

Адаптивные сорта озимой ржи для возделывания в аридной зоне севера Астраханской области

Валентина Александровна Федорова

ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН», Астраханская область, с. Солёное Займище, Россия, fedorova59.61@mail.ru

Аннотация. Изучены перспективные сорта озимой ржи, дана оценка их продуктивного потенциала и адаптивных свойств при выращивании в засушливых условиях севера Астраханской области. В изучении находилось семь перспективных сортов озимой ржи российской и белорусской селекции. Наблюдения, учёт и анализы проводились согласно методике Госсортоиспытания, статистическая обработка – по методике Б.А. Доспехова. При расчете коэффициентов пластичности и стабильности использовалась методика S.A. Eberhart, W.A. Russell в изложении В.А. Зыкина и др. В результате трехлетних наблюдений выделены сорта с высокой продуктивностью, адаптированные к конкретным почвенно-климатическим условиям. По урожайности отличились сорта Ясельда, Зарница и Зилант (1,09; 1,31 и 1,46 т/га соответственно), их превышение над показателем стандарта составило от 87,9 до 151,7 %. Наиболее высокую степень отзывчивости на улучшение условий возделывания показали сорта Зарница и Зилант с коэффициентом пластичности 1,14 и 1,62 соответственно. Эти сорта занимали промежуточное положение среди сортов, находившихся в изучении, по показателю стабильности ($\sigma^2_d = 0,02$). Самым стабильным оказался сорт Таловская 33 ($\sigma^2_d = 0,33$).

Ключевые слова: озимая рожь; сорт; урожайность; влагообеспеченность; пластичность; стабильность.

Для цитирования: Федорова В. А. Адаптивные сорта озимой ржи для возделывания в аридной зоне севера Астраханской области // Аграрный научный журнал. 2022. № 5. С. 43–46. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i5pp43-46>.

AGRONOMY

Original article

Adaptive varieties of winter rye for cultivation in the arid zone of the north of the Astrakhan region

Valentina A. Fedorova

FSBSI «Pre-Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences», Astrakhan region, Solenoe Zaymishche, Russia, fedorova59.61@mail.ru

Abstract. The purpose of the research is to study promising varieties of winter rye, as well as to assess their productive potential and adaptive properties when grown in arid conditions in the north of the Astrakhan region. The study included seven promising varieties of winter rye of Russian and Belarusian selection. Observations, counts and analyzes were carried out according to the methodology of the State Variety Testing, statistical processing - according to the method of B.A. Dospikhov. When calculating the coefficients of plasticity and stability, the S.A. Eberhart and W.A. Russell method presented by V.A. Zykin and others was used. As a result of three-year observations, varieties with high productivity, adapted to specific soil and climatic conditions, were identified. The highest yield had the varieties Yaselda, Zarnitsa and Zilant (1.09 t / ha, 1.31 t / ha and 1.46 t / ha, respectively), their excess over the standard was from 87.9 to 151.7%. The varieties Zarnitsa and Zilant with plasticity coefficients of 1.14 and 1.62, respectively, showed the highest degree of responsiveness to improving cultivation conditions. These varieties occupied an intermediate position among the varieties under study in terms of stability ($\sigma^2_d = 0.02$). The most stable variety was Talovskaya 33 ($\sigma^2_d = 0.33$).

Keywords: winter rye; variety; yield; moisture content; plasticity; stability.

For citation: Fedorova V. A. Adaptive varieties of winter rye for cultivation in the arid zone of the north of the Astrakhan region. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(5): 43–46 (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i5pp43-46>.

Введение. Зерновое хозяйство является основой всего мирового сельскохозяйственного производства [9]. Сегодня уделяется особое внимание такому ценному хлебному злаку, как озимая рожь. Эта неприхотливая высокоурожайная культура занимает значительное место в питательном рационе человека и животных, так как ее зерно по содержанию протеина практически не уступает пшенице [2]. Кроме того, среди озимых зерновых культур она самая зимостойкая (выдерживает на глубине узла кущения понижение температуры до -23°C). Озимая рожь способна произрастать на малоплодородной засушливой почве, защищая ее от ветровой эрозии и способствуя улучшению структуры за счет большого количества органических остатков. Благодаря высокой стрессоустойчивости эта культура может формировать стабильный урожай даже в экстремальные по погодным условиям годы.

Производство зерна озимой ржи в РФ в последние годы значительно сократилось. Валовой сбор зерна этой ценной зерновой культуры снизился и стал нестабильным по годам. Особенно четко данная тенденция прослеживается в засушливые годы, так как рожь в этих условиях дает более стабильные урожаи. Поэтому очень важна адаптивная организация структуры посевных площадей в каждом конкретном почвенно-климатическом регионе для устойчивого роста урожайности и энергоэкономичности агроценозов в неблагоприятных условиях среды [7]. Чтобы получить максимально возможный и стабильный урожай зерна в условиях неблагоприятных почвенно-климатических факторов, необходимо правильно выбрать сорт, ведь именно он составляет до 30 % биологического фундамента современного урожая [8].

