прочтений на референсную последовательность в программе UGENE

Задание 4

Детальная информация

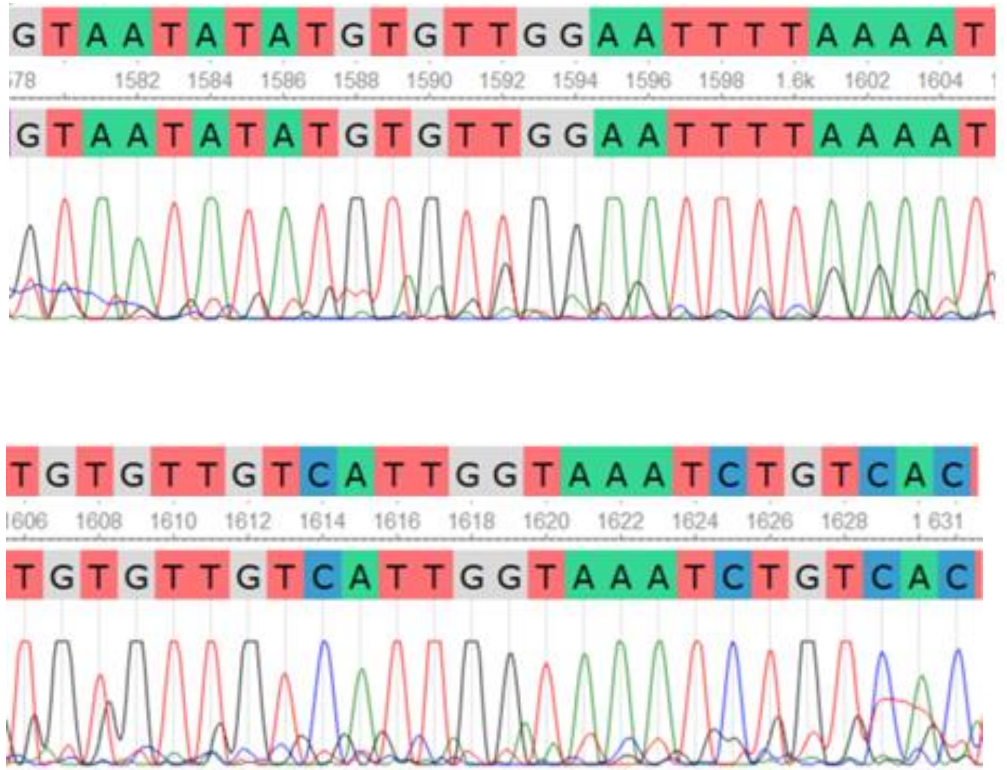
Референсная последовательность: 123123

Выровненные прочтения (10):

→LIPA_2_DIkII126	сходство	57%
→LIPA_3_DIkII126	сходство	58%
→LIPA_4_DIkII126	сходство	72%
→LIPA_6_DIkII126	сходство	57%
→LIPA_7_DIkII126	сходство	77%
→LIPA_8_DIkII126	сходство	47%
→LIPA_9_DIkII126	сходство	47%
→LIPA_10_1_DIkII126	сходство	90%
→LIPA_10_2_DIkII126	сходство	91%
←LIPA_10_2_R_DIkII126	сходство	78%

Прочтения, отфильтрованные из-за недостаточного сходства (2):

LIPA_1_DIkII126	сходство	17%
LIPA_5_DIkII126	сходство	28%



Задание 5

Особый метод приготовления	1)Не требует больших инвестиционных вложений 2)Не требует специализированного оборудования	1)Невозможно ввести в массовом уровне 2)Низкая эффективность
Нокаут гена Vinv с помощью Talen*	Снижение количества восстанавливающих сахаров => Снижение акриламида	1)Нарушение метаболизма сахаров
Нокаут гена аспарагинсинтетазы с помощью CRISPR-Cas9**	1)Не нарушен метаболизм сахаров 2)Высокая эффективность	1)Снижения аспарагина во всем растении => снижение роста
Экзогенное введение siРНК в клубни***	1)Разрешено в РФ 2)Легко контролировать	1)Дорого 2)Не передается по наследству

*Clasen B. M. et al. Improving cold storage and processing traits in potato through targeted gene knockout //Plant biotechnology journal. – 2016. – Т. 14. – №. 1. – С. 169-176.
**Ly D. N. P. et al. Multiplex CRISPR-Cas9 gene-editing can deliver potato cultivars with reduced browning and acrylamide //Plants. – 2023. – Т. 12. – №. 2. – С. 379.
***Марахонов А. В., Баранова А. В., Скоблов М. Ю. РНК-интерференция: фундаментальные и прикладные аспекты //Медицинская генетика. – 2008. – Т. 7. – №. 10. – С. 44-56.

