



УДК 581.144

Особенности роста зародышевой корневой системы *Triticum durum* Desf. сортов саратовской селекции

Э. Г. Хачатуров, В. В. Коробко

Хачатуров Эдуард Гариевич, студент биологического факультета, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, sitnikov.edick@yandex.ru

Коробко Валерия Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии и физиологии растений, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, v.v.korobko@mail.ru

Объектами исследования служили растения 14 сортов твердой пшеницы *Triticum durum* Desf. Культивирование осуществлялось в климатокамере при температуре $18 \pm 1^\circ \text{C}$ в условиях 16-часового фотопериода. Для изучения особенностей роста корневой системы проростков измеряли длину главного корня и длину придаточных корней верхнего и нижнего ярусов; определяли скорость роста корневой системы. Выделены сорта, проростки которых характеризуются наибольшей длиной корневой системы, – Луч 25, Саратовская 59 и Саратовская золотистая. Выявлены сортовые особенности роста главного зародышевого корня, скорость роста которого значительно варьирует у объектов исследования. Длина придаточных корней нижнего яруса у растений изученных сортов составила от 208 мм (сорт Елизаветинская) до 278 мм (сорта Саратовская 57 и Аннушка); верхнего яруса – от 105 мм (сорт Николаша) до 216 мм (сорт Луч 25). Рассчитан показатель корнеобеспеченности. У 5-дневных проростков изученных сортов он варьирует от 0,92 до 1,89 отн. ед.; степень варьирования признака средняя. У 12-дневных проростков показатель корнеобеспеченности снижается, составляя 0,42–1,29 отн. ед.; степень варьирования признака значительная (исключение составил сорт Луч 25).

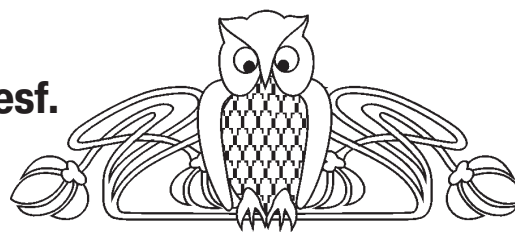
Ключевые слова: *Triticum durum* Desf., морфогенез пшеницы, показатель корнеобеспеченности, зародышевая корневая система, скорость роста корневой системы.

Поступила в редакцию: 20.06.2020 / Принята: 30.06.2020 / Опубликовано: 30.11.2020

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

DOI: <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2020-20-4-433-437>

Несмотря на тот факт, что за последние десятилетия наблюдается тенденция к сокращению площади посевов твердой пшеницы на территории нашей страны, яровая твердая пшеница является важной продовольственной и экономически ценной культурой, что привлекает внимание исследователей к изучению структурных и физиологических аспектов ее продуктивности [1–3].



В процессе селекционной работы [4, 5] достигнут уровень потенциальной продуктивности сортов твердой пшеницы, обеспечивающий эффективное использование сортового разнообразия для формирования урожая в различных климатических условиях. Изучение особенностей роста и развития корневой системы проростков, как одного из важнейших факторов, определяющих полевою устойчивость, особенно актуально в условиях Юго-Востока европейской части России, где основными факторами, лимитирующими продуктивность, являются недостаток влаги в почве, жара и суховеи.

Материалы и методы

Исследования проводились на кафедре микробиологии и физиологии растений Саратовского национального исследовательского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского. Объектом исследования служили проростки яровой твердой пшеницы *Triticum durum* Desf. сортов саратовской селекции, созданные сотрудниками лаборатории твердой пшеницы НИИСХ Юго-Востока; некоторые – Николаша, Лилек и Крассар – совместно с ГНУ Краснодарский НИИСХ им. П. П. Лукьяненко [5].

