

УДК 581.134.6: 663.952.1
AGRIS F62

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/92/21>

КОЛИЧЕСТВО ХЛОРОФИЛЛА В ЛИСТЬЯХ, ТЕРМОУСТОЙЧИВОСТЬ И ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ЧАЯ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В СЕЛЕ ХАНБУЛАН (ЛЕНКОРАНЬ, АЗЕРБАЙДЖАН)

©*Гулиев Ф. А., д-р с.-х. наук, Ленкоранский региональный научный центр НАН Азербайджана, г. Ленкорань, Азербайджан, prof.fquliyev@mail.ru*

©*Ходжатов И. Ю., Ленкоранский региональный научный центр НАН Азербайджана, г. Ленкорань, Азербайджан*

©*Нусратзаде Д. Д., Ленкоранский региональный научный центр НАН Азербайджана, г. Ленкорань, Азербайджан*

©*Асадов Г. Г., Институт дендрологии при Министерстве науки и образования, г. Баку, Азербайджан, asadovhuseynaga@mail.ru*

©*Садыгова К. А., Институт дендрологии при Министерстве науки и образования, г. Баку, Азербайджан*

AMOUNT OF CHLOROPHYLL IN LEAVES, TEMPERATURE AND DROUGHT RESISTANCE OF THE VARIETIES OF TEA GROWN IN THE VILLAGE OF KHANBULAN (LANKARAN, AZERBAIJAN)

©*Guliyev F., Dr. habil., Lankaran Regional Scientific Center of Azerbaijan NAS, Lankaran, Azerbaijan, prof.fquliyev@mail.ru*

©*Khojatov I., Lankaran Regional Scientific Center of Azerbaijan NAS, Lankaran, Azerbaijan*

©*Nusratzadeh D., Lankaran Regional Scientific Center of Azerbaijan NAS, Lankaran, Azerbaijan*

©*Asadov H., Institute of Dendrology Ministry of Science and Education, Baku, Azerbaijan, asadovhuseynaga@mail.ru*

©*Sadigova K., Institute of Dendrology Ministry of Science and Education, Baku, Azerbaijan*

Аннотация. Приводятся данные по содержанию хлорофилла в листьях чая. Место проведения исследований — Ленкоранский региональный научный центр, село Ханбулан. Синтез хлорофилла в листьях чайного растения активизируется весной, а в конце лета интенсивность снижается. Экологические атмосферные факторы, особенно повышение температуры, наносят определенный вред чайным листьям. Чайное растение переносит жару 40°C и осуществляет свое развитие в оптимальных условиях. При температуре выше этого уровня на чайном листе возникают ожоги различной степени, наблюдаются коричневые пятна. На опытном участке использовались сорта: Азербайджан-2; FAQ-22; FAQ-19; Фарман розовый и Фарман чай. Также был изучен процесс фотосинтеза, термоустойчивости, водоудерживающей способности листьев чая, а также объяснение устойчивости чайного растения к факторам окружающей среды.

Abstract. Data on the content of chlorophyll in tea leaves are given. The place of research is the area of the Khanbulan village of the Lankaran Regional Scientific Center. The synthesis of chlorophyll in the leaves of the tea plant is activated in spring, and at the end of summer the intensity decreases. The environmental factors of the atmosphere, especially the rise in temperature, cause some harm to tea leaves. The tea plant tolerates 40°C heat and develops under optimal conditions. At temperatures above this level, burns of varying degrees occur on the tea leaf, brown spots are observed. Varieties were used on the experimental site: Azerbaijan-2; FAQ-22;

FAQ-19; Farman pink and Farman tea. The process of photosynthesis, heat resistance, water-holding capacity of tea leaves, as well as the explanation of the resistance of the tea plant to environmental factors were also studied.

Ключевые слова: хлорофилл, динамика, теплота, запас воды, продуктивность.

Keywords: chlorophyll, dynamics, heat, water supply, productivity.

