
CROP PRODUCTION

DOI: <https://doi.org/10.23649/jae.2022.3.23.04>

Sazonova I.A.^{1*}, Bychkova V.V.², Erokhina A.V.³, Bochkareva Yu.V.⁴

^{1, 2, 3, 4} Russian Research and Design-Technological Institute of Sorghum and Corn, Saratov, Russia

* Corresponding author (iasazonova[at]mail.ru)

Received: 28.06.2022; Accepted: 01.07.2022; Published: 20.07.2022

FRACTION COMPOSITION OF PROTEIN POLYMERS IN GRAIN OF VARIOUS SORGHUM GENOTYPES

Research article

Abstract

The composition of protein fractions in the grain of selected varieties of two-year harvests – 2020 and 2021 – was estimated. In terms of the amount of full-fledged albumin fraction, the RSC Locus sample had the lowest value regardless of the harvest year. In terms of the content of full-fledged proteins in 2020, the leader was sorghum Volzhskoe 4, and in 2021 – sorghum Infiniti. The globulin fraction in the protein of grain sorghum remained stable for two years.

The assessment of the usefulness of sorghum grain protein by the average value for 2 years of harvest was conducted. The level of albumin showed great variance depending on the grain sorghum genotype. Based on the results of two years of research, a sample characterized by the highest biological value of the sorghum protein – Infiniti was detected. In addition, 5 sorghum samples were identified, which contained a sufficiently high number of albumins, and, therefore, had a high biological value of protein.

Keywords: protein, amino acids, grain, sorghum, fraction composition, biological value.

Сафонова И.А.^{1*}, Бычкова В.В.², Ерохина А.В.³, Бочкарева Ю.В.⁴

^{1, 2, 3, 4} Российский научно–исследовательский и проектно–технологический институт сорго и кукурузы, Саратов, Россия

* Корреспондирующий автор (iasazonova[at]mail.ru)

Получена: 28.06.2022; Доработана: 01.07.2022; Опубликована: 20.07.2022

ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ БЕЛКОВЫХ ПОЛИМЕРОВ В ЗЕРНЕ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ СОРГО

Научная статья

Аннотация

Оценен состав белковых фракций в зерне отобранных сортообразцов урожаев двух лет – 2020 и 2021 годов. По количеству полноценной альбуминовой фракции образец РСК Локус имел самое низкое значение независимо от года урожая. По содержанию полноценных белков в 2020 году лидером было сорго Волжское 4, а в 2021 году – сорго Инфинити. Глобулиновая фракция в белке зернового сорго отличалась стабильностью в течение двух лет.

Проведена оценка полноценности белка зерна сорго по среднему значению за 2 года урожая. Уровень альбуминов показал большую вариативность в зависимости от генотипа зернового сорго. По итогам двух лет исследования выделен образец, характеризующийся наибольшей биологической ценностью белка сорго – Инфинити. Помимо этого, определены 5 образцов сорго, которые содержали достаточно высокое количество альбуминов, следовательно, обладали высокой биологической ценностью белка.

Ключевые слова: белок, аминокислоты, зерно, сорго, фракционный состав, биологическая ценность.

1. Введение

Дефицит кормового и пищевого белка в настоящее время является не решенной проблемой для общества. Наряду с традиционным использованием белковых веществ животного происхождения, существует необходимость использования источников растительного протеина. Несмотря на многообразие научных рекомендаций и решений в данной области, необходимы расширенные исследования, которые позволят выделить наиболее ценные по содержанию белкового комплекса сорта и гибриды сельскохозяйственных культур.

Растительные белки неравноценны по аминокислотному составу, растворимости и переваримости. Поэтому качество растениеводческой продукции оценивается не только по содержанию, но и по полноценности белков на

основе изучения их фракционного состава. Вместе с тем, исходное качество зерна и его биополимеров оказывает существенное влияние на структуру и органолептические свойства готовых продуктов [1], [2]. Изучение фракционного состава белка зерна позволяет выявлять генотипы с наиболее ценными свойствами для перерабатывающей промышленности и кормопроизводства.

