Сравнительный анализ чувствительности и разрешающей способности систем гель-документации: SuperRay (Россия) vs индустриальные стандарты



Москва, 2026 год

Оглавление

Введение 2

1. Сравнение чувствительности приборов 3

1.1 Методика проведения эксперимента 3

1.2 Чувствительность системы SuperRay Midi (APGENA GENOMICA) 4

1.3 Сравнение визуализации одного и того же геля на разных гель-документирующих системах 5

1.4 Гель-документирующая система ChemiDoc Touch Imaging System (Bio-Rad, США) vs SuperRay Midi (APGENA GENOMICA, Россия) 6

1.5 Гель-документирующая система GelDoc XR+ (Bio-Rad, США) vs SuperRay Midi (APGENA GENOMICA, Россия) 8

1.6 Гель-документирующая система ChemiDoc MP Imaging System (Bio-Rad) vs SuperRay Midi (APGENA GENOMICA, Россия) 10

1.7 Гель-документирующая система ChemiScoup 6200 Touch (Clinx Science Instruments, Китай) vs SuperRay Midi (APGENA GENOMICA, Россия) 12

2. Общий вывод по результатам сравнительного анализа 16

3. Приложение. Данные из лабораторий пользователей 18

7.1. Colony PCR, сравнение SuperRay Maxi vs GelDoc XR+ (Bio-Rad). Бромистый этидий, Ultra Gel Red, SafeGreen 18

7.2 SuperRay Maxi vs GelDoc XR+ (Bio-Rad). Визуализация геля окрашенного APGreen I (аналог SYBR Green I от APGENA GENOMICA) 19

7.3 SuperRay Maxi vs GelDoc XR+ (Bio-Rad, США). Визуализация геля, окрашенного APSafe, (аналог SYBR Safe от APGENA GENOMICA) 20

7.4 Контроль качества ПЦР продуктов перед секвенированием, очистка на геле. Сравнение SuperRay Midi vs EZ Gel Documentation System (Bio-Rad, США) 21

7.5 Белковый электрофорез. SDS-Protein Gel Stain Orange (APGENA GENOMICA) Сравнение SuperRay Mini vs E-BOX (Vilber, Франция) 22

4. Рекомендованное оборудование 23

5. База знаний 23

Введение

В данном обзоре мы привели сравнение российских систем гель-документирования SuperRay от компании APGENA GENOMICA с альтернативными импортными системами того же класса.

В основном обзоре представлено сравнение системы **SuperRay Midi** с аналогами от **Bio-Rad (США)** и **Clinx (Китай)**. Анализ чувствительности проводился с использованием маркеров молекулярных масс с точно известным содержанием материала. В приложении также приведены данные от наших пользователей по сравнению моделей **Mini, Midi и Maxi** с системами от **Vilber (Франция)** и **Bio-Rad**. Эти материалы наглядно демонстрируют глубину детализации электрофореграмм в условиях рутинных лабораторных экспериментов.

Важно отметить, что вся линейка SuperRay обладает идентичной чувствительностью и различается лишь размером экрана. Сравнительный анализ показал, что наши системы обеспечивают уровень визуализации, который в большинстве случаев превосходит показатели зарубежных аналогов, а в остальных — соответствует им. Это подтверждает высокую эффективность приборов, несмотря на их компактность.

Разработка SuperRay опиралась на многолетний опыт нашей команды в **ведущих западных корпорациях сектора Life Sciences** (таких как **Applera Corporation, Applied Biosystems, Life Technologies**), где высокие стандарты качества являются приоритетом. Мы стремились создать не просто аналог, а **«персональный гельдок»**: доступный и удобный инструмент для рабочих мест даже небольших групп и при этом без компромисса в чувствительности. Эта доступность, в частности, стала возможной благодаря тому, что наш трансиллюминатор формирует настолько чистый и мощный оптический сигнал, что для его качественной фиксации достаточно камеры современного смартфона. Благодаря модульной конструкции и доске из закаленного стекла, система идеально подходит также для **препаративных задач**. Высокая яркость полос позволяет уверенно проводить резку гелей зачастую даже без использования темной комнаты.

1. Сравнение чувствительности приборов

1.1 Методика проведения эксперимента

В ходе эксперимента была проведена визуализация одного и того же геля, но на разных гель-документирующих системах. Электрофорез проводили в геле повышенного разрешения. На основе 2% агарозы с добавлением 0.75% APGel (аналог 3.5% агарозного геля) в TAE буфере. Время фореза – 46 минут при напряженности поля 6 V/cm. Для анализа чувствительности в гель вносили предельно низкие концентрации маркеров молекулярных масс (рис 1). Более подробро информация о внесенных образцах приведена в таблице 1. После электрофореза гель подвергли постокрашиванию (обьем геля – 25 мл) в 100 мл 1.25 х раствора SafeGreen (APGENA GENOMICA) в TAE буфере.

Лунки	Ледер	Тотально ледера V/лунку	Тотально ледера ng/лунку	ng полосе “1 kb”	ng в полосе “400 bp”
1,2	100 bp + 50 bp (Сибэнзим)	0,36 мкл	72 ng	11,52 ng	4,32 ng
3,4	pUC19/Kzo9 I (Sau3AI) (Сибэнзим)	0,36 мкл	72 ng		
5,6	100 bp + 50 bp (Сибэнзим)	0,2 мкл	40 ng	6,4 ng	2,4 ng
7,8	pUC19/Kzo9 I (Sau3AI) (Сибэнзим)	0,2 мкл	40 ng		
9,10	100 bp + 50 bp (Сибэнзим)	0,1 мкл	20 ng	3,2 ng	1,2 ng
11,12	pUC19/Kzo9 I (Sau3AI) (Сибэнзим)	0,1 мкл	20 ng		
13,14	100 bp + 50 bp (Сибэнзим)	0.05 мкл	10 ng	1,6 ng	0,6 ng
15	pUC19/Kzo9 I (Sau3AI) (Сибэнзим)	0.05 мкл	10 ng		

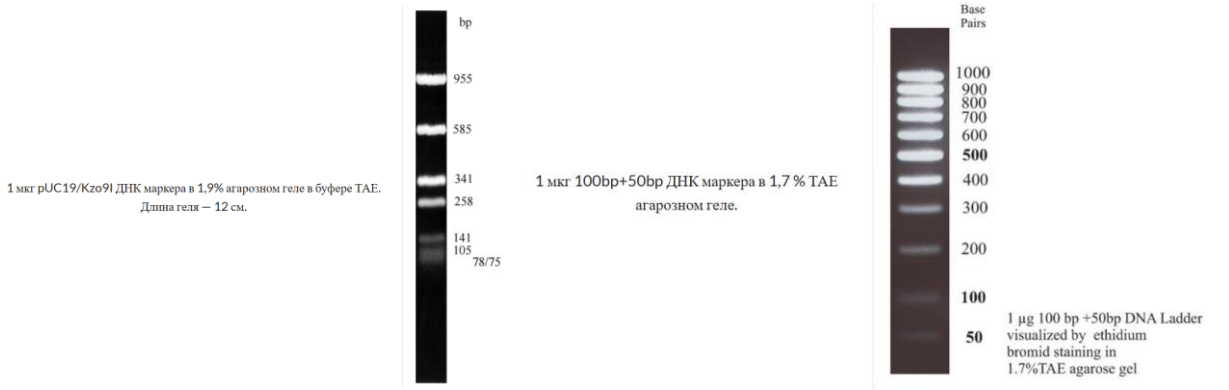


Рисунок 1.Слева - маркер **pUC19/Kzo9 I (Sau3AI). Справа – маркер** 100 bp + 50 bp. Производитель – ООО «СибЭнзайм».

1.2 Чувствительность системы SuperRay Midi (APGENA GENOMICA)