Введение

Чайное растение выращивается в Азербайджане более 100 лет. Климатические и почвенные условия этого места занимают особое место в выращивании чая и субтропических растений. Еще в 1936 году на первой конференции, проведенной в Баку, академик Н. С. Вавилов сказал, что «Азербайджан является банком эндемичных (редких) растений мира». Тот факт, что Ленкорань является зоной влажных субтропиков, обусловил развитие выращивания чая в полевых условиях. В настоящее время чайное растение, выращиваемое в Азербайджане, приобрело известность наравне с чаем, производимым во всемирно известных Индии, Китае и Японии. Климатические изменения последних лет сказываются на чайном растении, как и на всех других субтропических растениях. Именно с этой целью на чайное растение воздействуют такие факторы окружающей среды, как высокая температура, освещение, относительная влажность, почва, нехватка воды и т. д.

В Ленкорани районе сорта китайского чая выращивают на площади более 20 тыс га. Основная часть чайных плантаций находится в Ленкоранском районе, площадь — 50–75 га в некоторых горных районах Лерикского района, площадь 150–200 га — в Астаринском районе. История выращивания чая в этих районах началась в конце 19 — начале 20 века, а азербайджанский чай получил известность в 21 веке. Начиная с середины 20 века, выращивание чайного растения переживает период роста.

В создании чайных плантаций в Азербайджанской Республике неоценимое участие приняли ученые соседних стран Грузии и Российской Федерации. С этого периода в нашей республике начали действовать предприятия по переработке, фасовке и сортировке чая. Приняты решения по развитию чаеводства в нашей стране, «Программа развития чаеводства на 2018–2027 годы».

Чайное растение требовательно к теплу, почве и относительной влажности. Поскольку климатические и почвенные условия Ленкорани отвечают самым высоким требованиям, сорт китайского чая зарекомендовал себя здесь как «родной». Изменения климата и различные экологические факторы, произошедшие на Земле в последние годы, не обошли стороной динамику развития чайного растения, как и всех других живых существ в саду. Именно поэтому в представленной статье представлены сведения о физиологических, биохимических и молекулярных изменениях, происходящих в листьях чайного растения в результате стрессового воздействия факторов внешней среды [1–4].

Материал и методы исследования

С целью определения количества хлорофилла в листьях чая китайского сорта в качестве объектов исследования использовали сорта и клоны: FAQ-22, FAQ-19; FAQ-2; 2/7 Ленкорань; 3/341 Каспий; 4/44 Фарман розовый; 1/73 Фарман чай; а также 20-25-летние чайные кусты чая — Азербайджан-2 (как опытный вариант), площадью выращивания в 3 га; Фарман чай (FAQ-22), с возрастным периодом 4–5 лет, 30–35-летние чайные кусты в Ленкорани, а также

в селе Хючу Лерикского района, расположенном на высоте 600-700 м горных склонов на опытном поле ЛРНЦ. Общее количество зеленых пигментов и общего хлорофилла в чайных листьях определяли автоматически на самом современном приборе SPAD 502 plus хлорофиллметр.

Настойка чайных кустов исследовалась по методу Ф. Ф Мацкова. Определение проводили каждые 30 мин с использованием 0,2 н HCl (соляной кислоты) при нагревании воды до 40°C; 50°C; 60°C; 70°C; 80°C каждые 30 минут [8].

Водоемкость видового разнообразия чая оценивали по методике Н. С. Петина на основе «быстрого» веса [10]. На основе этого метода чайный лист отделяли от куста, определяли его начальную массу, определяли количество воды, теряемой листом каждые 30 мин в течение 2 ч, и производили расчет исходя из исходной массы. Полученные данные представлены в Таблицах [5–8].

Результаты и обсуждение

Основной задачей листьев растений является процесс фотосинтеза, наряду с дыханием, транспирацией и поступлением кислорода в атмосферный воздух. Зеленые пигменты, осуществляющие этот процесс, — протохлорофилл, хлорофилл «а» и «б». Хлорофилл, притягивающий солнечную энергию, является основным органическим соединением процесса синтеза. Как и листья всех других растений, листовой орган чайного растения очень чувствителен к световой и тепловой энергии. Почки, которые начинают функционировать весной, за короткий промежуток времени образуют зеленые листья, пока продолжается процесс синтеза, обращает на себя внимание полное формирование листьев. Все биологические соединения, синтезированные в листьях чайного растения, обеспечивают развитие чайного куста.