Общеизвестно, что реализация генетического потенциала сельскохозяйственных культур происходит под влиянием условий внешней среды. В настоящее время накоплено достаточно научных данных, которые позволяют понять сложные взаимодействия систем, лежащих в основе формирования качества зерна. Неотъемлемой частью здесь являются экологические факторы, в результате воздействия которых происходят физиологические процессы в растениях и накопление питательных веществ в зерне. Большое влияние на качество зерна оказывают не только сортовые различия, но и метеоусловия года, в котором был получен урожай [3], [4].

В рамках прикладного значения особенное внимание заслуживают сельскохозяйственные культуры, имеющие высокую продуктивность и приспособленные к местным условиям окружающей среды. К таким культурам относится сорго зерновое, которое обладает засухоустойчивостью, высокой пластичностью, и при соответствующем наборе сортов, гибридов и правильной агротехнике обеспечивают высокие и устойчивые урожаи зерна [5]. Кроме того, сорго является альтернативной культурой, которая может заменить зерновые культуры в комбикормах [6, С. 783]. В то же время питательная ценность сорго обусловлена сортовыми различиями и климатическими условиями выращивания [7].

В связи с вышесказанным, целью настоящих исследований было изучить фракционный состав белка зерна сорго зернового урожая 2020 и 2021 годов и выявить образцы с наиболее полноценным белком за данный период.

2. Материалы и методы исследования

В качестве материала исследований выбраны сортообразцы сорго зернового: РСК Локус, Азарт, Гранат, Жемчуг, Волжское 4, РСК Оникс, Топаз, РСК Каскад, Бакалавр, Камелик, Кремовое, Аванс, РСК Кахолонг, РСК Коралл, Инфинити.

Фракции белка разделяли методом экстракции по схеме Осборна [8], где предусматривается последовательное извлечение белков дистиллированной водой, 0,5 М раствором хлористого калия, 70%-ным раствором этанола и 0,2%-ным раствором едкого натра.

Исследования проводились в трехкратной повторности, результаты подвергались двухфакторному дисперсионному анализу и статистическому анализу выборки с последующей обработкой данных с помощью программы Agros 2.09 [9].

3. Результаты

Общеизвестно, что качество зерна и состав его компонентов формируется в результате сложных процессов метаболизма, происходящих в растениях под действием внешней среды. Очевидно, что на биохимический состав зерна и качество белка в нем будет непосредственно влиять год урожая.

В наших исследованиях была дана характеристика метеоусловий Саратовской области. В 2020 году средняя температура воздуха за вегетационный период составляла 19,6°C, а количество осадков – 19,89 мм. Во второй декаде июля и третьей декаде августа осадков не наблюдалось. В 2021 году в вегетационный период отмечали среднедекадную температуру по области 21,8°C, количество осадков – 14,73 мм. В первой декаде августа осадков не наблюдалось.

Проведя дисперсионный анализ и сравнивая количество белковых фракций в зерне сорго разного урожая, необходимо отметить, что наблюдались достоверные значительные различия у идентичных сортообразцов (рисунок 1).

По содержанию полноценных альбуминов в 2020 году лидером было сорго Волжское 4 (20,79 г/100 г белка). Достаточно высокий уровень данной фракции также отмечался у Инфинити, Азарта, Жемчуга, РСК Коралл и РСК Кахолонг (от 19 до 19 г/100 г белка). Сортообразцы, отличающиеся самым низким количеством альбуминов, это РСК Локус и Камелик.