Для изучения развития зародышевой корневой системы проводили посадку зерновок в полиэтиленовые емкости объемом 200 мл, заполненные вермикулитом. Культивирование осуществлялось в климатокамере при температуре $18 \pm 1^\circ \text{C}$ и 16-часовом фотопериоде. На 5-й и 12-й день эксперимента измеряли длину главного корня, зародышевых корней нижнего и верхнего ярусов. На основании морфометрических данных рассчитывали абсолютную скорость роста корневой системы по формуле $C = (L_2 - L_1)/(t_2 - t_1)$, где L_2 и L_1 – длина исследуемого органа или его части в моменты времени t_2 и t_1 [6]. Показатель корнеобеспеченности (*the root-to-shoot ratio*) рассчитывали как отношение абсолютно сухой массы корневой системы к абсолютно сухой массе побега, выраженное в относительных единицах [7].

Результаты исследований подвергались статистической обработке в табличном процессоре Excel пакета MS Office 2010.



Результаты и их обсуждение

Корневая система хлебных злаков состоит из главного корня, придаточных зародышевых, или первичных корней; нескольких ярусов вторичных придаточных корней из базальных узлов главного побега и боковых побегов [8]. Рост зародышевой корневой системы начинается с активного роста главного зародышевого корня. Длина главного корня 12-дневных растений ис-

следованных сортов варьирует от 104 мм (сорт Елизаветинская) до 144–146 мм (сорта НИК и Луч 25) (таблица). При этом главный корень составил 20,7–24,3% от длины всей корневой системы исследованных сортов; доля главного корня максимальна у сортов НИК, Людмила и Лилёк, минимальными значениями характеризуются проростки сорта Саратовская золотистая.

Развитие корневой системы 12-дневных проростков *Triticum durum* Desf. сортов саратовской селекции
The development of the root system of 12-day-old seedlings *Triticum durum* Desf. varieties of Saratov selection

Сорт / The wheat variety	Длина главного корня, мм / Length of the main root, mm	Длина корней нижнего яруса, мм / Length of roots of the lower tier, mm	Длина корней верхнего яруса, мм / Length of upper tier roots, mm
Аннушка / Annushka	129±17	278±21 ^{a, b, c, d}	188±33 ^a
Саратовская золотистая / Saratovskaya zolotistaya	126±18	273±40	208±39
Саратовская 40 / Saratovskaya 40	112±17	225±32 ^a	153±40
Лилёк / Lilyok	126±17	249±30	144±47
Саратовская 57 / Saratovskaya 57	131±19	262±35	160±28
Золотая волна / Zolotaya volna	122±11	230±24 ^b	182±34 ^e
Валентина / Valentina	126±17	243±29	196±39 ^c
Николаша / Nikolasha	109±18	244±42	105±43 ^{a, b, c, d, e, f, g}
Саратовская 59 / Saratovskaya 59	140±18 ^a	263±31	206±41 ^b
Елизаветинская / Yelizavetinskaya	104±14 ^{a, b}	208±33 ^c	208±39
Людмила / Lyudmila	138±21	242±31	189±25 ^d
Луч 25 / Luch 25	146±20	278±39	216±33 ^f
Крассар / Krassar	113±18	221±31 ^d	171±43
НИК / NIK	144±19 ^b	245±39	209±43 ^g

Примечание. a, b, c, d, e, f, g – различия между значениями достоверны при $p \leq 0.05$.

Note. a, b, c, d, e, f, g – differences between values are valid at $p \leq 0.05$.

Наиболее интенсивный рост главного корня в течение 5 суток от посева наблюдался у проростков сортов Елизаветинская, Крассар и Аннушка: абсолютная скорость его роста составила 13–14 мм/сут. За период с 5-й по 12-й день роста скорость роста главного корня проростков этих сортов снижается, составляя на 12-й день вегетации 5–9 мм/сут – минимальные значения данного показателя среди исследованных нами сортов. Наименьшими значениями скорости роста главного зародышевого корня в течение 5 суток от посева – 8 мм/сут – характеризуются проростки сортов Людмила, Луч 25 и НИК; при этом скорость роста главного корня этих сортов к 12-му дню вегетации является наибольшей среди исследованных сортов твердой пшеницы саратовской селекции, составляя 14–15 мм/сут.