В представленной Таблице 1 отражено числовое значение хлорофилла в листовом органе сорта чая, возделываемого в хозяйстве площадью 3 га Ленкоранского регионального центра НАН Азербайджана на площади 5 мм².

Таблица 1

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ ХЛОРОФИЛЛА
 В СОРТАХ ЧАЯ (мкг на 5 мм² площади), (апрель 2023 г.)

Сорта чая	Общее количество хлорофилла					
	Дата					
	15. 03	14.04	25. 04	28. 04	28. 04	26/06
Азербайджан-2	37,7	41,0	59,3	60,3	62,6	65,1
Фарман чай (FAQ-21)	35,5	37,6	41,6	45,3	47,3	50,2
FAQ-2	39,2	44,1	47,6	49,7	53,1	55,7
Фарман розовый	37,0	48,4	49,9	51,2	54,7	58,3
Хазар	39,3	43,7	46,3	48,7	53,1	56,1
FAQ-22	37,4	43,4	62,4	64,0	66,6	71,0
Ленкорань	32,6	44,3	49,7	50,5	54,8	56,7

Как видно из Таблицы 1, у сорта Азербайджан-2 (как опытный вариант), который только начал развиваться в середине марта, мы обнаружили всего 37,7 мкг хлорофилла, а у сорта Фарман чай (FAQ-21) — 35,5 мкг; у FAQ-2 — 39,2. У Фарман коричневого — 37,0 мкг хлорофилла; у сорта Хазар — 39,3; у FAQ-22 — 27,7 и 32,6 — у сорта Ленкорань чай.

Итак, в районе развиваются разные сорта, а показатели новообразованных сортов ранней весной не столь характерны.

Однако, когда листья достигают оптимального развития, количество хлорофилла как у контрольного варианта, так и у взрослых сортов претерпевает существенные изменения. Так, в апреле на контрольном варианте было собрано 41,0 мкг хлорофилла, а в июне вегетационного периода эта разница достигала 65,1 мкг и была выше исходных данных на 27,4 мкг. Такие высокие показатели достигали 43,6 мкг у сорта FAQ-22. Оптимальный синтез хлорофилла в листовых органах сортов чая, возделываемых в оптимальных условиях (зона ЛРНЦ), свидетельствует как о развитии и продуктивности чайного растения, так и о наборе качественных показателей.

В результате экспериментальных исследований, проведенных на территории ЛРНЦ, измерения, сделанные в листовых органах культурных чайных формаций, представлены в Таблице 2.

Таблица 2

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ ХЛОРОФИЛЛА В ЛИСТЯХ НОВЫХ ЧАЙНЫХ ФОРМАЦИЙ,
на 5 мм² площади/мкг (2023)

Сорта	Общее количество хлорофилла							
	Дата							
	20.03	30.03	19.04	25.04	26.04	27.04	12.06	24.06
FAQ-22	24,5	36,3	43,4	52,7	54,2	59,5	60,2	63,3
FAQ-19	24,6	36,9	43,4	45,4	47,0	47,2	54,2	60,4
FAQ-2	34,9	37,9	43,2	44,7	46,7	49,6	52,7	56,0
2/17 Ленкорань	30,7	33,6	48,4	49,7	50,5	52,4	53,0	54,0
3/341 Хазар	28,9	30,0	36,4	37,0	38,2	41,3	42,0	56,7
4/44 Фарман розовый	31,2	37,4	43,0	44,8	48,3	48,7	51,3	54,0
Фарман чай	32,0	35,8	41,3	41,6	43,2	44,5	45,7	56,0
Азербайджан, 600 м	21,4	23,4	27,7	32,2	35,8	38,0	39,7	64,0
Азербайджан, 700 м	20,0	21,6	23,2	30,0	35,2	36,3	40,6	64,4

По данным Таблицы 2 количество хлорофилла по формациям в марте относительно одинаково, а изменчивость по формациям колеблется от 24,5 до 34,9 мкг. У сорта Азербайджан на горных склонах Лерикского района, поскольку вегетационный период начался относительно поздно, на высоте 600 м зафиксировано 21,4 мкг хлорофилла, а на 5 мм² площади чайного листа на участке, расположенном на высоте 700 м — 20 мкг.