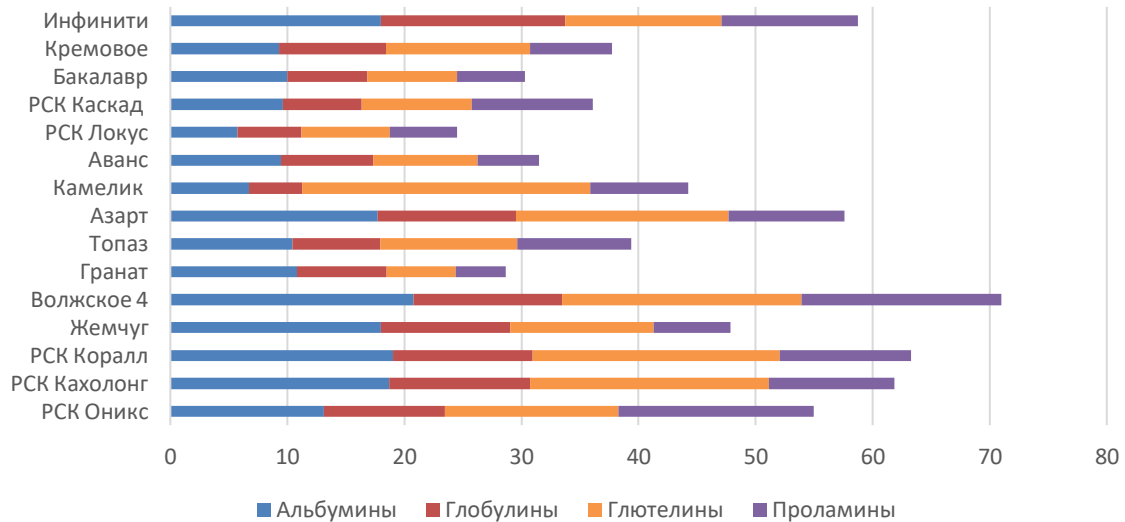
В 2021 году похожая тенденция наблюдалась только в части минимального значения альбуминовой фракции. Здесь фигурировал также образец РСК Локус, причем произошло увеличение альбуминов по сравнению с предыдущим годом на 37,4%. У остальных образцов сорго значения данной фракции белка варьировали и в сторону возрастания, и снижения по сравнению с урожаем 2020 года.

Глобулиновая фракция в белке зернового сорго отличалась большей стабильностью. Лидировал по данному показателю образец Инфинити независимо от года урожая. Причем в 2021 году произошло возрастание данного вида белков в зерне на 51% по сравнению с 2020 годом. Самый низкий уровень глобулинов не зависимо от года был зафиксирован у сорго Камелик: 4,55 г/100 г белка в 2020 г.; 3,65 г/100 г белка в 2021 г., а также у РСК Локус: 5,43 г/100 г белка в 2020 г.; 4,69 г/100 г белка в 2021 г. Причем наблюдалось небольшое снижение данной фракции в 2021 году по сравнению с 2020 годом – на 25% и 15,7% соответственно.

Щелочерастворимая фракция белков – глютелиновая, имела максимальное значение у сорго Камелик независимо от года урожая, кроме того, оно находилось на одном уровне (25 г/100 г белка).

Белок сортообразца Гранат отличался минимальным количеством глютелинов в 2020 году (5,88 г/100 г белка), а в 2021 году это значение возросло на 55%. Сорго Кремовое имело меньше всего глютелинов в зерне урожая 2021 года, что различалось в 2,5 раза с предыдущим годом.