Суммарная длина придаточных корней нижнего яруса у растений изученных сортов варьирует от 208 мм (сорт Елизаветинская) до 278 мм (сорта Саратовская 57 и Аннушка), составляя 41–53% от общей длины корневой системы проростка. Длина корней нижнего яруса проростков сортов Луч 25 и Крассар соответствует медианному значению – 44%; данный показатель развития корневой системы сортов Саратовская 40, Николаша, Саратовская 57, Саратовская золотистая, Лилёк и Аннушка превышает медианное значение, тогда как у остальных сортов оно ниже (см. таблицу).

На 12-й день от посева длина придаточных корней верхнего яруса составляет 23–35% от общей длины корневой системы. Максимальной среди изученных сортов твердой пшеницы длины – 216 мм (34% от общей длины корневой



системы) – достигают придаточные корни верхнего яруса проростков сорта Луч 25; наименьшее значение – 105 мм – отмечено у сорта Николаша.

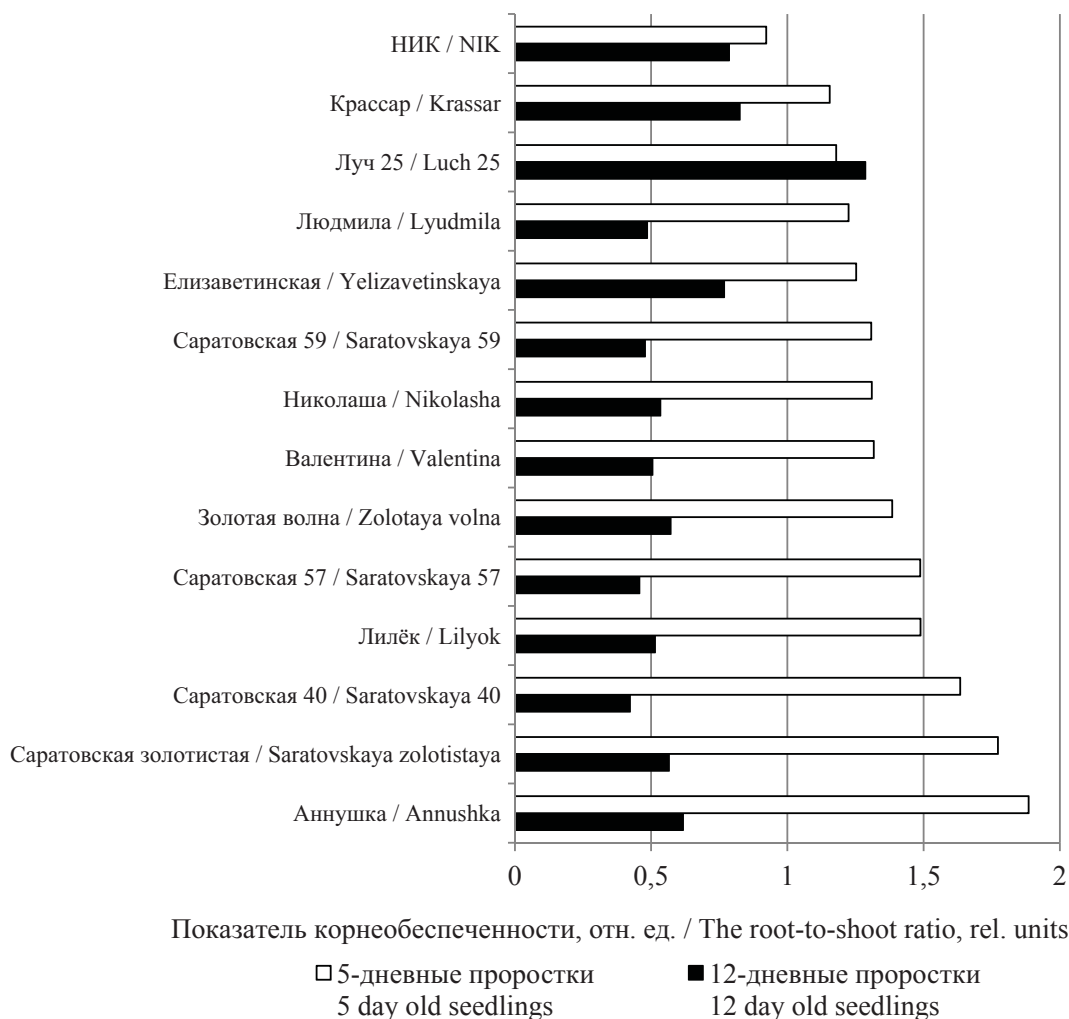
На основании полученных данных рассчитана абсолютная скорость роста корневой системы объектов исследования. Выделены сорта, проростки которых характеризуются высокой скоростью роста корневой системы (50–53 мм/сут) – Луч 25, Саратовская 59, Саратовская золотистая, НИК, Аннушка, и сорта с наименьшими значениями данного показателя (38–40 мм/сут) – Николаша и Елизаветинская.