Выводы

Картофель фри без акриламида

Создание разреза с помощью CRISPR-Cas9

Вставка тканеспецифичного промотора и целевой конструкции, кодирующей антисмысловую РНК

Снижение экспрессии гена аспарагинсинтетазы в клубнях картофеля

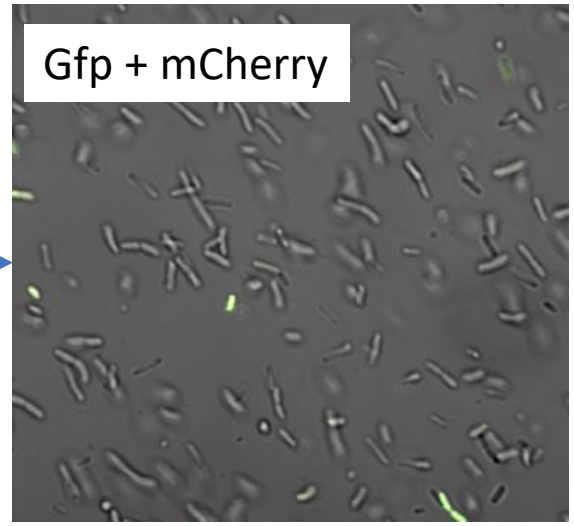
Снижение уровня аспарагина

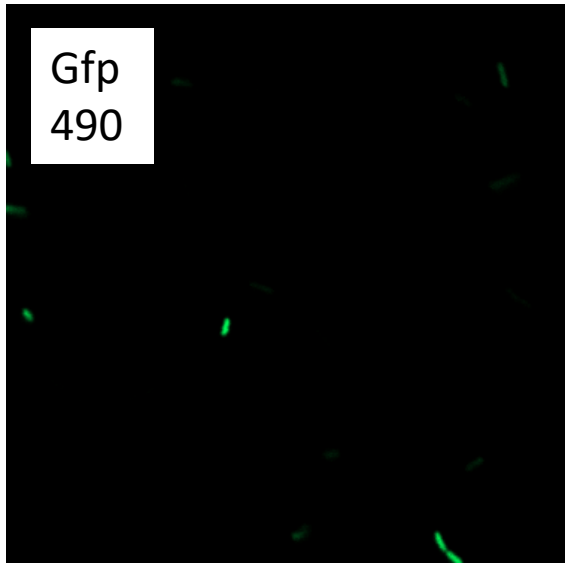
Снижение акриламида в конечном продукте без вреда для растения

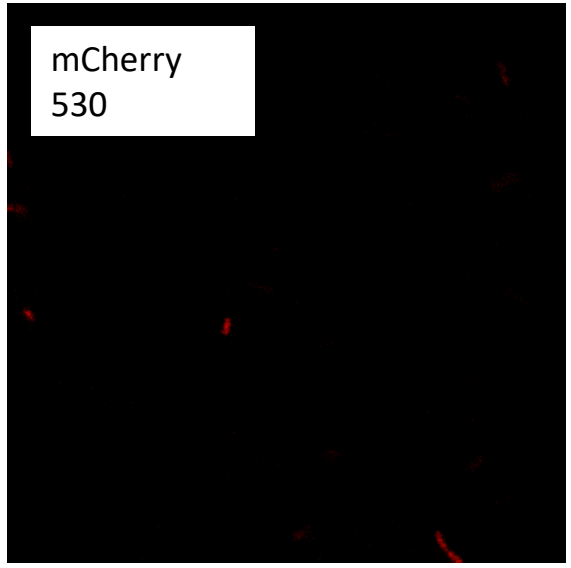
Перспективы:
-Создание продуктов для людей с повышенным риском онкологии