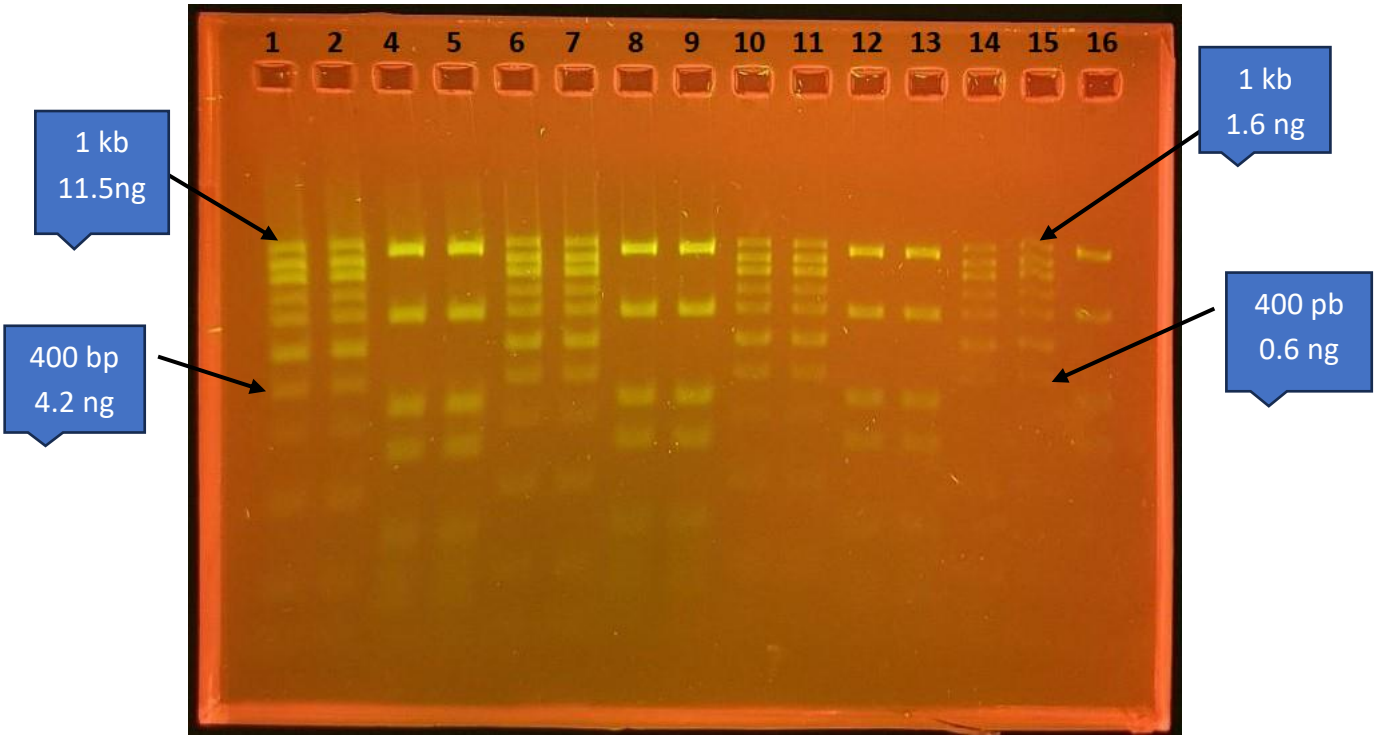


Рисунок 2. Гельдокументирующая система **SuperRay Midi**, фотография на мобильный телефон.

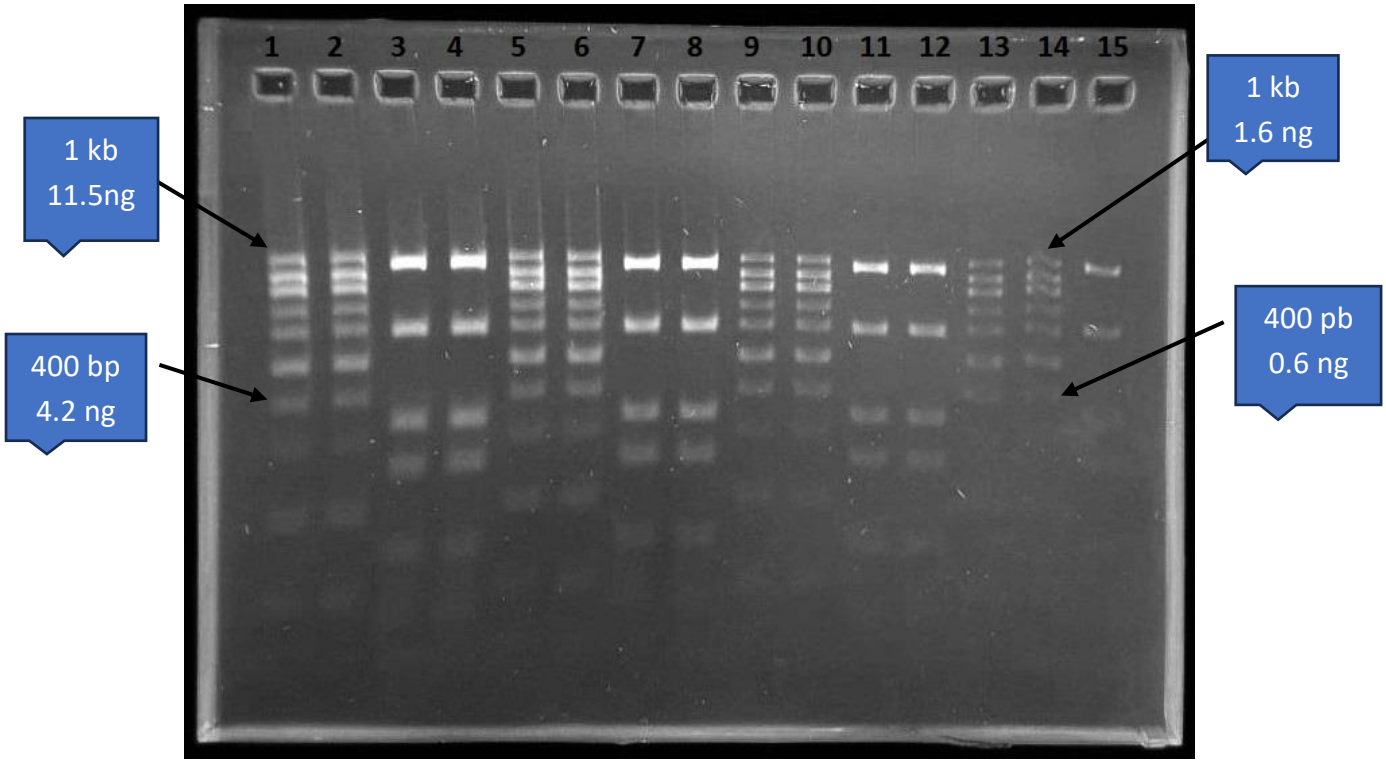


Рисунок 3. Гельдокументирующая система **SuperRay Midi** (APGENA GENOMICA, Россия), фотография на мобильный телефон. Конвертация в черно-белый формат.

Наблюдение. По результатам анализа электрофореграммы наблюдается визуализация полосы 400 pb, 0.6 ng маркера молекулярных масс (100 bp + 50 bp, Сибэнзим) – лунки 13 и 14.

Вывод. Чувствительность системы **SuperRay (APGENA GENOMICA, Россия)** при пост окрашивании агарозного геля красителем 1x SafeGreen составляет не менее 0,6 нг ДНК на полосу.

Комментарий. В данном эксперименте предел обнаружения был определен по фрагменту длиной 400 п.н. На рисунке наблюдается некоторое уширение этой полосы по сравнению с фрагментом 1000 п.н. Поскольку диффузное расширение снижает чувствительность метода, можно предположить, что для фрагмента 1000 п.н. этот показатель будет выше 0,6 нг на полосу. Кроме того, на результат повлияла толщина использованной гребенки (2 мм). За счет уменьшения толщины гребенки до 1.5 или 1 мм и повышения четкости полос предел обнаружения может быть улучшен до 0,2 – 0.4 нг ДНК на полосу. Предел чувствительности красителя SafeGreen в соответствии со спецификацией как раз укладывается в диапазон 0.2-0.6 нг на полосу и таким образом соответствует полученным экспериментальным данным.

1.3 Сравнение визуализации одного и того же геля на разных гель-документирующих системах

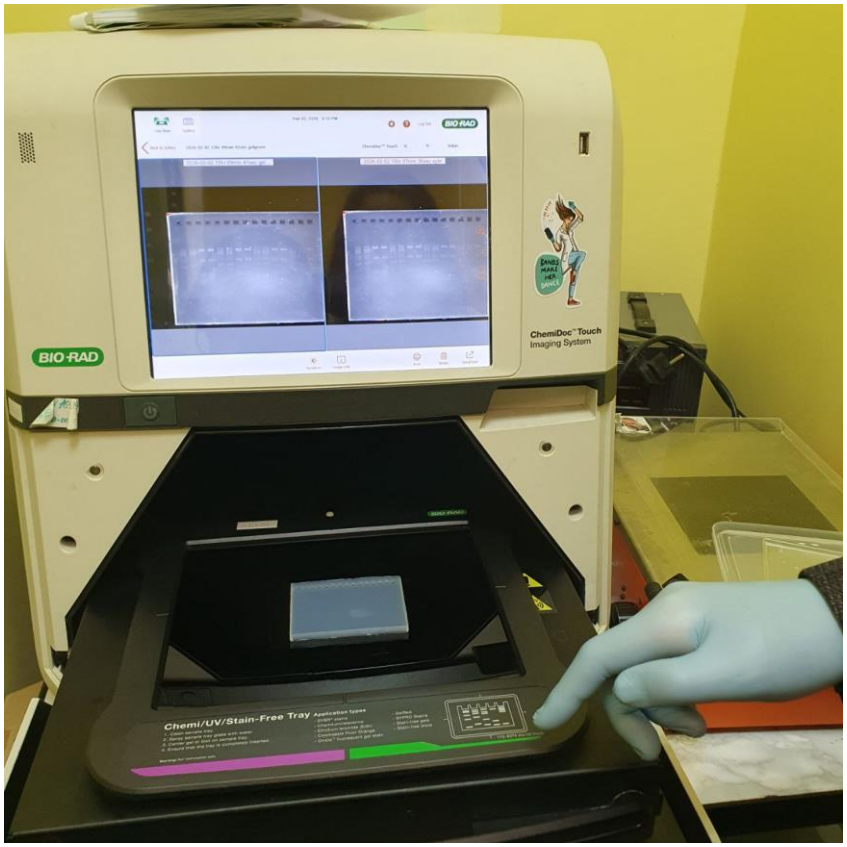
В ходе эксперимента была проведена визуализация **одного и того же (приведенного выше) геля** на системе **SupeRay Midi (APGENA GENOMICA)** и четырех распространенных в лабораториях альтернативных гель-документирующих системах сходного класса от других производителей.

Всё используемое оборудование было расположено в пределах одного учреждения, поэтому весь процесс съёмки занял не более одного часа. Результаты сравнительного анализа представлены ниже.

Кроме того, в приложении мы привели полученные от наших пользователей данные сравнения систем SuperRay (Mini, Midi и Maxi) интересные тем, что в них использовались либо иные красители, либо не приведенные в основном сравнении альтернативные гльдокументирующие системы.

