

УДК 633.31/.37:631.814

UDC 633.31/.37:631.814

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство  
(биологические науки, сельскохозяйственные  
науки)

4.1.1. General agriculture and crop production  
(biological sciences, agricultural sciences)

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМ  
ПРОРОЩЕННОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ДЛЯ  
ВКЛЮЧЕНИЯ В РЕЦЕПТУРУ КОРМОВЫХ  
ДОБАВОК**

**THE RESULTS OF THE STUDY OF VARIOUS  
TECHNOLOGICAL FORMS OF SPROUTED  
WINTER WHEAT FOR INCLUSION IN THE  
FORMULATION OF FEED ADDITIVES**

Маркин Артем Дмитриевич  
студент, бакалавр  
РИНЦ SPIN-код: 1887-1528  
[marking.artem@gmail.com](mailto:marking.artem@gmail.com)

Markin Artem Dmitrievich  
Bachelor student  
RSCI SPIN code: 1887-1528

Подушин Юрий Викторович  
к. с.-х. н., доцент  
РИНЦ SPIN-код: 3089-8888  
*Кубанский государственный аграрный  
университет, Россия, 350044, Краснодар,  
Калинина, 13*

Podushin Yuri Viktorovich  
Candidate of Agricultural Sciences, Associate  
Professor  
RSCI SPIN code: 3089-8888  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar,  
Russia, 350044, Kalinina, 13*

В статье описан лабораторный опыт по изучению применимости различных технологических форм пророщенной озимой пшеницы для включения в рецептуру кормовых добавок. Целью исследования являлось оценка применимости переработанных проростков озимой пшеницы. Объектом исследования были три распространённых сорта: Ермак, Гомер, Школа. По показателям качества зерна данных сортов отличались незначительно. Проростки были пророщены до 4 суток: 1 день замачивания в воде, 2 суток в темноте и сутки под искусственным светом. Были получены значения содержания витамина С, сухого вещества, золы, кислотности в динамике по дням до 4 суток выращивания. С увеличением срока проращивания в растениях увеличивается содержание золы, витамина С. С увеличением срока проращивания в жоме и пасте снижается содержание сухих веществ. Для сока наблюдается обратная тенденция. При увеличении сроков проращивания колеблются значения ОВП и рН. По полученным данным можно сделать вывод о применимости переработанных форм микрозелени озимой пшеницы для их включения в рецептуру кормовых добавок в качестве дополнительного источника витамина С и белка. Наиболее приемлемой формой является жом. В нём наблюдается наибольшая концентрация золы, витамина С и сухих веществ

The article describes laboratory experience in studying the applicability of various technological forms of sprouted winter wheat for inclusion in the formulation of feed additives. The aim of the study was to assess the applicability of processed winter wheat seedlings. The object of the study were three common varieties: Ermak, Homer, and School. In terms of grain quality, these varieties differed slightly. The seedlings were germinated for up to 4 days: 1 day of soaking in water, 2 days in the dark and a day under artificial light. The values of the content of vitamin C, dry matter, ash, and acidity were obtained in dynamics for days up to 4 days of cultivation. With an increase in the germination period, the content of ash and vitamin C in plants increases. With an increase in the germination period, the content of dry substances in pulp and paste decreases. The opposite trend is observed for juice. With increasing germination time, the values of ORP and pH fluctuate. According to the data obtained, it can be concluded that the processed forms of winter wheat microgreens are applicable for their inclusion in the formulation of feed additives as an additional source of vitamin C and protein. The most acceptable form is pulp. It has the highest concentration of ash, vitamin C and dry substances

Ключевые слова: ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА,  
КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ, ВСХОЖЕСТЬ, ЗОЛА,  
СУХИЕ ВЕЩЕСТВА, ВИТАМИН С

Keywords: WINTER WHEAT, FEED ADDITIVES,  
GERMINATION, ASH, DRY SUBSTANCES,  
VITAMIN C

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-195-001>

<http://ej.kubagro.ru/2024/01/pdf/01.pdf>

## Введение

Пшеница отличается высоким значением обменной энергии в сухом веществе, но низким содержанием перевариваемого протеина. озимая пшеница входит в состав широкого спектра кормов и кормовых добавок для животных. Её включение обусловлено содержанием в концентрированном виде большого количества микро- и макроэлементов, витаминов, незаменимых и заменимых аминокислот. Однако в нативном зерне пшеницы данные компоненты содержатся в труднодоступной форме, что усложняет их усвояемость сельскохозяйственными животными [4].