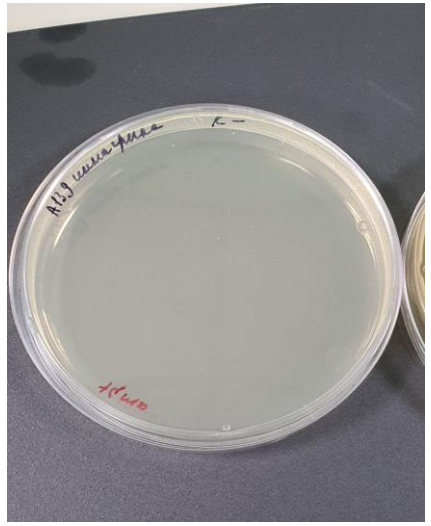
Лабораторная работа

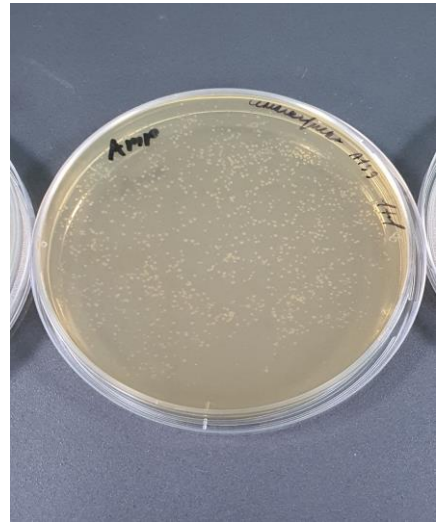
Данные получены на конфокальном сканирующим микроскопе ZEISS LSM 710

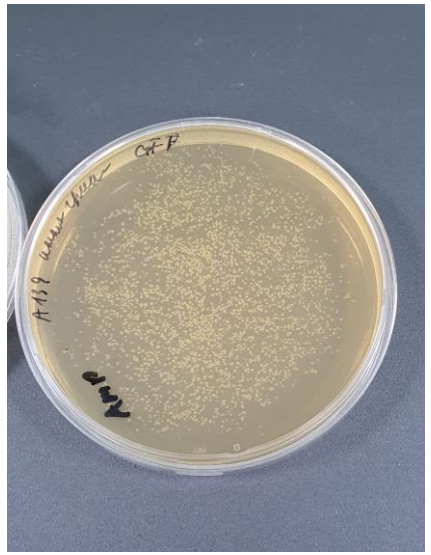


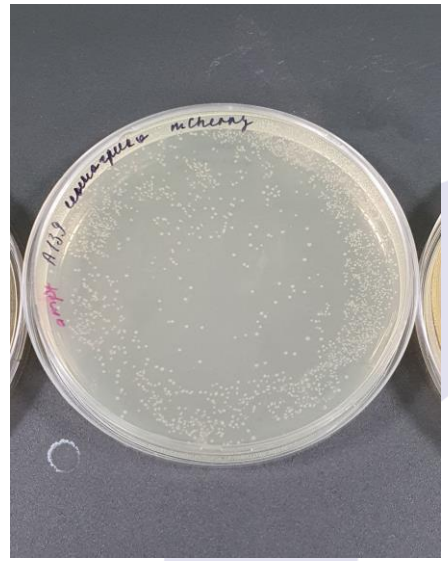












Колонии бактерий

Хлеб без глютена!
Кола без сахара!
Картошка без акриламида!