От лица компании APGENA GENOMICA мы благодарим коллег из Института Молекулярной Биологии им Энгельгардта РАН за оказанное содействие и помощь в ходе проведения эксперимента. Также благодарим наших пользователей за предоставленные материалы, которые легли в основу Приложения к данному исследованию.

1.4 Гель-документирующая система ChemiDoc Touch Imaging System (Bio-Rad, США) vs SuperRay Midi (APGENA GENOMICA, Россия)



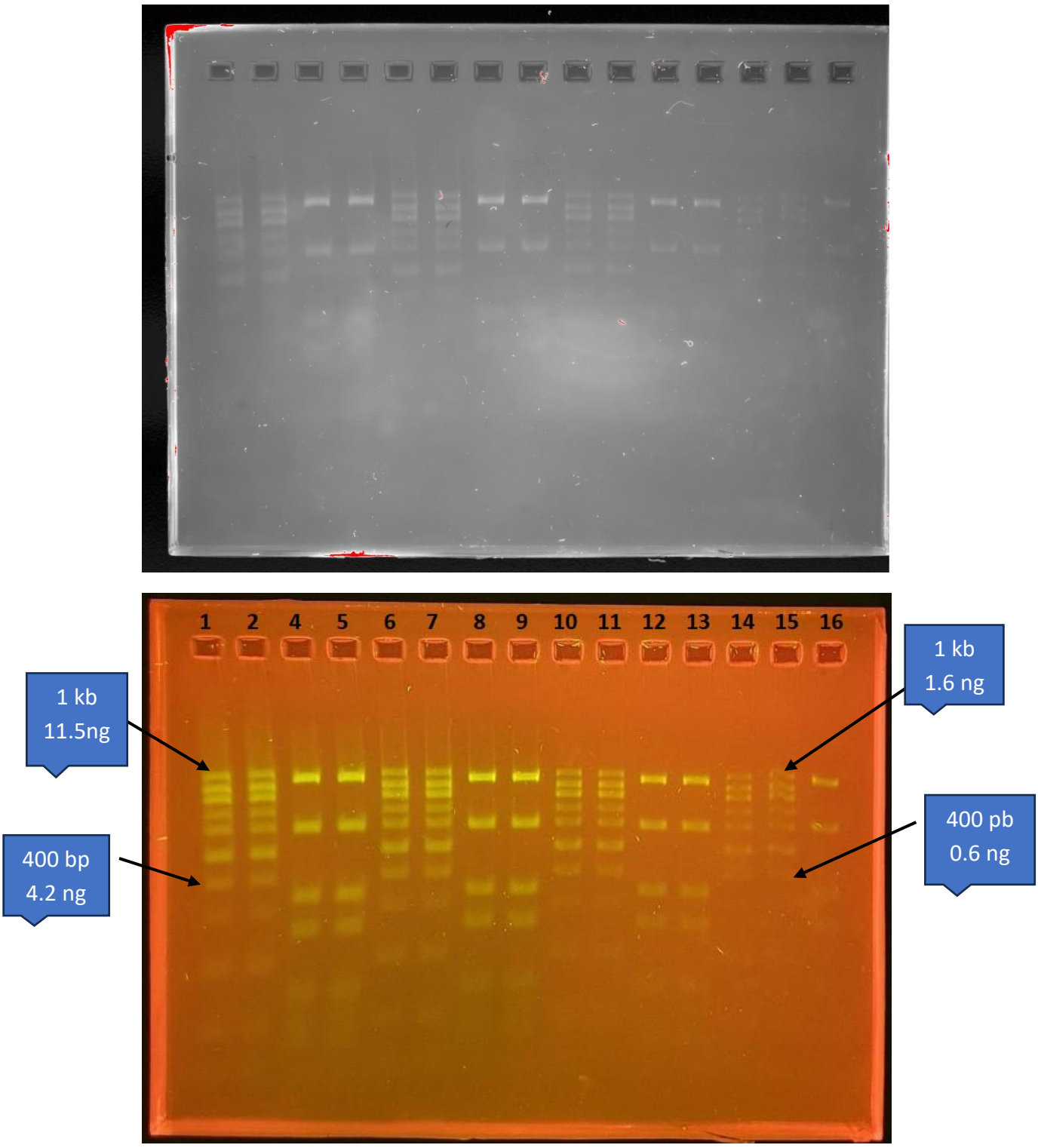


Рисунок 4. Сверху (черно-белое) фото на штатную камеру гельдокументирующей системы ChemiDoc Touch Imaging System (Bio-Rad, США). Снизу (цветное) фото того же геля сделанное с помощью гельдокументирующей системы SuperRay Midi (APGENA GENOMICA, Россия), фотография на мобильный телефон.

Наблюдения. Субьективно данные полученные на системе SuperRay выглядят более яркими и четкими. Полосы 1.6 нг визуализируются на обоих системах. Полоса 0.6 нг не визуализируется на **ChemiDoc Touch,** однако визуализируется на **SuperRay**

1.5 Гель-документирующая система GelDoc XR+ (Bio-Rad, США) vs SuperRay Midi (APGENA GENOMICA, Россия)



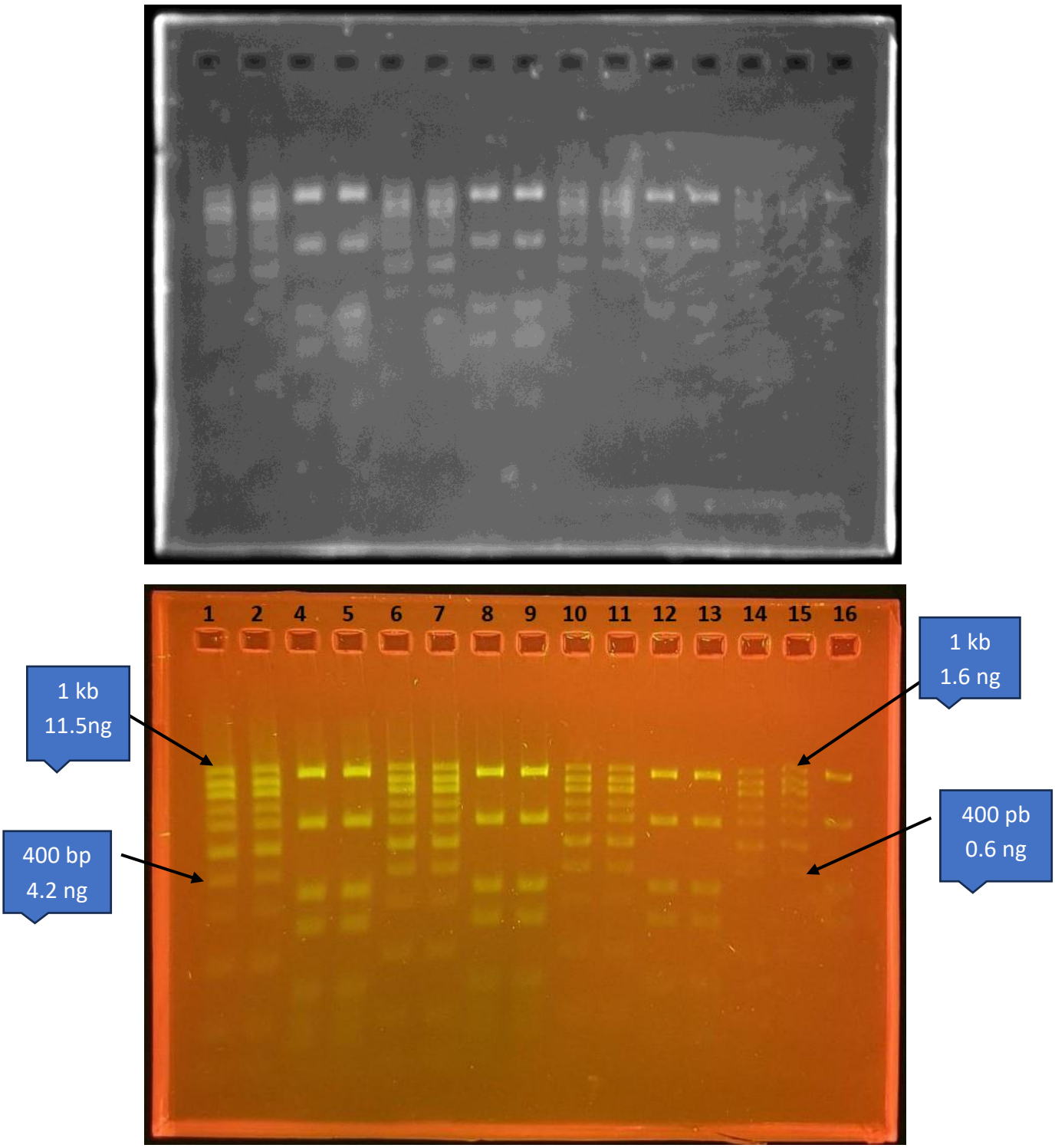


Рисунок 5. Сверху (черно-белое) фото на штатную камеру гельдокументирующей системы GelDoc XR+ (Bio-Rad). Снизу (цветное) фото того же геля сделанное с помощью гельдокументирующей системы SuperRay Midi (APGENA GENOMICA), фотография на мобильный телефон.