Если на опытном участке развитие речных кустарников началось 20 марта, то на горных склонах наблюдается задержка на 10 дней. В определениях выяснилось, что по мере повышения показателей атмосферного воздуха и температуры в листьях молодых растений (возраст 4–5 лет), при относительной влажности 60–65% синтез хлорофилла в листьях и его активация намного лучше, чем в других частях. Так, начиная с апреля, количество хлорофилла в листьях в третьей декаде мая увеличилось до 40 мкг только у FAQ-22. Это повышение составило 35,5 мкг в FAQ-19; 21,1 мкг в FAQ-2; в 2/7 Ленкорани — 23,3 мкг; в 3/341 Хазаре — 16,8 мкг; в 4/44 Фармане коричневого — 22,3 мкг и в 1/73 Фарман чае — 24,0 мкг. Отметим также, что майский показатель хлорофилла в листьях «зеленых» чайных растений на склонах гор на высоте 600 м над уровнем моря составляет 42,6 мкг, что в 3 раза больше, чем в листе чайного растения, культивируемого на высоте 600 м над уровнем моря. 700 м, т. е. 44,4 мкг. Этот показатель еще раз подтверждает целесообразность эффективного использования горных склонов и расширения территорий.

Расширение горных склонов с целью выращивания чая также экономически

эффективно, не требует применения некоторых агротехнических приемов (полив, опрыскивание, внесение удобрений и т. д.) и очень выгодно для фермеров, нет необходимости тратить больше инвестиций. Здесь качественные показатели продукта отличаются от результатов, полученных на простых участках.

Изучение механизмов влияния экологических факторов в результате климатических изменений на многообразие сортов китайского чая в Ленкоранском региональном научном центре является одним из приоритетных вопросов современности. Здесь приобрели значение повышение важнейших температурных показателей, особенно снижение относительной влажности в результате уменьшения водности рек и морей, изучение роста и развития чайных растений, тепло- и водоаккумулирующих способностей. основные проблемы. С учетом этого изучали термостойкость чайного растения и водоудерживающую способность листьев. В Таблице 3 представлены сведения о термостойкости китайского чайного растения.

Таблица 3

ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ЧАЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

Сорта	Температурное повреждение чайных листьев				
	40°C	50°C	60°C	70°C	80°C
Азербайджан-2	–	–	++	+++	++++
FAQ-22	–	–	++	+++	++++
FAQ-19	–	+	++	+++	++++
FAQ-2	–	+	++	+++	++++
Ленкорань	–	+	++	+++	++++
Хазар	–	+	++	+++	++++
Фарман розовый	–	–	++	+++	++++
Фарман чай	–	+	++	+++	++++

Примечание: «–» — без повреждений, «+» — слабый урон, «++» — средний урон, «+++» — высокий урон, «++++» — полный урон

Как видно из Таблицы 3, в зависимости от условий выращивания сортов чая их жаростойкость достаточно близка друг к другу. В ходе эксперимента было установлено, что при температуре чайного растения выше 40°C листья сначала слегка повреждаются, при этом признаке повреждаются семена на кончиках листьев, а через некоторое время кончик листа превращается розовый. Из объектов исследования не отмечены только сорта Азербайджан-2 (контрольный вариант), FAQ-22 и Фарман розовый. Высокая температура, наблюдавшаяся в районе в летний сезон (июль 2021 г.), вызвала разную степень поражения чайного растения [8–11].

Летом если наблюдается засуха, целесообразно проводить опрыскивание площадей в вечернее время [12].

Следует также отметить, что на чайных плантациях, расположенных на высоте 600–700 м в селе Хючу Лерикского района, несмотря на сухой климат, на листьях чайных растений не зафиксировано признаков повреждения или засыхания в зависимости от температуры.

В Таблице 4 показана водоудерживающая способность листовых органов культивируемого чайного растения на опытном участке ЛРНЦ и на территории фермы, при этом различий между видами не наблюдается.