Решением данной проблемы долгое время служили белковых изолятов из пшеницы, ячменя и зернобобовых культур. Однако технологически процесс выделения белка и элементов из зерновых культур значительно усложнено [2].

Целесообразным является биологическая активация зерна путём проращивания при различных условиях. Пророщенное зерно на разных периодах онтогенеза имеет различный химический состав, который технологически ценен для различных задач и применения в биотехнологическом синтезе. При переработке пророщенного зерна, отличающегося продолжительностью проращивания, могут выделяться разнообразные биологически ценные компоненты, такие как: белки, витамины, аминокислоты, незаменимые жирные кислоты [1].

Различие химического состава также наблюдается при переработке пророщенной озимой пшеницы в разнообразные технологические формы: пасты, соки, жомы, дроблёнка. Все они имеют разнообразные технологические цели при использовании в кормлении сельскохозяйственных животных. В рецептуру кормовых добавок удобно включать заквашенные пасты, полученные при измельчении проростков с добавлением воды в различных концентрациях. Также при переработки озимой пшеницы получаемы сок и жом. Концентрированные соки на

основе пророщенной озимой пшеницы могут являться стимуляторами роста полезной микрофлоры при использовании их в рецептуре кормовых добавок. Побочным продуктом выделения сока является жом, который содержит значительное количество пищевых волокон, гидролизующийся при воздействии различных кислот, что очень удобно при производстве продуктов с кислотообразующей микрофлоры [3,5].

Озимая пшеница (*Triticum aestivum*) сорта Ермак, Гомер и Таня – распространенный сорт мягкой пшеницы на Кубани. Оригинатором является НИЦЗ им. П.П. Лукьяненко.

Целью исследования являлось изучить применимость разных технологических форм озимой пшеницы для включения в рецептуру кормовых добавок по биохимическим и физическим показателям.

### **Материал и объект исследований**

Объектом исследования являются семена озимой пшеницы трёх сортов: Ермак, Гомер и Школа. Растения проращивались до 5 суток. Каждый день отбирались пробы и перерабатывались в различные технологические формы (жом, сок, паста). Изучались биохимические и физические показатели растений данных сортов в процессе выращивания в переработанном виде.

Растения выращивались по следующей технологии: промывка семян в проточной воде, стерилизация в 1% растворе гипохлорита натрия, замачивание в проточной воде на 24 часа, проращивание 2 суток в темноте и 1 сутки под искусственным освещением. Отобранные каждый день пробы взвешивались и перерабатывались на промышленном блендере с последующим отжиманием сока. Проращивание осуществлялось на металлических ситах с поддоном. Температура воздуха в пределах 21 – 25 градусах Цельсия. Повторность опыта трехкратная. Энергия прорастания и всхожесть семян определялось по ГОСТ 12038-84.

Лабораторные исследования были проведены в лаборатории по разработке кормов и анализе кормов и кормовых добавок на базе кафедры биотехнологии, биофизики и биохимии Кубанского ГАУ.

В зерне с помощью метода экспресс-анализа на анализаторе InfraXact (FOSS Electric, Дания) было определено содержание белка, клетчатки и крахмала, а также влажность (ГОСТ 13586.5-2015) и содержание золы (ГОСТ Р 51411-99). В пробах измерялись содержание сухого вещества (ГОСТ 31640-2012), золы и витамина С. В жидких пробах также измерялось ОВП и реакция среды. В жоме и пасте образцов, а также в нативном зерне было определено кислотность в градусах Неймана (ГОСТ 10844-74 и ГОСТ 13496.12-75). По полученным данным производился статистический расчёт.