Наблюдения. Субъективно данные полученные на системе SuperRay выглядят более яркими и четкими. Полосы 1.6 нг визуализируются на обоих системах. Полоса 0.6 нг не визуализируется на **GelDoc XR+,** однако визуализируется на **SuperRay**

1.6 Гель-документирующая система ChemiDoc MP Imaging System (Bio-Rad) vs SuperRay Midi (APGENA GENOMICA, Россия)



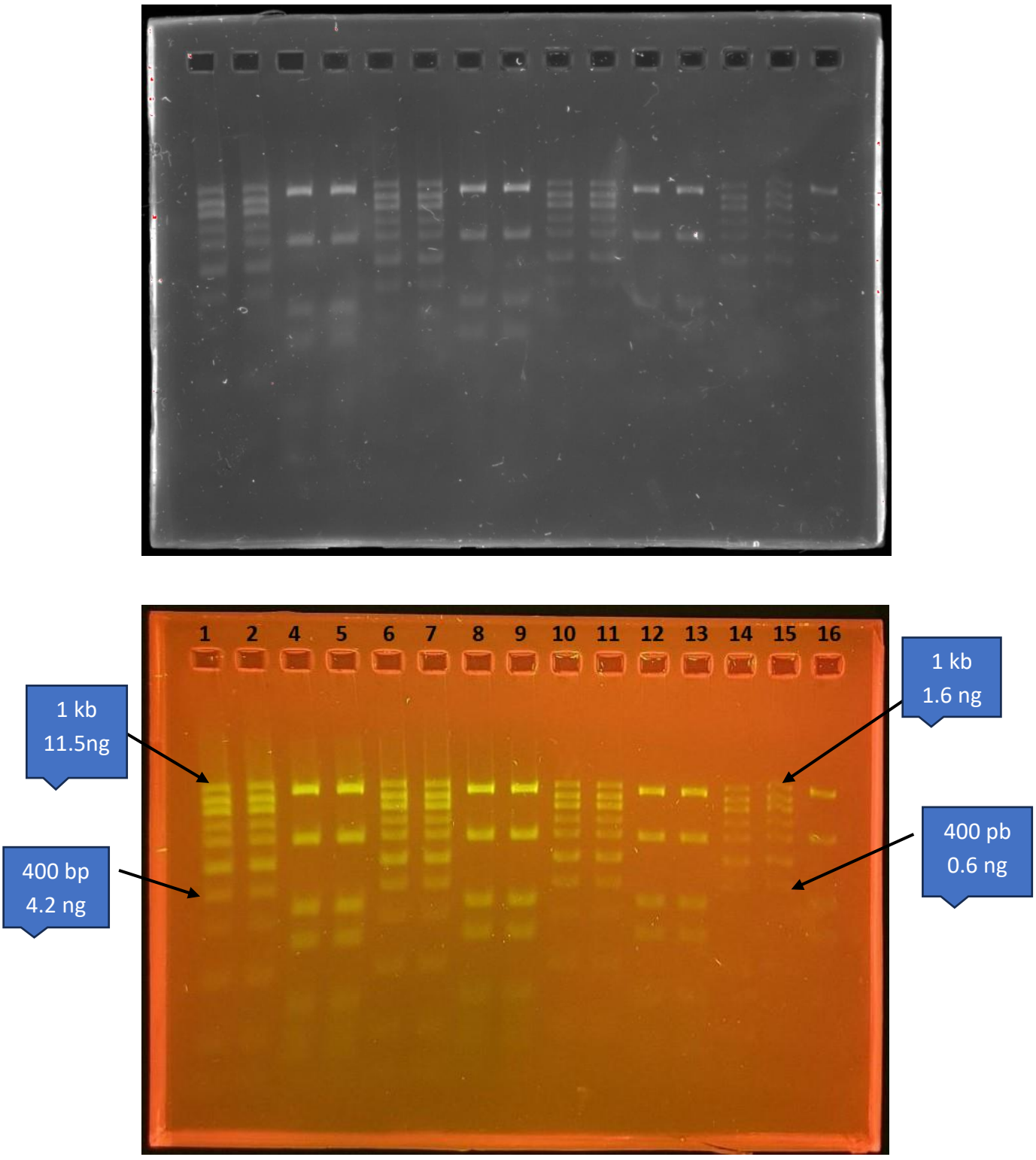
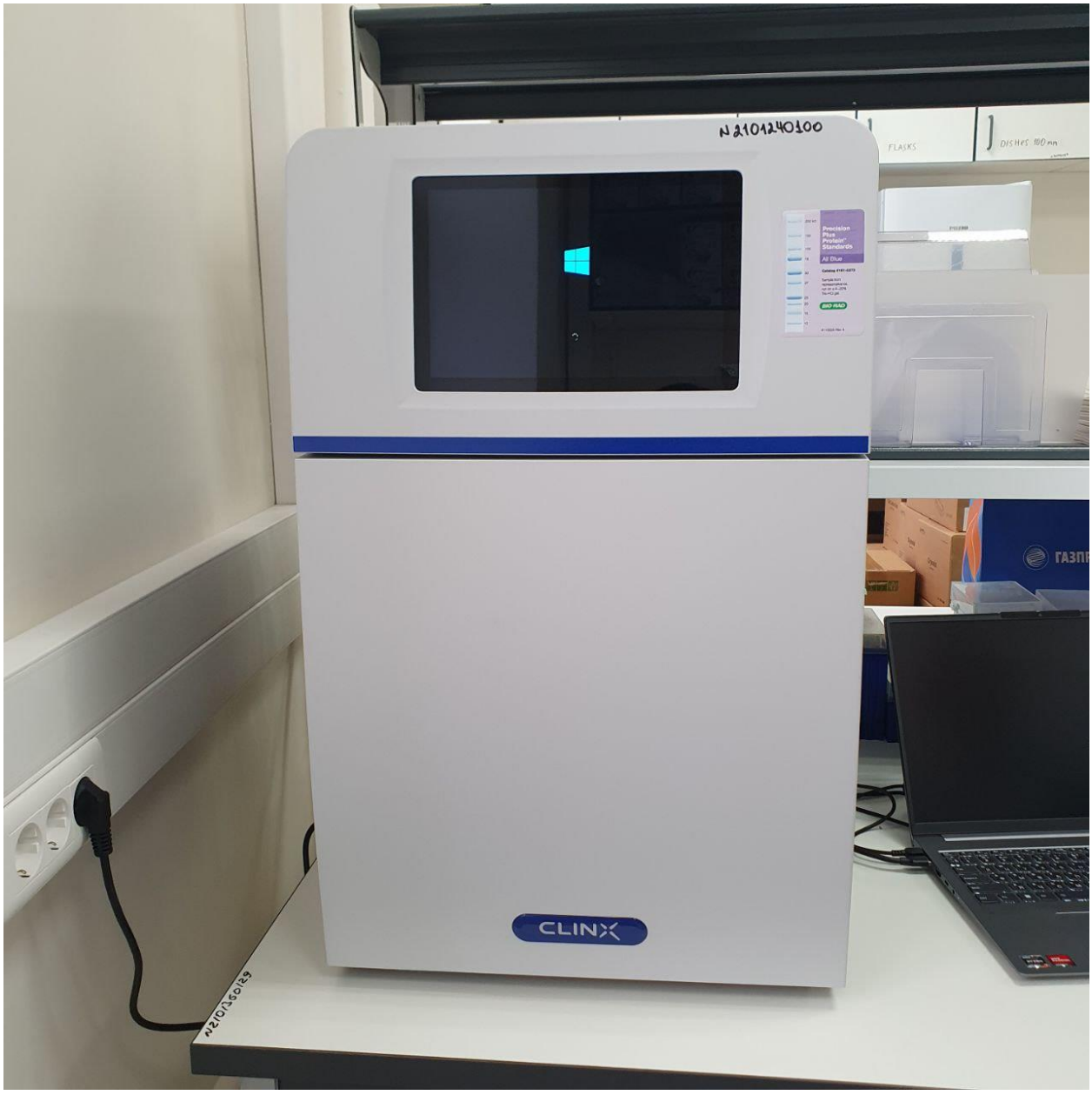


Рисунок 6. Сверху (черно-белое) фото на штатную камеру гельдокументирующей системы ChemiDoc MP Imaging System (Bio-Rad). Снизу (цветное) фото того же геля сделанное с помощью гельдокументирующей системы SuperRay Midi (APGENA GENOMICA), фотография на мобильный телефон.

Наблюдения. Благодаря мощьной промышленной CCD- камере качество данных ChemiDoc MP Imaging System сопоставимо с SuperRay Midi. Полоса 0.6 нг визуализируется на обоих системах. Однако субъективно данные,

полученные на SuperRay, выглядят более четкими за счет более совершенного трансиллюминатора, лежащего в основе системы SuperRay.