Урожай 2020 года



Урожай 2021 года

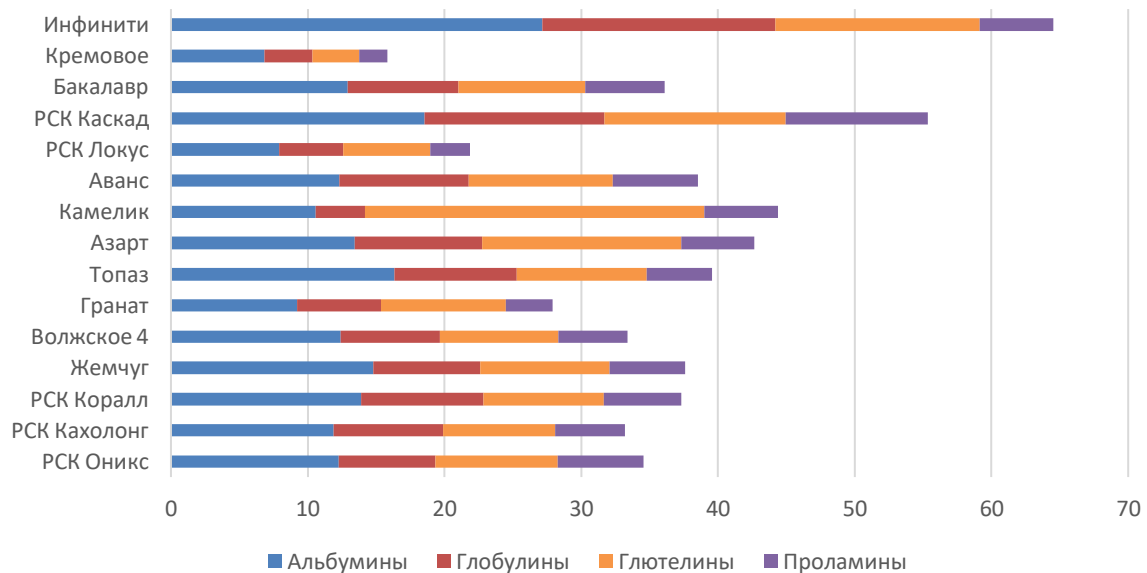


Рис. 1 – Фракционный состав белка зерна сорго

Самыми неполноценными белками являются проламины. Анализируя полученные данные, было отмечено, что в зерне сорго урожая 2020 года значительное количество образцов имело достаточно высокий уровень данного показателя: РСК Оникс, РСК Кахолонг, РСК Коралл, Волжское 4, СРК Каскад, Инфинити. Из этих образцов максимальное значение отмечались у РСК Оникс и сорго Волжское 4 (17 г/100 г белка). Урожай следующего года отличался достоверным снижением данной фракции в зерне, в среднем в 2 раза.

Был зафиксирован образец сорго, который независимо от года урожая имел минимальное по сравнению со всеми значение проламинов в белке зерна – РСК Локус. Снижение проламиновой фракции у него имело аналогичную тенденцию, как и с другими образцами: в 2 раза по сравнению с урожаем 2020 года.

Так как каждая белковая фракция имеет свою биологическую характеристику, в том числе различия по аминокислотному составу, они могут являться индикаторами полноценности белка и пищевой ценности зерна в целом. Наиболее высокое биологическое значение имеет альбуминовая фракция – водорастворимая. В составе альбуминов все незаменимые кислоты содержатся почти в оптимальных соотношениях. Самую же низкую биологическую ценность имеет проламиновая фракция – спирторастворимые белки, которые характеризуются очень малым содержанием ряда незаменимых аминокислот. В частности, крайне мало двух важнейших незаменимых аминокислот — лизина и триптофана. В недостаточном количестве в них также содержится треонина, метионина и валина. Таким образом, проламины относят к неполноценным белкам. Они прежде всего играют запасную функцию, а в сорго представлены в основном кафирином, который расположен в эндосперме.

В наших исследованиях полноценность белка определяли по среднему значению за 2 года, данные представлены на рисунке 2. Уровень альбуминов (на графике обозначен зеленой линией) показал большую вариативность в зависимости от генотипа зернового сорго.

Среднее значение за 2020-2021 гг.