Таким образом, морфометрический анализ развития зародышевой корневой системы проростков на 12-й день вегетации показал, что наибольшая длина корневой системы характерна сортам Луч 25, Саратовская 59 и Саратовская золотистая. Следует отметить, что в проведенном ранее исследовании установлено, что зародыш сортов Луч 25 и Саратовская 59 характеризуется наиболее развитым

по сравнению с другими сортами эмбриональным побегом [9], абсолютная длина примордиев зародыша зерновки данных сортов превышает медианное значение исследуемого признака.

Проведено измерение абсолютно сухой массы побега и корневой системы, рассчитан показатель корнеобеспеченности, который, по мнению ряда авторов, характеризует устойчивость растений к неблагоприятным условиям окружающей среды [10, 11].

У 5-дневных проростков исследованных сортов корнеобеспеченность варьирует от 0,92 до 1,89 отн. ед.; медианное значение составляет 1,31 отн. ед. Коэффициент вариации равен 19%, что говорит о средней степени варьирования данного признака у 5-дневных проростков изученных сортов. Минимальными значениями корнеобеспеченности характеризуются проростки сорта НИК, максимальными – сортов Аннушка и Саратовская золотистая (рисунок).



Показатель корнеобеспеченности проростков *Triticum durum* Desf.
The root-to-shoot ratio of seedlings of *Triticum durum* Desf.



К 12-му дню вегетации показатель корнеобеспеченности проростков снижается. В наименьшей степени этот эффект проявился у сорта НИК, корнеобеспеченность проростков которого снизилась на 0,14 отн. ед, тогда как для других сортов – на 0,48–1,27 отн. ед. Исключение составили растения сорта Луч 25, показатель корнеобеспеченности которых в период с 5-го по 12-й день вегетации увеличился на 9%. Медианное значение показателя корнеобеспеченности 12-дневных растений исследованных сортов твердой пшеницы саратовской селекции составило 0,55 отн. ед.; при этом коэффициент вариации данного признака составил 36%, что говорит о значительной степени варьирования данного признака.

Заключение

На основании исследования морфологических аспектов развития зародышевой корневой системы растений твердой пшеницы были выявлены сортовые различия по длине главного и придаточных корней, скорости роста главного корня и корневой системы в целом. Выделены сорта, проростки которых характеризуются наибольшей длиной корневой системы – это сорта Луч 25, Саратовская 59 и Саратовская золотистая. При этом высокая скорость роста корневой системы в целом характерна растениям сортов Луч 25, Саратовская 59, Саратовская золотистая, НИК, Аннушка; сорта Николаша и Елизаветинская имеют наименьшие значения данного показателя.

Выявлены некоторые особенности роста главного зародышевого корня. Наиболее интенсивный рост главного корня проростков сортов Елизаветинская, Крассар и Аннушка приходится на первые 5 дней от посева, затем скорость роста снижается: у 12-дневных проростков имеет минимальные показатели среди исследованных сортов. Для проростков сортов Людмила, Луч 25 и НИК характерно увеличение скорости роста главного зародышевого корня в период с 5-го по 12-й день вегетации.

Показатель корнеобеспеченности 5-дневных проростков изученных сортов варьирует от 0,92 до 1,89 отн. ед. (степень варьирования признака средняя). К 12-му дню вегетации показатель корнеобеспеченности проростков снижается, составляя 0,42–1,29 отн. ед. (степень варьирования признака значительная) у растений всех сортов, за исключением сорта Луч 25.