Таблица 4

ВОДОУДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЛИСТЬЕВ ЧАЙНЫХ СОРТОВ,
 мкл/ч на опытном участке

Сорта	Экспериментальный участок					Площадь поля				
	Начальное количество	После 30'	После 60'	После 90'	После 120'	Начальное количество	После 30'	После 60'	После 90'	После 120'
Азербайджан-2	0,760	0,700	0,673	0,600	0,600	0,700	0,680	0,600	0,575	0,500
FAQ-22	0,785	0,750	0,750	0,655	0,610	1,00	0,950	0,875	0,815	0,720
FAQ-19	0,800	0,780	0,720	0,700	0,645	0,950	0,900	0,860	0,800	0,715
FAQ-2	0,500	0,500	0,475	0,440	0,400	0,600	0,540	0,505	0,470	0,400
Ленкорань	0,500	0,456	0,440	0,400	0,400	0,600	0,545	0,505	0,425	0,470
Хазар	0,400	0,400	0,372	0,370	0,345	0,700	0,655	0,810	0,515	0,450
Фарман розовый	0,400	0,400	0,375	0,360	0,340	0,900	0,870	0,835	0,740	0,370
Фарман чай	0,700	0,670	0,600	0,580	0,510	0,940	0,900	0,875	0,785	0,500

Из данных Таблицы 4 видно, что относительное разнообразие листьев контрольного варианта и опытных образцов, листьев вегетации по сортам составляет 0,760 мкл листьев сорта Азербайджан-2, а остальное — другие продукты. Количество воды рассчитывали исходя из исходной массы и определяли количество воды, теряемой (испаряемой) листом за 2 часа. Исходя из анатомического строения листа, было подсчитано, что листовой орган теряет 0,500 мкл воды.

Из Таблицы 4 видно, что водоудерживающей способности листьев в FAQ-19, Фарман чай и в FAQ-22, больше чем проверочных вариантов: в FAQ-22 на 0,125 мкл и в FAQ-19 на 0,140 мкл. Однако количество воды, теряемой листом за 2 ч, составляет 0,175 мкл; FAQ-19 было высоким — 155 мкл. У сорта Фарман чай листья потеряли 0,190 в течение 2 часов. Эти показатели говорят о том, что чем больше воды они испаряют, тем менее долговечны и тем хуже переносят засуху. Опытные растения: FAQ-2 Ленкорань, Хазар и Фарман розовый обладают большой водоемкостью и могут противостоять засухе.

Из Таблицы 4 была определена водоаккумулирующая способность листовых органов речных формаций, возделываемых в речном поле, и было видно, что водоемкость формаций в полевых условиях выше, чем у опытных полей. Этот признак должен рассматриваться по возрастным различиям чайных кустов. Количество воды, теряемой растениями проверочного варианта в обоих районах, одинаково. FAQ-22 потерял 0,180 мкл воды за 2 часа; FAQ-19 — 0,175 мкл; FAQ-2 — 0,200 мкл; Ленкорань чай — 0,150 мкл; Хазар — 0,150 мкл; Фарман розовый — 0,030; Фарман чай — 0,200.

Низкая относительная влажность воздуха в полевых условиях значительно снижает водоудерживающую способность чайного листа. Поэтому орошение речных полей летом должно быть одним из основных агротехнических мероприятий.

Заключение

1. Из исследований выяснилось, что активный синтез хлорофилла в листьях чайного сорта начинается весной, а в конце лета отмечается снижение.

2. Чайные формации, выращиваемые в Ленкоранском районе Азербайджана, устойчивы к температуре до +40°C, при последующем повышении температуры отмечается повреждение листьев.

3. У исследованных формаций: Азербайджан-2; FAQ-22 и Фарман чай водоудерживающая способность листьев значительно выше.