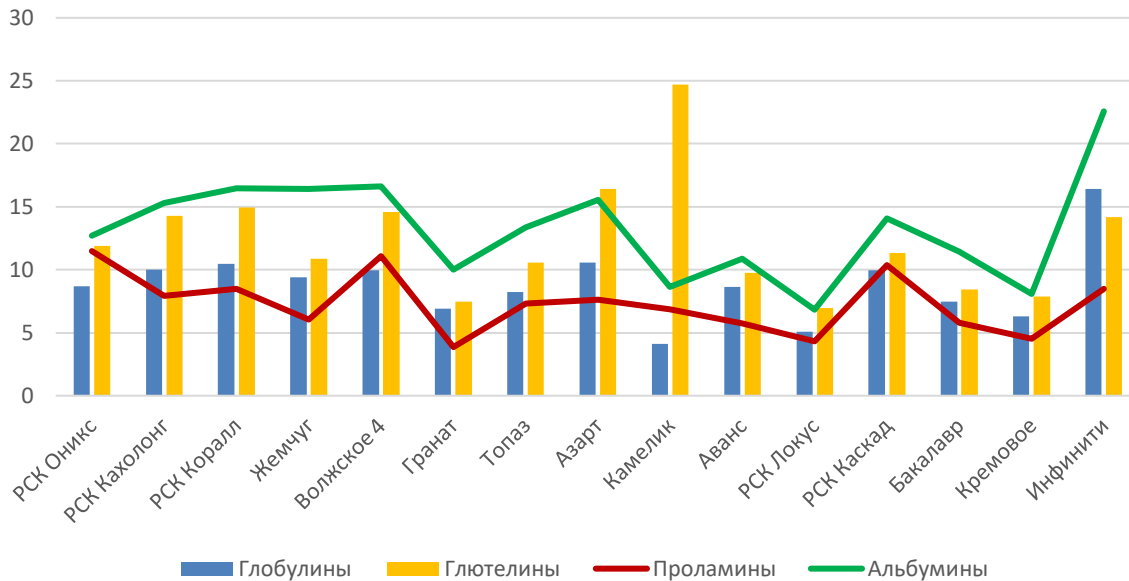


Рис. 2 – Полноценность белка зернового сорго по фракционному составу

Максимальное значение альбуминовой фракции белка присутствовало в образце Инфинити, что превышало минимальный уровень в 3 раза. Достаточно высокое количество альбуминов отмечали в таких образцах как РСК Кахолонг, РСК Коралл, Жемчуг, Волжское 4, Азарт – от 15,28 до 16,6 г/100 г белка. Полученные данные свидетельствуют о высокой биологической ценности белка зернового сорго вышеназванных образцов.

Уровень проламинов на графике обозначен красной линией. Отсюда можно увидеть, что сорго Волжское 4, которое характеризовалось высоким уровнем альбуминовой фракции, имело также максимальное значение неполноценного белка (11,08 г/100 г белка). Такое же количество проламинов имело сорго РСК Оникс, результаты между ними были статистически не достоверными. Минимальное же значение данной белковой фракции отмечалось у образцов Гранат, РСК Локус, Кремовое (на уровне 4 г/100 г белка).

Именно эти сортообразцы одновременно отличались низкими значениями альбуминовой фракции в белке. Примечательно, что они также имели самое большое количество нерастворимого белка в остатке, который может затруднить переваривание белка в целом.

4. Выводы

Учитывая результаты 2-летнего исследования, самым оптимальным соотношением белковых фракций обладал сортообразец Инфинити. Следовательно, он обладает высокой питательной ценностью для пищевой промышленности и кормопроизводства, а также высокой усвояемостью. Инфинити сохраняло стабильность по высокой полноценности белка в зерне в течение двух лет.

Кроме того, были выделены образцы, которые имели наибольшее количество полноценного белка в зерне: РСК Кахолонг, РСК Коралл, Жемчуг, Волжское 4, Азарт.

РСК Оникс, напротив, обладал самым высоким уровнем неполноценного белка в зерне, а значит характеризовался низкой питательной ценностью.

Conflict of Interest

None declared.

Конфликт интересов

Не указан.

References

1. Антипова Л.В. Оценка потенциала источников растительных белков для производства продуктов питания / Л.В. Антипова, Л.Е. Мартемьянова // Пищевая промышленность. – 2013. – № 8. – С. 10–12.
2. Нечаев А.П. Белки пшеницы. Технология получения и применения (состояние, проблемы, пути развития) / А.П. Нечаев, Г.Н. Дубцова, В.В. Колпакова // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 1995. – № 1–2. – С. 28–30.
3. Титков В.И. Влияние агроэкологических факторов на белковость и физические показатели качества зерна крупяных культур / В.И. Титков, С.М. Архипов, В.Н. Неверов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2004. – № 2–1. – Т. 2. – С. 75–77.
4. Колесникова Ю.Р. Влияние агроэкологических факторов на продуктивность яровой мягкой пшеницы и развитие возбудителей болезней в условиях Северо-Запада РФ: Дисс. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук. / Ю.Р. Колесникова – СПб. 2012. – 189 с.

5. Васильченко С.А. Влияние метеоусловий на продуктивность сорго зернового в южной зоне Ростовской области / С.А. Васильченко, Г.В. Метлина, В.В. Ковтунов // Научный журнал КубГАУ. – 2016. - № 120(06). – С. 744–754.
6. Ковтунова Н.А. Современная оценка питательности кормов из сорговых культур / Н.А. Ковтунова, В.В. Ковтунов, С.И. Горпиниченко // Научный журнал КубГАУ. – 2016. – №123(09). – С. 783–792.
7. Антимонов А.К. Влияние метеорологических условий на продуктивность и качество зерна сорго зернового / А.К. Антимонов, Л.А. Косых, Л.Ф. Сыркина и др. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 6(80). – С. 93–96.
8. Осборн Т.Б. Растительные белки / Т.Б. Осборн, А.Р. Казель. – М.–Л.: Биомедги, 1935. – 220 с.
9. Мартынов С.П. Статистический и биометрико-генетический анализ в растениеводстве и селекции. Пакет программ «AGROS 2.09» / С.П. Мартынов – Тверь, 1999.