Данные, полученные в результате проведенного исследования, могут быть использованы для целенаправленного применения сортового многообразия твердой пшеницы и более полного выявления адаптивного потенциала сортов саратовской селекции.

Список литературы

1. Трапезников В. К., Иванов И. И., Тальвинская Н. Г., Анохина Н. Л. Рост растений яровой твердой пшеницы на гетеро- и гомогенной питательной среде с различным сочетанием зародышевых корней высоко- и низкосолевого статуса // *Агрохимия*. 2005. № 12. С. 22–30.
2. Бесалиев И. Н., Тухфатуллин М. Ф. К оценке сортов яровой твердой пшеницы на экологическую пластичность // *Изв. Оренб. гос. аграр. ун-та*. 2008. № 1 (17). С. 18–20.
3. Мальчиков П. Н., Вьюшков А. А., Мясникова М. Г. Формирование моделей сортов твердой пшеницы для Среднего Поволжья. Самара : СамНЦ РАН, 2012. 112 с.
4. Ильина Л. Г. Селекция яровой мягкой пшеницы на Юго-Востоке. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1989. 160 с.
5. Васильчук Н. С. Селекция яровой твердой пшеницы. Саратов : НИИСХ Юго-Востока, 2001. 119 с.
6. Williams R. F. The shoot apex and leaf growth : a study in quantitative biology. L. ; N.Y. : Camb. Univ. Press, 1975. 256 p.
7. Голуб Н. А. Параметры первичной корневой системы озимой пшеницы и возможности их использования в оценке сортов // *Физиология продуктивности и устойчивости зерновых культур* : сб. науч. тр. Краснодар : КНИИСХ, 1988. С. 42–47.
8. Красовская И. В. Закономерности строения корневой системы хлебных злаков // *Бот. журн.* 1950. Т. 35, № 4. С. 374–384.
9. Хачатуров Э. Г., Коробко В. В., Степанов С. А. Сортовые особенности развития зародыша зерновки *Triticum durum* Desf. // *Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения* : сб. науч. ст. Саратов : ООО «Амирит», 2020. Вып. 22. С. 7–11.
10. Качев В. И., Гуляев Б. И. Реакция растений разных сортов озимой пшеницы на кратковременную почвенную засуху // *Физиология и биохимия культурных растений*. 2010. Т. 42, № 6. С. 522–529.
11. Коробко В. В., Степанов С. А. Влияние температуры на развитие корневой системы проростков твердой пшеницы // *Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения* : сб. науч. ст. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2017. Вып. 19. С. 3–6.

Образец для цитирования:

Хачатуров Э. Г., Коробко В. В. Особенности роста зародышевой корневой системы *Triticum durum* Desf. сортов саратовской селекции // *Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология*. 2020. Т. 20, вып. 4. С. 433–437. DOI: <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2020-20-4-433-437>



The Features of Growth of the Primary Root System of *Triticum durum* Desf. Varieties of the Saratov Breeding

E. G. Hachaturov, V. V. Korobko

Eduard G. Hachaturov, <https://orcid.org/0000-0002-4391-8909>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia, sitnikov.edick@yandex.ru

Valeria V. Korobko, <https://orcid.org/0000-0002-0444-8238>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia, v.v.korobko@mail.ru

The objects of the study were plants of 14 varieties of durum wheat *Triticum durum* Desf. Cultivation was carried out in a climatic chamber at a temperature of $18 \pm 1^\circ\text{C}$ under the conditions of a sixteen-hour photoperiod. To study the growth characteristics of the root system of seedlings, the length of the main root and the length of the adventitious roots of the upper and lower tiers were measured; thus, the growth rate of the root system was determined. The cultivars, the seedlings of which are characterized by the longest root system, have been identified – Luch 25, Saratovskaya 59 and Saratovskaya zolotistaya. The varietal characteristics of the growth of the main embryonic root were revealed, the growth rate of which significantly varies among the objects of study. The length of the adventitious roots of the lower layer in plants of the studied varieties ranged from 208 mm (Elizavetinskaya) to 278 mm (Saratovskaya 57 and Annushka); the upper layer – from 105 mm (Nikolasha) to 216 mm (Luch 25). The root-to-shoot ratio was calculated. In 5-day-old seedlings of the studied varieties, this varies from 0,92 to 1,89 rel. units; the degree of variation of the trait is average. In 12-day-old seedlings, the root supply index decreases, amounting to 0,42–1,29 relative units; the degree of variation of the trait is significant (with the exception of variety Luch 25).