1.7 Гель-документирующая система ChemiScoup 6200 Touch (Clinx Science Instruments, Китай) vs SuperRay Midi (APGENA GENOMICA, Россия)



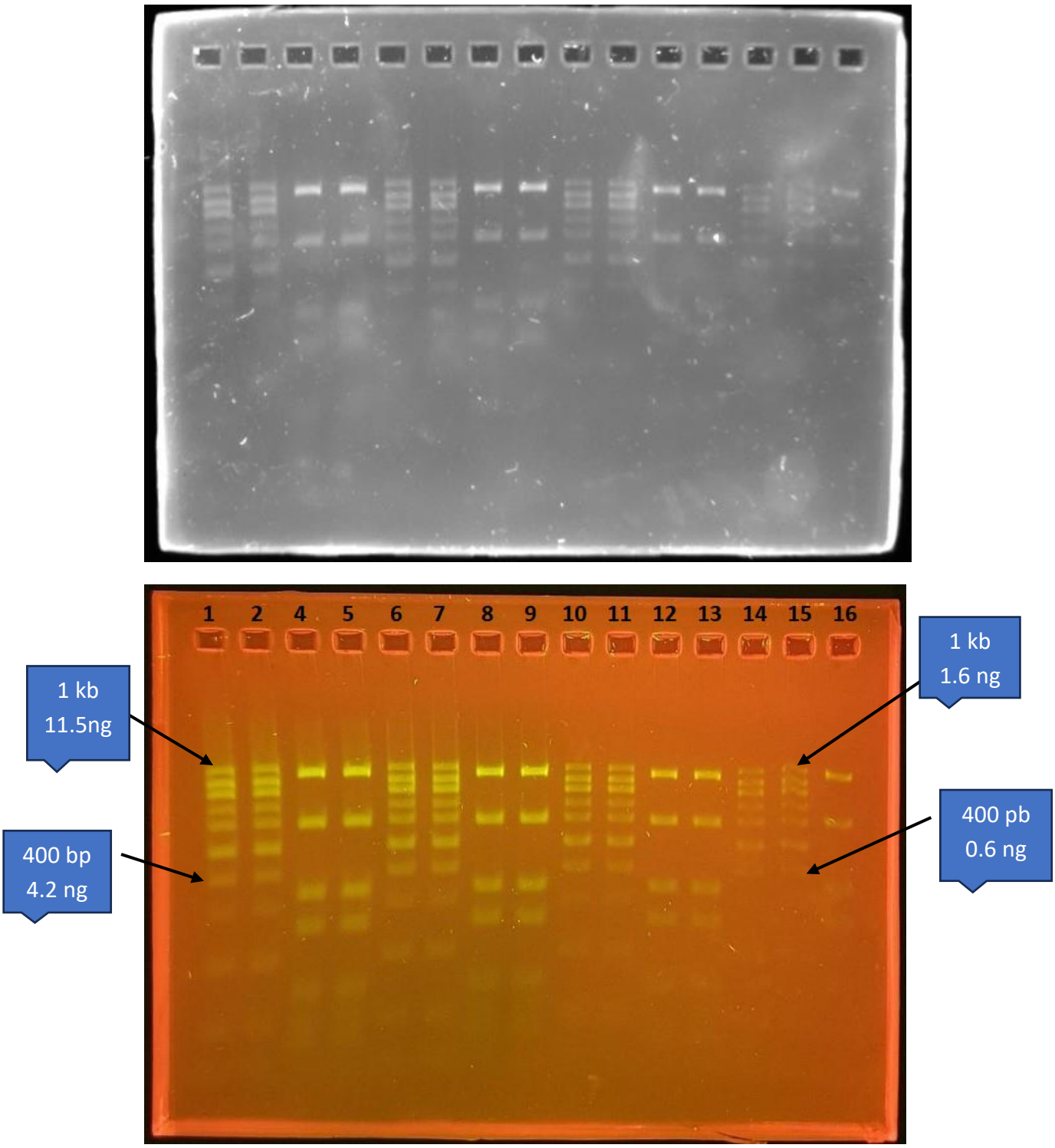


Рисунок 7. Сверху (черно-белое) фото на штатную камеру гельдокументирующей системы ChemiScoup 6200 Touch (Clinx Science Instruments, Китай), визуализация с помощью УФ модуля. Снизу (цветное) фото того же геля сделанное с помощью гельдокументирующей системы SuperRay Midi (APGENA GENOMICA), фотография на мобильный телефон.

Наблюдения. Субьективно данные полученные на системе SuperRay выглядят более яркими и четкими. Полосы 1.6 нг визуализируются на обоих системах. Полоса 0.6 нг не визуализируется на **ChemiScoup 6200 Touch,** однако визуализируется на **SuperRay**

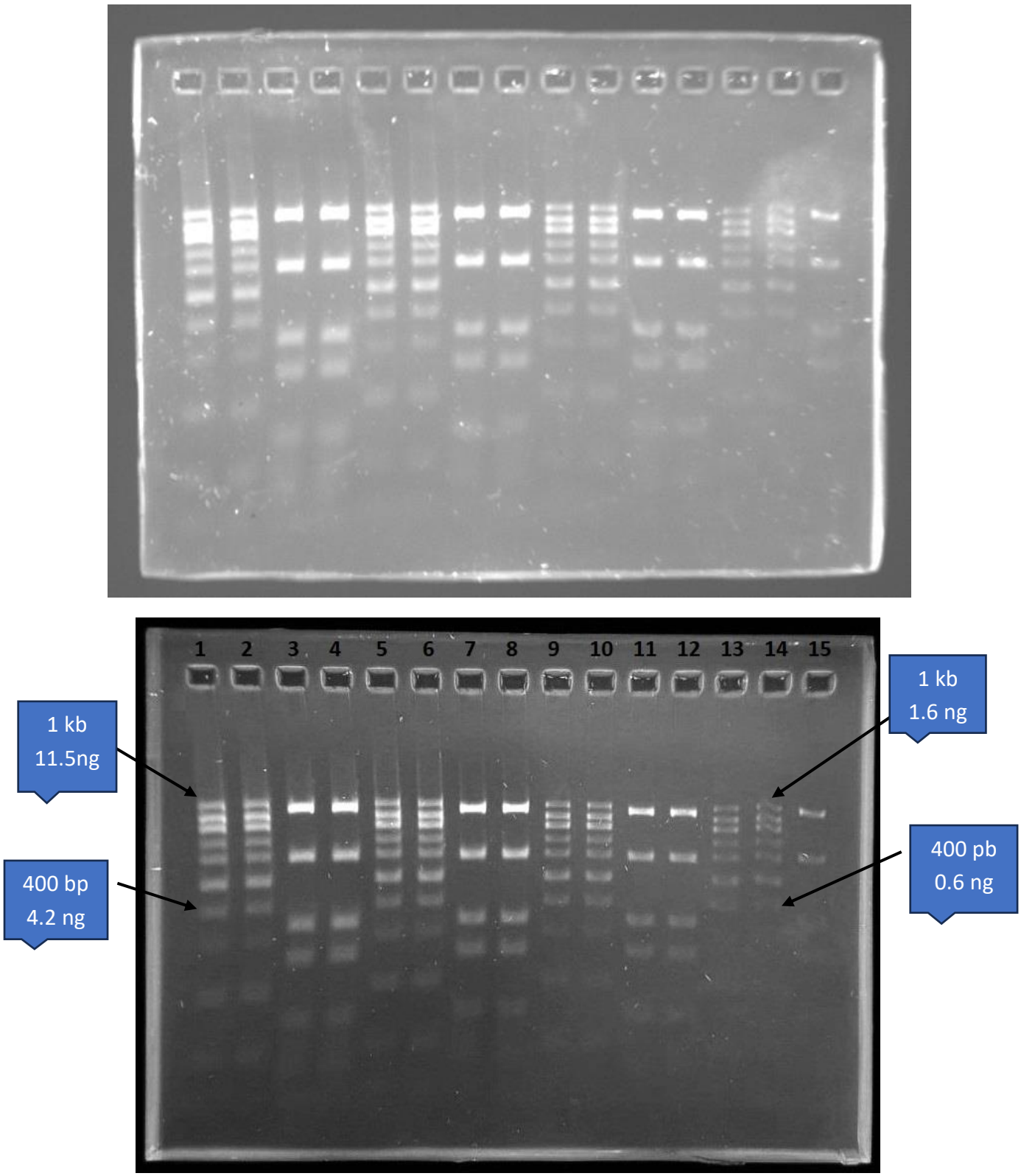


Рисунок 8. Сверху (черно-белое) фото на штатную камеру гельдокументирующей системы ChemiScoup 6200 Touch (Clinx Science Instruments), визуализация с помощью модуля синего света. Снизу фото того же геля сделанное с помощью гельдокументирующей системы SuperRay Midi, фотография на мобильный телефон, конвертация в черно-белый формат для удобства сопоставления.

Наблюдения: Данные сходны, однако, субьективно воспринимаются более яркими на системе ChemiScoup 6200 Touch. При этом система SuperRay показала лучшее разрешение полос и более низкий уровень фонового сигнала.

Переход на синий модуль при визуализации на системе ChemiScoup 6200 Touch привел к увеличению чувствительности по сравнению с ChemiScoup 6200 Touch в комбинации с УФ модулем. В целом данные между ChemiScoup 6200 и SuperRay сходны, различия касаются наиболее низкоконцентрированных фрагментов в районе 0.6 нг и наиболее высококонцентрированных фрагментов в районе 10 нг.

- Фрагменты длиной 900 и 800 bp на фото ChemiScoup 6200 Touch оказались засвечены и слились в одну полосу, на системе SuperRay они яркие, однако, не потеряли разрешение и представлены двумя четкими полосами.

- Фрагмент 400 bp, 0.6 нг, хотя и визуализируется на обоих системах однако субьективно выглядит более ярким на данных ChemiScoup по сравнению с SuperRay.

Таким образом, за счет повышенного времени экспозиции на системе ChemiScoup удалось повысить яркость фрагмента 400 bp, 0.6 нг, однако, за счет “засвета” и потери разрешения более высококонцентрированных фрагментов. Понижение времени экспозиции на ChemiScoup 6200 Touch может помочь с улучшением разрешения высококонцентрированных продуктов при потере в яркости низкоконцентрированных. Такой же эффект с увеличением/уменьшением времени экспозиции можно наблюдать на SuperRay

2. Общий вывод по результатам сравнительного анализа

В ходе эксперимента все рассмотренные системы продемонстрировали значительно более высокую чувствительность по сравнению со стандартным УФ-трансиллюминатором. Использованные в работе количества ДНК-маркера (ледера), как правило, находятся ниже предела визуального обнаружения на обычном трансиллюминаторе. Для наглядности мы провели контрольную съемку экспериментального геля на УФ-трансиллюминаторе среднего класса. Результаты подтверждают, что специализированные системы детекции позволяют выявлять фрагменты, неразличимые при стандартном просмотре.