References in English

1. Antipova L.V. Ocenka potenciala istochnikov rastitel'nyh belkov dlya proizvodstva produktov pitaniya [Evaluation of the potential of vegetable protein sources for food production] / L.V. Antipova, L.E. Martemyanova // Pishchevaya promyshlennost' [Food industry]. – 2013. – No. 8. – pp. 10–12. [in Russian]
2. Nechaev A.P. Belki pshenicy. Tekhnologiya polucheniya i primeneniya (sostoyanie, problemy, puti razvitiya) [Wheat proteins. Technology of obtaining and application (state, problems, ways of development)] / A.P. Nechaev, G.N. Dubtsova, V.V. Kolpakova // Izvestiya VUZov. Pishchevaya tekhnologiya [News of universities. Food technology]. – 1995. – No. 1–2. – pp. 28–30. [in Russian]
3. Titkov V.I. Vliyanie agroekologicheskikh faktorov na belkovost' i fizicheskie pokazateli kachestva zerna krupyanykh kul'tur [Influence of agroecological factors on protein content and physical indicators of grain quality of cereal crops] / V.I. Titkov, S.M. Arkhipov, V.N. Neverov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Proceedings of the Orenburg State Agrarian University]. – 2004. – No. 2–1. – V. 2. – pp. 75–77. [in Russian]
4. Kolesnikova Yu.R. Vliyanie agroekologicheskikh faktorov na produktivnost' yarovoj myagkoj pshenicy i razvitie vzbuditelej boleznej v usloviyah Severo-Zapada RF: Diss. na soisk. uchen. step. kand. s.-h. nauk. [Influence of agroecological factors on the productivity of spring soft wheat and the development of pathogens in the conditions of the North-West of the Russian Federation: Diss. for the competition scientist step. cand. of Agricultural. Sciences]. / Yu.R. kolesnikova – St. Petersburg. 2012. – 189 p. [in Russian]
5. Vasilchenko S.A. Vliyanie meteoulovij na produktivnost' sorgo zernovogo v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti [Influence of weather conditions on the productivity of grain sorghum in the southern zone of the Rostov region] / S.A. Vasilchenko, G.V. Metlin, V.V. Kovtunov // Nauchnyj zhurnal KubGAU [Scientific journal of KubSAU]. – 2016. – No. 120(06). – pp. 744–754. [in Russian]
6. Kovtunova N.A. Sovremennaya otsenka nutritivnykh kormov iz sorgovykh kul'tury [Modern assessment of the nutritional value of feed from sorghum crops]. / N.A. Kovtunova, V.V. Kovtunov, S.I. Gorpinichenko // Nauchnyj zhurnal KubGAU [Scientific journal of KubGAU]. – 2016. – No. 123 (09). – pp. 783–792. [in Russian]
7. Antimonov A.K. Vliyanie meteorologicheskikh uslovij na produktivnost' i kachestvo zerna sorgo zernovogo [Influence of meteorological conditions on the productivity and quality of sorghum grain] / A.K. Antimonov, L.A. Kosykh, L.F. Syrkinina et al. // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Proceedings of the Orenburg State Agrarian University]. – 2019. – No. 6(80). – pp. 93–96. [in Russian]
8. Osborne T.B. Rastitel'nye belki [Vegetable proteins] / T.B. Osborne, A.R. Casel. – М.–Л.: Биомедги, 1935. – 220 p. [in Russian]
9. Martynov S.P. Statisticheskij i biometriko-geneticheskij analiz v rastenievodstve i selekcii. Paket programm "AGROS 2.09" [Statistical and biometric-genetic analysis in crop production and selection. Software package "AGROS 2.09"]. / S.P. Martynov – Tver, 1999. [in Russian]