### Результаты исследований

Результаты экспресс-анализа зерна показали, что содержание белка колеблется в пределах одного процента, с наибольшим содержанием у сорта Гомер. Содержание клетчатки значительно колеблется, что может объяснять неточностью экспресс метода. По содержанию Крахмала образцы отличаются в пределах 3 процентов, с наибольшим содержанием у сорта Ермак.

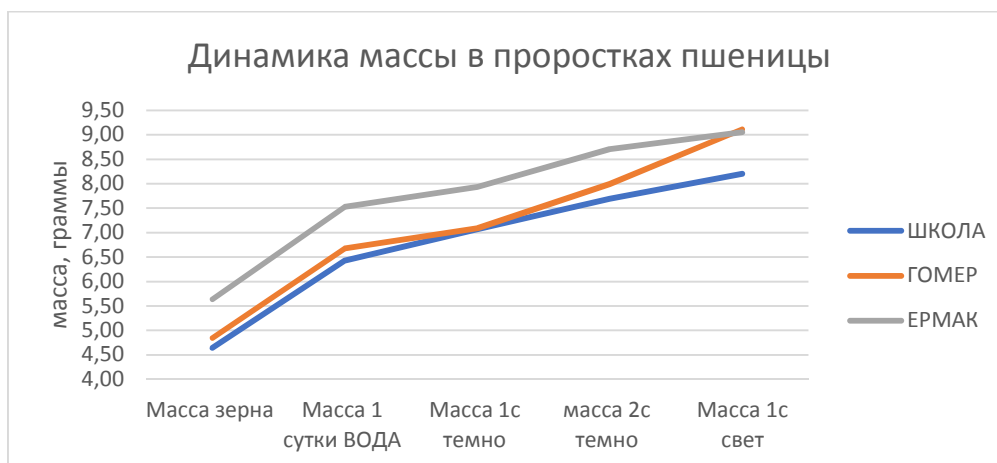
**Таблица 1 – Начальные показатели зерна озимой пшеницы, %**

Показатели качества, %	Сорта озимой пшеницы		
	Школа	ЕРМАК	ГОМЕР
Белок	14,09	13,77	14,57
Клетчатка	1,03	0,05	0,49
Крахмал	81,8	84,53	82,47
Зола	1,68	1,61	1,75
Энергия прорастания	80	83	87
Лабораторная всхожесть	86	86	92

Исследуемые сорта показали невысокое различие в динамике и значениях массы между собой. Наибольшим прирост биомассы

наблюдается после суток замачивания в воде, что связано с набуханием семян.

**Рисунок 1 - Динамика массы в проростках пшеницы, г.**



Наибольшим приростом биомассы по результатам измерений показал сорт Гомер. Масса растений на 5 день оказалась на 88,2% выше, чем масса нативного зерна. У сорта Школа значение составляет 76,7%. Наименьшее значение было получено у сорта Ермак – 60,6%. Хотя по массе на 5 сутки проращивания (после 1 суток на свету) у сорта Ермак и Гомер отличаются незначительно.

**Таблица 2 – Средняя масса 100 растений озимой пшеницы, г.**

Период проращивания	Сорта озимой пшеницы		
	Школа	ЕРМАК	ГОМЕР
Масса нативного зерна	4,64 ± 0,17	5,64 ± 0,25	4,84 ± 0,14
Масса после 1 суток замачивания в воде	6,43 ± 0,31	7,53 ± 0,21	6,68 ± 0,16
Масса после 1 суток проращивания в темноте	7,07 ± 0,49	7,94 ± 0,53	7,09 ± 0,36
Масса после 2 суток проращивания в темноте	7,69 ± 0,54	8,71 ± 0,62	7,99 ± 0,67
Масса после 1 суток проращивания на свету	8,20 ± 0,37	9,06 ± 0,23	9,11 ± 0,38

В таблице 3 представлены значения сухого вещества для технологических форм озимой пшеницы. Значительных отклонений между сортами нет и колеблется в пределах нескольких процентов. С

увеличением периода проращивания в пасте и жоме снижается содержание сухих веществ. Разница между первым и последним днем измерений составляет в среднем -5,4% и -14,88% соответственно. В соке же содержание веществ увеличивается вместе с периодом проращивания. Разница для сока составляет +12,18%.