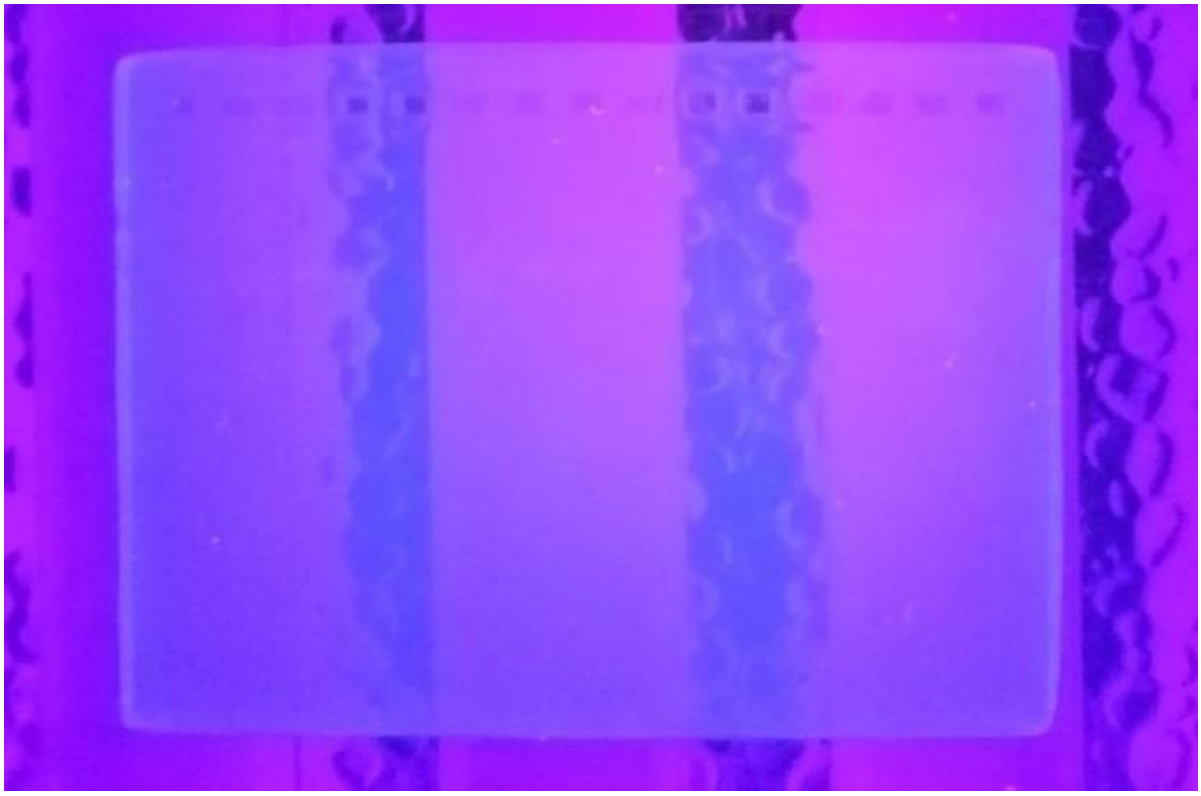


Рисунок 9. Визуализация участвовавшего в эксперименте геля на УФ трансиллюминаторе среднего класса. Отсутствие визуализации низкоконцентрированных полос ледеров. В эксперимент было взято 0.36-0.005 мкл ледера по сравнению с рекомендуемыми для подобных инструментов 5 мкл ледера.

Сравнительное тестирование системы SuperRay Midi (APGENA GENOMICA, Россия) в параллели с индустриальными стандартами (ChemiDoc MP, ChemiDoc Touch, GelDoc XR+ и ChemiScoup 6200) продемонстрировало следующие результаты:

Чувствительность и разрешение. За счет лежащего в своей основе более эффективного трансиллюминатора система SuperRay обеспечивает предел обнаружения ДНК на уровне 0,6 нг на полосу (при постокрашивании 1x SafeGreen), что сопоставимо с результатами гельдоков с мощными поромышленными CCD-камерами. В ряде тестов (сравнение с ChemiDoc Touch и GelDoc XR+) система SuperRay показала лучшую визуализацию низкоконцентрированных фрагментов (0,6 нг), которые не детектировались

штатными камерами стационарных гельдоков. При этом при визуализации на мобильный телефон прибор сохраняет высокое разрешение и широкий динамический диапазон, не допуская «сливания» ярких полос, как это наблюдалось у ChemiScoup 6200 при попытке увеличить экспозицию.

Эргономика и мобильность. Система SuperRay является радикально более компактным решением: её вес в комплектации с системой «Колпак» составляет менее 2 кг, в то время как стационарные аналоги весят от 25 до 50 кг. Кроме того, она не требует подключения к компьютеру. Это позволяет организовать рабочее место для гель-документирования в условиях ограниченного пространства или использовать прибор как мобильную станцию.

Экономическая эффективность. При сопоставимом, а в ряде случаев и превосходящем качестве визуализации, стоимость SuperRay на порядок (в 10 и более раз) ниже стоимости рассмотренных импортных систем.

Удобство для препаративных задач

Стационарные гель-документирующие системы мало приспособлены для препаративной работы: необходимость выдвигать трансиллюминатор из корпуса делает процесс вырезания полос неудобным. **Система SuperRay** лишена этих недостатков. Благодаря компактности и возможности снять “Колпак” для гельдокументации, вы можете работать как на обычном трансиллюминаторе, используя для резки специальную доску из закаленного стекла, которая поставляется в комплекте с прибором. Высокая яркость свечения полос зачастую позволяет проводить препаративные манипуляции даже без использования темной комнаты.



Рисунок 10. Визуализация результатов на SuperRay Mini. Слева — с использованием «Колпака», справа — без него. Полосы ярко светятся даже при включенном освещении.

Рядом с прибором — стекло для резки гелей, которое устанавливается на трансиллюминатор для препаративных задач.

Заключение. Системы SuperRay (APGENA GENOMICA, Россия) представляют собой высокоэффективную альтернативу стационарному оборудованию. Они оптимально сочетают в себе удобство, компактность, превосходную чувствительность и ценовую доступность, что делает их идеальным выбором как для потоковых молекулярно-биологических исследований, так и для оснащения индивидуальных рабочих мест исследователей.

3. Приложение. Данные из лабораторий пользователей

7.1. Colony PCR, сравнение SuperRay Maxi vs GelDoc XR+ (Bio-Rad). Бромистый этидий, Ultra Gel Red, SafeGreen

ПЦР колоний (Colony PCR) — это экспресс-метод проверки бактериальных или дрожжевых колоний на наличие нужной вставки ДНК после молекулярного клонирования.

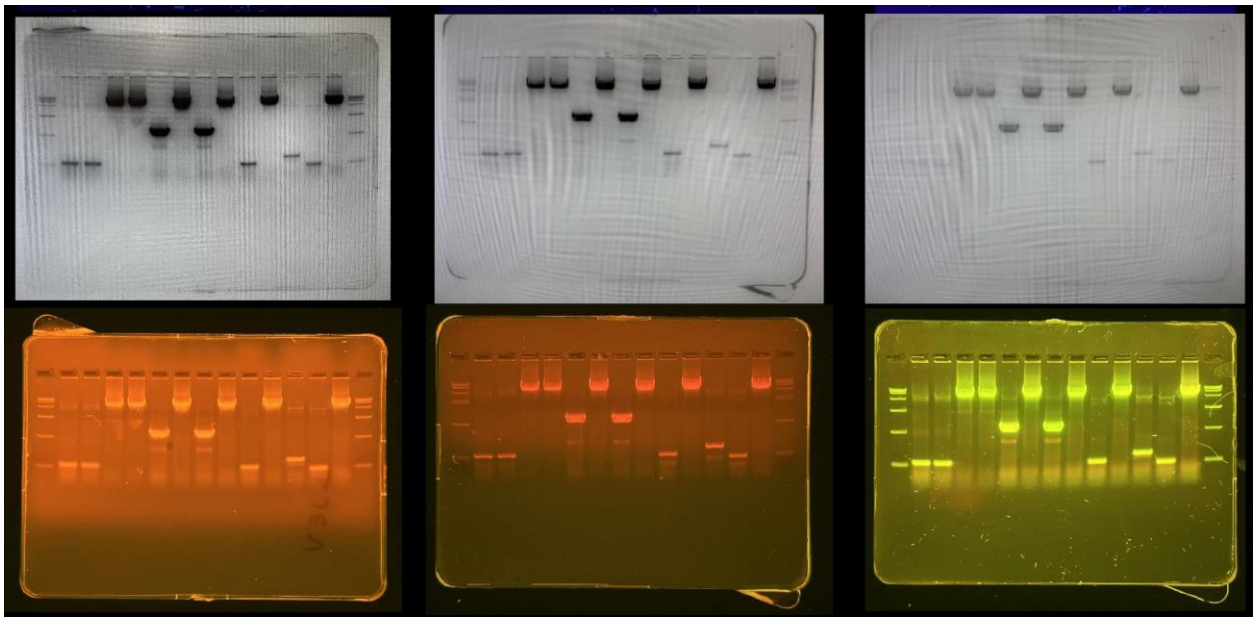


Рисунок 11. Визуализация с помощью двух гель-документирующих систем трех разных гелей, окрашенных тремя разными красками. Сверху (черно-белая) фотография со штатной CCD камеры GelDoc XR+ (Bio-Rad). Снизу – фотография на камеру мобильного телефона полученная с помощью системы SuperRay Maxi (APGENA GENOMICA). Слева – гель окрашен **бромистым этидием** по стандартному протоколу. По центру – гель окрашен краской Ultra Gel Red, по стандартному протоколу. Справа – SafeGreen Dye (пост окрашиванием в 3х SafeGreen)