- Бурхан Б., Ферид А. Акриламид: скрытая опасность //Health, Food & Biotechnology. – 2021. – Т. 1. – №. 1. – С. 113-117.
- Махотенко А. В. и др. Функциональный анализ роли коилина в устойчивости растений картофеля Solanum tuberosum к вирусной инфекции и абиотическим стрессам с использованием системы редактирования CRISPR/Cas9 //Доклады Академии наук. – Федеральное государственное бюджетное учреждение" Российская академия наук", 2019. – Т. 484. – №. 6. – С. 772-776.
- Слугина М. А., Кочиева Е. З. Использование генов углеводного обмена для улучшения качества клубней картофеля (Solanum tuberosum L.) //Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53. – №. 3. – С. 450-463.
- Волков А. А., Долгова А. С., Дедков В. Г. Молекулярные диагностические платформы, созданные на базе систем CRISPR/Cas //Инфекция и иммунитет. – 2022. – Т. 12. – №. 1. – С. 9-20.
- Кирьянов П. С. Поиск селективных маркеров, ассоциированных с аномальным ксилогенезом карельской березы (Betula pendula Roth. var. carelica Merkl.), с использованием высокопроизводительного секвенирования //Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2020. – №. 2 (234). – С. 79-85.
- Власов В. В., Медведев С. П., Закиян С. М. «Редакторы» геномов. От цинковых пальцев до CRISPR //Наука из первых рук. – 2014. – №. 2 (56). – С. 44-53.
- Мензоров А. Г. и др. Практическое руководство по редактированию геномов системой CRISPR/Cas9 //Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2017. – Т. 20. – №. 6. – С. 930-944.
- Хлесткин В. К., Пельтек С. Е., Колчанов Н. А. Гены-мишени для получения сортов картофеля (Solanum tuberosum L.) с заданными свойствами крахмала //Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т. 52. – №. 1. – С. 25-36.
- БУДРО Э. и др. СПОСОБ УМЕНЬШЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АКРИЛАМИДА В ПОДВЕРГНУТЫХ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ. – 2011.
- Muttucumaru N. et al. Photosynthetic assimilation of 14 C into amino acids in potato (Solanum tuberosum) and asparagine in the tubers //Planta. – 2014. – Т. 239. – С. 161-170.
- Дьяченко Е. А. и др. АЛЛЕЛЬНАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ГЕНА ИНГИБИТОРА АМИЛАЗ AI У СОРТОВ И ЛИНИЙ КАРТОФЕЛЯ //Сельскохозяйственная биология. – 2019. – Т. 54. – №. 5. – С. 970-977.
- Астахова Л. Н. и др. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМОТОРОВ ГЕНОВ ТЕПЛОВОГО ШОКА У ДВУХ ВИДОВ ДВУКРЫЛЫХ //Молекулярная биология. – 2014. – Т. 48. – №. 3. – С. 436-436.
- Задорин А. С. и др. Анализ геномного окружения трансгенных вставок в модифицированных растениях картофеля и капусты белокачанной //Биотехнология. – 2008. – №. 6. – С. 15-22.
- Щелкунов С. Н. Генетическая инженерия //Новосибирск: Сиб. унив. изд-во. – 2004.
- Шефтель В. О. Токсические свойства акриламида (обзор) //Гигиена и санитария. – 1990. – №. 8. – С. 48-50.
- Байбурдов Т. А., Шиповская А. Б. Синтез, химические и физико-химические свойства полимеров акриламида. – 2019.
- Бурхан Б., Ферид А. Акриламид: скрытая опасность //Health, Food & Biotechnology. – 2021. – Т. 1. – №. 1. – С. 113-117.
- Сидорчук Ю. В. и др. Особенности экспрессии гена uidA под управлением тканеспецифичных промоторов генов AP3 и RPT2aArabidopsis thaliana L. в трансгенных растениях Nicotiana tabacum L //Физиология растений. – 2021. – Т. 68. – №. 5. – С. 489-500.
- Смирнова О. Г., Кочетов А. В. Промоторы пшеницы для экспрессии трансгенов //Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2014. – Т. 16. – №. 1. – С. 224-231.
- Соколов Н. Н., Занин В. А., Александрова С. С. Бактериальные L-аспарагиназы и глутамин (аспарагин) азы: некоторые свойства, строение и противоопухолевая активность //Вопросы медицинской химии. – 2000. – Т. 46. – №. 6. – С. 531-548.
- Коршунов А. В. и др. Управление содержанием крахмала в картофеле //Аграрный вестник Урала. – 2011. – №. 2. – С. 47-50.
- Поддубная О. В., Поддубный О. А. Сравнительный анализ содержания крахмала в клубнях картофеля //Эпоха науки. – 2020. – №. 24. – С. 72-76.
- Патрушев Л. И. Экспрессия генов. – 2000.
- Ситиков А. С. Антисмысловые РНК как посланники в межклеточной коммуникации: 20 лет спустя //Успехи биологической химии. – 2012. – Т. 52. – С. 157-176.
- Сергеева Е. М. и др. Метаболизм крахмала у картофеля Solanum tuberosum L //Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2022. – Т. 26. – №. 3. – С. 250-263.
- Хлесткин В. К., Пельтек С. Е., Колчанов Н. А. Гены-мишени для получения сортов картофеля (Solanum tuberosum L.) с заданными свойствами крахмала //Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т. 52. – №. 1. – С. 25-36.
- Разин С. В. и др. Семейство белков, содержащих мотив цинковые пальцы Cys2His2-типа: классификация, функции, важнейшие представители //Биохимия. – 2012. – Т. 77. – №. 3. – С. 277-288.
- Becker S., Boch J. TALE and TALEN genome editing technologies //Gene and Genome Editing. – 2021. – Т. 2. – С. 100007.
- Jiang F., Doudna J. A. CRISPR–Cas9 structures and mechanisms //Annual review of biophysics. – 2017. – Т. 46. – №. 1. – С. 505-529.
- Хромов А. В. и др. КОНСТРУИРОВАНИЕ ГИДОВЫХ РНК ДЛЯ РЕДАКТИРОВАНИЯ ГЕНОМА КАРТОФЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ CRISPR/CAS9 //Доклады Академии наук. – Федеральное государственное бюджетное учреждение" Российская академия наук", 2018. – Т. 479. – №. 3. – С. 343-347.
- Котельников Р. Н. и др. Белки, связывающие РНК, в процессах РНК-интерференции //Молекулярная биология. – 2006. – Т. 40. – №. 4. – С. 595-608.