**Таблица 3 – Содержание сухого вещества, %**

СОРТ	Период проращивания	Технологическая форма		
		ПАСТА	ЖОМ	СОК
ГОМЕР	1 сутки в воде	31,37	54,33	11,99
	1 сутки в темноте	31,00	52,89	14,62
	2 сутки в темноте	19,70	33,31	14,62
	1 сутки на свету	21,23	37,21	19,76
Ермак	1 сутки в воде	34,18	58,41	34,18
	1 сутки в темноте	53,63	32,96	14,53
	2 сутки в темноте	31,96	35,79	35,74
	1 сутки на свету	30,87	44,77	24,69
Школа	1 сутки в воде	27,09	50,61	10,08
	1 сутки в темноте	30,58	55,56	13,46
	2 сутки в темноте	30,92	32,78	26,60
	1 сутки на свету	24,33	36,74	24,22

Результаты определения золы в муфельной печи представлены на таблице 4. Содержание золы в жоме во всех образцах больше, чем в пасте. Причиной более высокого содержания золы в жоме является меньшее содержание воды в нём по сравнению с пастой. С увеличением срока проращивания увеличивается содержание золы во всех сортах. Наибольшее содержание золы наблюдается в зерне сорта Школа. Разброс значений в зерне незначителен. Самые высокие значения золы получены у образца жома сорта ГОМЕР на последний день эксперимента. Наименьшее значение содержания золы получено у пасты сортов Школа и Ермак после суток замачивания в воде. Данный эффект связан с физиологическим

процессом прорастания семян, что вызывает разложение запасных питательных веществ, а также значительным поглощением воды семенами.

**Таблица 4 – Содержание золы, %**

СОРТ	Период проращивания	Нативное зерно	Технологическая форма	
			ПАСТА	ЖОМ
ГОМЕР	1 сутки в воде	1,68	0,60	1,05
	1 сутки в темноте		0,60	5,76
	2 сутки в темноте		2,42	4,48
	1 сутки на свету		2,25	5,62
Ермак	1 сутки в воде	1,61	0,50	0,95
	1 сутки в темноте		2,22	6,45
	2 сутки в темноте		3,45	2,87
	1 сутки на свету		3,03	5,01
Школа	1 сутки в воде	1,75	0,50	1,01
	1 сутки в темноте		3,66	6,65
	2 сутки в темноте		3,31	6,89
	1 сутки на свету		2,25	5,47

Результаты измерения реакции среды и ОВП у сока представлены в таблице 5. Существенных отличий между сортами нет. Наименьшее значение реакции среды получены по 1 суток проращивания в темноте, наибольшие – на 2 суток в темноте. После 1 суток проращивания на свету у сорта Школа значения значительно отличаются от других сортов, что также может быть связано с развитием антоциановой окраски на побегах. Природа данного явления не известна.

**Таблица 5 – Анализ сока озимой пшеницы**

СОРТ	Период проращивания	pH	ОВП, мВ
ГОМЕР	1 сутки в воде	4,03	176,52
	1 сутки в темноте	3,76	189,44
	2 сутки в темноте	4,8	138,10
	1 сутки на свету	4,03	174,56
Ермак	1 сутки в воде	4,41	157,23
	1 сутки в темноте	3,84	187,47
	2 сутки в темноте	4,47	154,17
	1 сутки на свету	4,06	174,38
Школа	1 сутки в воде	4,53	151,5
	1 сутки в темноте	3,76	189,43
	2 сутки в темноте	4,60	147,76
	1 сутки на свету	4,87	134,02

Содержание витамина С представлено в таблице 8.

С увеличением срока проращивания увеличивается содержание витамина С в образцах. Жом обладает более высокой концентрацией витамина С, чем паста. Наибольшее количество витамина С содержится в жоме сорта Гомер на последние сутки проращивания. Наименьшая концентрация витамина С в пасте сорта Школа после суток замачивания в воде.