Список литературы:

1. Quliyev F., Quliyev R. Çay işi. Baku, 2014. 540 s.
2. Кулиев Ф. А. Результаты клоновой селекции чая в Азербайджане // Научное обеспечение устойчивого развития плодоводства и декоративного садоводства. 2019. С. 222-228.
3. Кулиев Ф. А. Влияние поливов на микроклимат и урожайность чайных плантаций // Гидротехника и мелиорация. 1970. №11.
4. Кулиев Ф. А. Культура чая в Азербайджане. Баку: Элм, 1993.
5. Али-заде М. А. Физиология чайного куста. Баку: Изд-во АН АзССР, 1964. 222 с.
6. Мəmmədov T. S., Əsədov X. X. Bitki ekologiyanı. Baku: Qarağac, 2014. 310 s.
7. Nüsrətzadə D. Lerik rayonunda çayçılığın inkişaf perspektivləri // Kənd təsərrüfatının iqtisadiyyatı. 2020. №4(34). S. 98.
8. Викторов Д. П. Малый практикум по физиологии растений. М.: Высшая школа, 1969. С. 94-95.
9. Генкель П. А., Прокофьев А. А. Физиология засухоустойчивости растений. М.: Наука, 1971. 306 с.
10. Петин Н. С., Лебедев Г. В. О водном режиме растений чая, культивируемых в условиях орошения // Памяти академика Н. А. Максимова. М.: Изд. АН СССР. 1957.
11. Мухина В. А. Эколого-физиологическое исследование чая: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Л., 1953. 16 с.
12. Хамзаев М. М., Качибая И. Д. Орошение чайных плантаций важный агротехнический прием повышения урожайности чайных плантаций. Тбилиси, 1957. 23 с.

References:

1. Guliev, F., & Guliev, R. (2014). Chainoe delo. Baku. (in Azerbaijani).
2. Kuliev, F. A. (2019). Rezul'taty klonovoi seleksii chaya v Azerbaidzhane. In *Nauchnoe obespechenie ustoichivogo razvitiya plodovodstva i dekorativnogo sadovodstva*, 222-228. (in Russian).
3. Kuliev, F. A. (1970). Vliyanie polivov na mikroklimat i urozhainost' chainykh plantatsii. *Gidrotekhnika i melioratsiya*, (11). (in Russian).
4. Kuliev, F. A. (1993). Kul'tura chaya v Azerbaidzhane. Baku. (in Russian).
5. Ali-zade, M. A. (1964). Fiziologiya chainogo kusta. Baku. (in Russian).
6. Mamedov, T. S., & Asadov, Kh. Kh. (2014). Ekologiya rastenii. Baku. (in Azerbaijani).
7. Nusretzade, D. (2020). Perspektivy razvitiya chaevodstva v Lerikskom raione. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva*, (4(34)), 98. (in Azerbaijani).
8. Viktorov, D. P. (1969). Malyi praktikum po fiziologii rastenii. Moscow, 94-95. (in Russian).
9. Genkel, P. A., & Prokofev, A. A. (1971). Fiziologiya zasukhoustoichivosti rastenii. Moscow. (in Russian).
10. Petinov, N. S., & Lebedev, G. V. (1957). O vodnom rezhime rastenii chaya, kul'tiviruemykh v usloviyakh orosheniya. In *Pamyati akademika NA Maksimova*, Moscow. (in Russian).
11. Mukhina, V. A. (1953). Ekologo-fiziologicheskoe issledovanie chaya: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Leningrad. (in Russian).
12. Khamzaev, M. M., & Kachibaya, I. D. (1957). Oroshenie chainykh plantatsii vazhnyi

agrotekhnicheskii priem povysheniya urozhainosti chaynykh plantatsii. Tbilisi. (in Russian).

Работа поступила
в редакцию 28.05.2023 г.

Принята к публикации
09.06.2023 г.

Ссылка для цитирования:

Гулиев Ф. А., Ходжатов И. Ю., Нусратзаде Д. Д., Асадов Г. Г., Садыгова К. А. Количество хлорофилла в листьях, термоустойчивость и засухоустойчивость сортов чая, выращиваемых в селе Ханбулан (Ленкорань, Азербайджан) // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. №7. С. 144-151. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/92/21>

Cite as (APA):

Guliyev, F., Khojatov, I., Nusratzadeh, D., Asadov, H., & Sadigova, K. (2023). Amount of Chlorophyll in Leaves, Temperature and Drought Resistance of the Varieties of Tea Grown in the Village of Khanbulan (Lankaran, Azerbaijan). *Bulletin of Science and Practice*, 9(7), 144-151. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/92/21>