Keywords: *Triticum durum* Desf., wheat morphogenesis, the root-to-shoot ratio, primary root system, growth rate of the root system.

Received: 20.06.2020 / Accepted: 30.06.2020 / Published: 30.11.2020

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

Reference

1. Trapeznikov V. K., Ivanov I. I., Talvinskaya N. G., Anokhina N. L. The growth of spring durum wheat plants on a heterogeneous and homogeneous nutrient medium with a different combination of germ roots of high and low salt status. *Agrochemistry*, 2005, no. 12, pp. 22–30 (in Russian).
2. Besaliev I. N., Tukhfatullin M. F. To the assessment of varieties of spring durum wheat for ecological plasticity. *News of the Orenburg State Agrarian University*, 2008, no.1 (17), pp. 18–20 (in Russian).
3. Malchikov P. N., Vyushkov A. A., Myasnikova M. G. *Formirovaniye modeley sortov tverдой pshenitsy dlya Srednego Povolzh'ya* [Formation of models of durum wheat varieties for the Middle Volga region]. Samara, SamNTs RAN, 2012. 112 p. (in Russian).
4. Ilyina L. G. *Selektsiya yarovoy myagkoy pshenitsy na Yugo-Vostoke* [Breeding of spring bread wheat in the South-East]. Saratov, Izd-vo Sarat. un-ta, 1989. 160 p. (in Russian).
5. Vasilchuk N. S. *Selektsiya yarovoy tverдой pshenitsy* [Breeding of spring durum wheat]. Saratov, NIISKh Yugo-Vostoka, 2001. 119 p. (in Russian).
6. Williams R. F. *The shoot apex and leaf growth: a study in quantitative biology*. London, New York, Cambridge University Press, 1975. 256 p.
7. Golub N. A. Parametry pervichnoj kornevoj sistemy ozimoy pshenitsy i vozmozhnosti ikh ispol'zovaniya v otsenke sortov [Parameters of the primary root system of winter wheat and the possibility of their use in the evaluation of varieties]. In: *Fiziologiya produktivnosti i ustojchivosti zernovykh kul'tur : sb. nauch. tr.* [Physiology of Productivity and Stability of Grain Crops: Coll. papers]. Krasnodar, Krasnodarskiy NII sel'skogo khozyaistva im. P. P. Lukyanenko, 1988, pp. 42–47 (in Russian).
8. Krasovskaya I. V. Regularities of the structure of the root system of cereals. *Botanic Magazine*, 1950, vol. 35, no. 4, pp. 374–384 (in Russian).
9. Khachaturov E. G., Korobko V. V., Stepanov S. A. Varietal features of the development of the embryo of the weevil *Triticum durum* Desf. *Questions of Biology, Ecology, Chemistry and Teaching Methods*: coll. of sci. art. Saratov, Amirit Publ., 2020, iss. 22, pp. 7–11 (in Russian).
10. Tkachev V. I., Gulyaev B. I. Response of plants of different winter wheat varieties to a brief soil drought. *Physiology and Biochemistry of Cultivated Plants*, 2010, vol. 42, no. 6, pp. 522–529 (in Russian).
11. Korobko V. V., Stepanov S. A. The effect of temperature on the development of the root system of durum wheat seedlings. *Questions of Biology, Ecology, Chemistry and Teaching Methods*: coll. of sci. art. Saratov, Izd-vo Sarat. un-ta, 2017, iss. 19, pp. 3–6 (in Russian).

Cite this article as:

Hachaturov E. G., Korobko V. V. The Features of Growth of the Primary Root System of *Triticum durum* Desf. Varieties of the Saratov Breeding. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Chemistry. Biology. Ecology*, 2020, vol. 20, iss. 4, pp. 433–437 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2020-20-4-433-437>