**Таблица 6 – Содержание витамина С, мг./г.**

СОРТ	Период проращивания	Технологическая форма	
		ПАСТА	ЖОМ
ГОМЕР	1 сутки в воде	0,022	0,073
	1 сутки в темноте	0,037	0,087
	2 сутки в темноте	0,053	0,124
	1 сутки на свету	0,075	0,151
Ермак	1 сутки в воде	0,024	0,087
	1 сутки в темноте	0,034	0,097
	2 сутки в темноте	0,050	0,118
	1 сутки на свету	0,082	0,156
Школа	1 сутки в воде	0,018	0,069
	1 сутки в темноте	0,035	0,078
	2 сутки в темноте	0,060	0,132
	1 сутки на свету	0,071	0,145



### Заключение

У растений озимой пшеницы трех сортов (Ермак, Гомер и Школа) были оценены начальные показатели качества: белок, клетчатка, крахмал, зола, энергия прорастания, лабораторная всхожесть. Зерна всех сортов обладают схожими показателями. Результаты экспресс-анализа зерна показали, что содержание белка колеблется в пределах одного процента, с наибольшим содержанием у сорта Гомер. Содержание клетчатки значительно колеблется, что может объяснять неточностью экспресс метода. По содержанию крахмала образцы отличаются в пределах 3 процентов, с наибольшим содержанием у сорта Ермак.

Исследуемые сорта показали незначительные различия в динамике и значениях биомассы между собой. Наибольшим прирост биологической массы наблюдается после суток замачивания в воде, что связано с набуханием семян. Наибольшим приростом биомассы по результатам измерений показал сорт Гомер. Масса растений на 5 день оказалась на 88,2% выше, чем масса нативного зерна. У сорта Школа значение составляет 76,7%. Наименьшее значение было получено у сорта Ермак – 60,6%.

По содержанию сырого вещества значительных отклонений между сортами нет. С увеличением периода проращивания в пасте и жоме снижается содержание сухих веществ. Разница между первым и последним днем измерений составляет в среднем -5,4% и -14,88% соответственно. В соке же содержание веществ увеличивается вместе с периодом проращивания. Разница для сока составляет +12,18% между первым и последним днём проращивания.

Содержание золы в жоме во всех образцах больше, чем в пасте. Причиной более высокого содержания золы в жоме является меньшее содержание воды в нём по сравнению с пастой. С увеличением срока проращивания увеличивается содержание золы во всех сортах.

Наибольшее содержание золы наблюдается в зерне сорта Школа. Разброс значений в зерне незначителен. Самые высокие значения золы получены у образца жом сорта ГОМЕР на последний день эксперимента. Наименьшее значение содержания золы получено у пасты сортов Школа и Ермак после суток замачивания в воде. Данный эффект связан с физиологическим процессом прорастания семян, что вызывает разложение запасных питательных веществ, а также значительным поглощением воды семенами.

Существенных отличий по показателям реакции среды и ОВП между сортами нет. Наименьшее значение реакции среды получены по 1 суткам проращивания в темноте, наибольшие – на 2 суток в темноте. После 1 суток проращивания на свету у сорта Школа значения значительно отличаются от других сортов, что также может быть связано с развитием антоциановой окраски на побегах. Природа данного явления не известна.

С увеличением срока проращивания увеличивается содержание витамина С в образцах. Жом обладает более высокой концентрацией витамина С, чем паста. Наибольшее количество витамина С содержится в жоме сорта Гомер на последние сутки проращивания. Наименьшая концентрация витамина С в пасте сорта Школа после суток замачивания в воде.

По всем изученным показателям можно сделать вывод, что переработанные формы микрозелени применимы для включения в рецептуру кормовых добавок в качестве источника витамина С и белка. Наиболее приемлемой формой является жом. В нём наблюдается наибольшая концентрация золы, витамина С и сухих веществ.