Наблюдения. Сходная визуализация гелей окрашенных бромистым этидием. Более высокая чувствительность SuperRay на зеленой краске. Лучшие результаты показала комбинация – SafeGreen/SuperRay Maxi

7.2 SuperRay Maxi vs GelDoc XR+ (Bio-Rad). Визуализация геля окрашенного APGreen I (аналог SYBR Green I от APGENA GENOMICA)

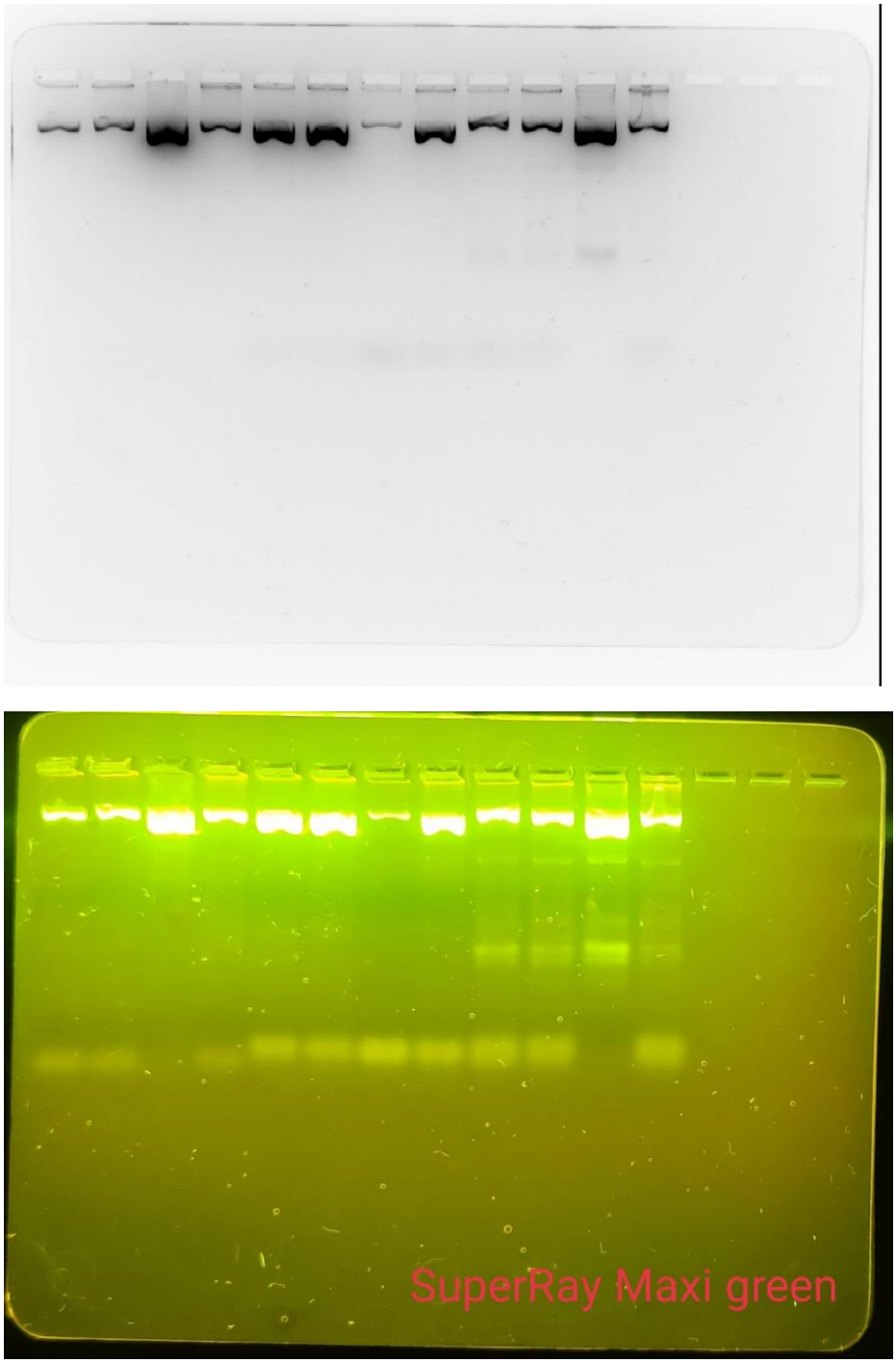


Рисунок 12. Сверху (черно-белая) фотография со штатной CCD камеры GelDoc XR+ (Bio-Rad). Снизу – фотография на камеру мобильного телефона полученная с помощью системы SuperRay Maxi (APGENA GENOMICA).

7.3 SuperRay Maxi vs GelDoc XR+ (Bio-Rad, США). Визуализация геля, окрашенного APSafe, (аналог SYBR Safe от APGENA GENOMICA)

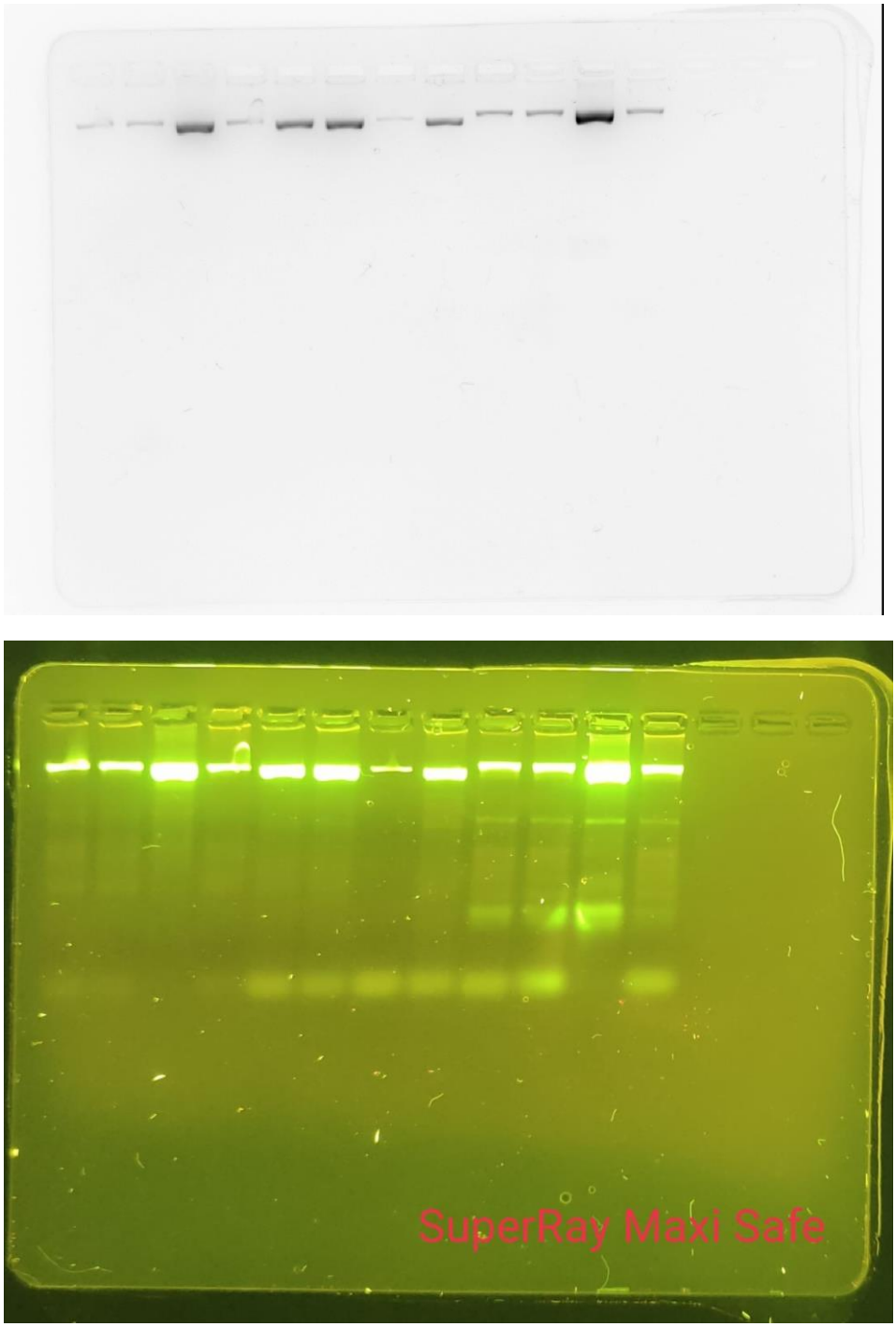


Рисунок 13. Сверху (черно-белая) фотография со штатной CCD камеры GelDoc XR+ (Bio-Rad). Снизу – фотография на камеру мобильного телефона полученная с помощью системы SuperRay Maxi (APGENA GENOMICA)

7.4 Контроль качества ПЦР продуктов перед секвенированием, очистка на геле. Сравнение SuperRay Midi vs EZ Gel Documentation System (Bio-Rad, США)

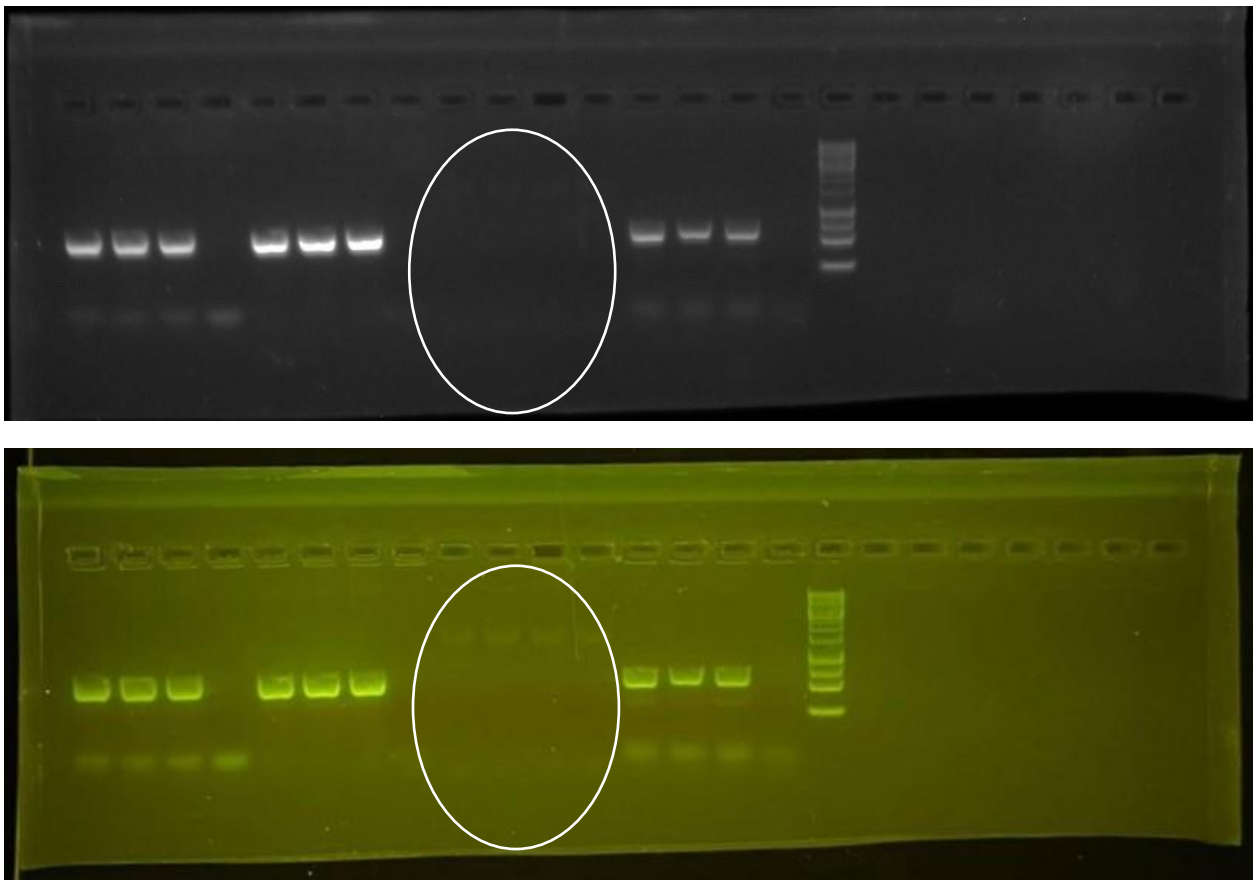


Рисунок 14. Сверху (черно-белое) фото на штатную камеру гельдокументирующей системы Gel Doc EZ Gel Documentation System. Снизу фото того же геля сделанное с помощью гельдокументирующей системы SuperRay Midi, фотография на мобильный телефон

Наблюдение. Система SuperRay Midi дает более высокую детализациюю геля- видны низкоконцентрированные ампликоны, порядка 0.5 нг на полосу (обведены белым овалом). На EZ Gel Documentation System данные фрагменты не детектируются



7.5 Белковый электрофорез. SDS-Protein Gel Stain Orange (APGENA GENOMICA) Сравнение SuperRay Mini vs E-BOX (Vilber, Франция)

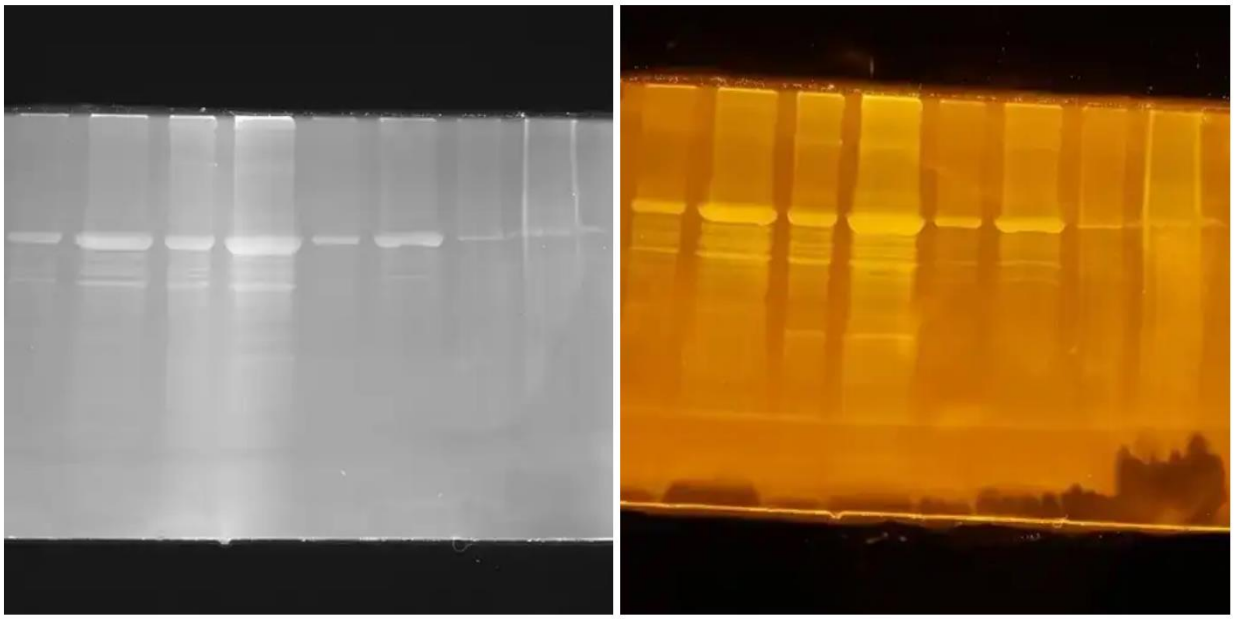


Рисунок 15. Визуализация одного и того же геля. Слева (черно-белая) фотография со штатной CCD камеры гельдокументирующей системы E-BOX (Vilber, Франция). Справа (цветная фотография)– система SuperRay Mini, фото на мобильный телефон. Белковый гель, окраска после проведения электрофореза красителем SDS-Protein Gel Stain Orange, 5000x (APGENA GENOMICA)

Наблюдения. Более детальная визуализация геля с помощью системы SuperRay (APGENA GENOMICA, Россия) по сравнению с E-BOX (Vilber, Франция)



4. Рекомендованное оборудование

Для визуализации гелей, окрашенных **современными флуоресцентными красителями,** такими как APSafe (SYBR Safe), APGreen I (SYBR Green I), APGreen II (SYBR Green II), APGold (SYBR Gold), Safe Green, SDS-Protein Gel Stain Orange рекомендуем использовать трансиллюминаторы синего света в комплекте с системой гельдокументации SuperRay. Эти приборы позволяют эффективно визуализировать нуклеиновые кислоты или белки без использования вредного УФ-излучения. Совершенная оптическая система позволяет получить **практически полное отсутствие фонового сигнала экрана трансиллюминатора** и за счет этого высокое соотношение сигнал/шум

- **SuperRay Mini:** для гелей размером до 9×10 см.
- **SuperRay Midi:** для гелей размером до 10×14 см.
- **SuperRay Maxi:** для гелей размером до 15×15 см.

Системы совместимы также с красителем **бромистый этидий.**

Трансиллюминаторы SuperRay разработаны и производятся в России, г. Москва.

Компания **APGENA GENOMICA** также предлагает широкий выбор современных красителей

Подробнее о трансиллюминаторах SuperRay и красителях от компании APGENA GENOMICA: www.apgena.ru

Только для исследовательских целей!
Не предназначено для использования в пищевой, фармацевтической или иной промышленности. Не предназначено для медицинской диагностики.

5. База знаний

Дополнительную информацию о гель документирующих системах, методике проведения агарозного электрофореза, сортах агарозы, буферах, красителях, приложениях агарозного электрофореза, программном обеспечении для анализа электрофореграмм, а также методике решения проблем можно найти на нашем сайте:

www.apgena.ru
в разделе **База знаний**.

Совет:
Регулярно посещайте наш сайт для получения актуальной информации и обновлений, связанных с использованием оборудования и методиками проведения экспериментов.

Производитель: APGENA GENOMICA, Россия
ИП Плугов Александр Геннадиевич
Москва, Российская Федерация
Сайт компании: www.apgena.ru
Электронная почта: info@apgena.ru

Совет:
Для получения актуальной версии инструкций, дополнительной информации, технической поддержки или консультаций свяжитесь с нами по указанным контактным данным.