### **Библиографический список**

1. Зенькова Мария Леонидовна, Акулич Александр Васильевич ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРЕН ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР НА ИХ ПИЩЕВУЮ ЦЕННОСТЬ // Хранение и переработка сельхозсырья. 2021. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-protsesssa-proraschivaniya-zeren-zlakovyh-kultur-na-ih-pishevuyu-tsennost> (дата обращения: 10.12.2023).

2. Компанцев Д.В., Попов А.В., Привалов И.М., Степанова Э.Ф. БЕЛКОВЫЕ ИЗОЛЯТЫ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ: ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКОВЫХ ИЗОЛЯТОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 1. ;URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=24132> (дата обращения: 10.12.2023).

3. Морозова, Д. А. Обзор технических средств для биотехнологической трансформации семян с целью использования их в продуктах питания / Д. А. Морозова, В. Л. Русинов // Новая экономика, бизнес и общество : Сборник материалов Апрельской научно-практической конференции молодых исследователей, Владивосток, 11 апреля – 19 2022 года. – Владивосток: Дальневосточный федеральный университет, 2022. – С. 1204-1209. – EDN ECBBDZU.

4. Муслимов, М. Г. Технология заготовки кормов : учебное пособие / М. Г. Муслимов. — Махачкала : ДагГАУ имени М. М. Джамбулатова, 2022. — ISBN 5-7944-0961-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/293735> (дата обращения: 10.12.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 17-23.)

5. Cores Rodríguez F. Nutritional and physiochemical properties of wheatgrass juice and preservation strategies / F. Cores Rodríguez et a. // Food Chemistry Advances. 2022. V. 1 <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100136>

## References

1. Zen`kova Mariya Leonidovna, Akulich Aleksandr Vasil`evich VLIYaNIE PROCESSA PRORASHhIVANIYa ZEREN ZLAKOVY`X KUL`TUR NA IX PISHhEVUYu CENNOST` // Xranenie i pererabotka sel`xozsy`r`ya. 2021. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-protssessa-proraschivaniya-zeren-zlakovyh-kultur-na-ih-pishevuyu-tsennost> (data obrashheniya: 10.12.2023).

2. Kompancev D.V., Popov A.V., Privalov I.M., Stepanova E`.F. BELKOVY`E IZOLYaTY` IZ RASTITEL`NOGO SY`R`Ya: OBZOR SOVREMENNOGO SOSTOYaNIYa I ANALIZ PERSPEKTIV RAZVITIYa TEXNOLOGII POLUCHENIYa BELKOVY`X IZOLYaTOV IZ RASTITEL`NOGO SY`R`Ya // Sovremenny`e problemy` nauki i obrazovaniya. – 2016. – № 1. ;URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=24132> (data obrashheniya: 10.12.2023).

3. Morozova, D. A. Obzor texnicheskix sredstv dlya biotexnologicheskoy transformacii semyan s cel`yu ispol`zovaniya ix v produktax pitaniya / D. A. Morozova, V. L. Rusinov // Novaya e`konomika, biznes i obshhestvo : Sbornik materialov Aprel`skoj nauchno-prakticheskoy konferencii molody`x issledovatelej, Vladivostok, 11 aprelya – 19 2022 goda. – Vladivostok: Dal`nevostochny`j federal`ny`j universitet, 2022. – S. 1204-1209. – EDN ECBBDZU.

4. Muslimov, M. G. Texnologiya zagotovki kormov : uchebnoe posobie / M. G. Muslimov. — Maxachkala : DagGAU imeni M. M. Dzhambulatova, 2022. — ISBN 5-7944-0961-4. — Tekst : e`lektronny`j // Lan` : e`lektronno-bibliotchnaya sistema. — URL: <https://e.lanbook.com/book/293735> (data obrashheniya: 10.12.2023). — Rezhim dostupa: dlya avtoriz. pol`zovatelej. — S. 17-23.)

5. Cores Rodríguez F. Nutritional and physiochemical properties of wheatgrass juice and preservation strategies / F. Cores Rodríguez et a. // Food Chemistry Advances. 2022. V. 1 <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100136>