Часто селекционные работы по созданию высокоурожайных сортов приводят к снижению их зимостойкости и устойчивости к стрессовым погодным условиям в зоне возделывания [3, 10]. Одно из главных требований, предъявляемых к современным сортам, это не только высокоурожайная продукция отличного качества, но и высокая адаптивность к неблагоприятным факторам среды конкретного региона [11].

К сожалению, вопросы экологической пластичности сортов озимой ржи в условиях нашего региона изучены недостаточно. В связи с этим цель данного исследования – всесторонняя оценка по параметрам урожайности, экологической стабильности и пластичности перспективных сортов озимой ржи, способных формировать в сложных





гидротермических и почвенных условиях полупустынной зоны севера Астраханской области высокие и стабильные урожаи зерна.

Методика исследований. В Прикаспийском аграрном федеральном научном центре РАН проводилось агроэкологическое испытание сортов озимой ржи отечественной и белорусской селекции. Объектом исследований являлись сорта Нива, Петровна, Зарница, Талисман, Таловская 33, Зилант и Ясельда. В качестве стандарта использовали районированный сорт Саратовская 5. Посевы располагались на богарном участке, предшественник – ранний пар. Посев и уборку учетных делянок проводили вручную. Опыт закладывали по общепринятой методике Б.А. Дослехова [1]. Повторность опыта – трехкратная, учетная площадь одной делянки – 10 м², норма высева – 3,5 млн шт./га, размещение делянок в опыте – рендомизированное. Элементы технологии возделывания – общепринятые для почвенно-климатических условий нашего региона.

Учеты и наблюдения в опыте осуществляли в соответствии с методиками [5] и [6]. Расчет коэффициентов пластичности, стрессоустойчивости и стабильности проводили по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell в изложении В.А. Зыкина и др. [4, 11].

По агроклиматическому районированию место исследований относится к северо-западным подрайонам Астраханской области. Климат района, в котором расположен опытный участок, – полупустынный, резко континентальный, с резко выраженным антициклональным режимом погоды. Абсолютная годовая амплитуда температуры воздуха составляет 70–80 °С. Недостаточное количество атмосферных осадков (по среднемноголетним данным метеостанции села Черный Яр – 282 мм в год) и повышенные летние температуры воздуха (максимальная температура воздуха летом может достигать 38–42 °С, а поверхность почвы нагревается до 60–70 °С) способствуют тому, что испаряемость в 3–4 раза превышает сумму осадков.

Почва опытного участка – светло-каштановая, средней степени засоленности с содержанием гумуса 0,9–1,0 %, подвижных форм фосфора – 2–4 мг, обменного калия – 50–55 мг на 100 г почвы.

Результаты исследований. При анализе погодных условий использовали данные Черноярской метеорологической станции, среднемноголетние показатели рассчитаны за 1986–2016 гг. Агрометеорологические условия в осенний период вегетации за годы исследований в целом были благоприятными для развития ржи. Достаточное количество тепла и осадков создавали хорошие условия для получения всходов и кущения. Прекращение осенней вегетации отмечалось в среднемноголетние сроки (конец октября). Метеорологические условия периодов покоя также были благоприятными для перезимовки растений. Ранневесенние периоды характеризовались теплой погодой, и к началу апреля растения озимой ржи возобновляли вегетацию.

В основном на урожайность сортов озимой ржи влияли гидротермические условия весенне-летних периодов вегетации. Наиболее благоприятные условия для роста и развития растений озимой ржи сложились в 2020 г. Именно в этом году впервые за трехлетний период исследований отмечено достаточное количество осадков в мае – начале июня. В это время у растений идет интенсивное формирование колоса и начинается налив зерна (май – 41,5 мм, или +13,6 мм к среднемноголетнему показателю). Крайне неблагоприятно метеорологические условия весенне-летнего периода вегетации складывались в 2018 г. Повышенная температура воздуха (в мае и июне +3,0 и +0,6 °С к среднемноголетним соответственно) и недобор атмосферных осадков (май – 0,0 мм, июнь – 11,9 мм, или 48,4 мм к среднемноголетним данным) привели к жесточайшей засухе, которая стала причиной слабой завязываемости зерна и его налива, что значительно снизило урожайность всех сортов (табл. 1).

Влагообеспеченность посевов озимой ржи по годам исследований существенно различалась. Перед посевом запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы, как правило, находились на уровне мертвого запаса, т.к. на протяжении всех лет исследований в летний период наблюдалась засуха. Появление всходов и начальное развитие растений (вплоть до ухода в стадию покоя) полностью зависели от количества осадков в осенний период вегетации.

Общие запасы влаги метрового слоя почвы при возобновлении вегетации составили 176,2; 128,6 и 147,7 мм соответственно за годы исследований. Наибольшее суммарное водопотребление наблюдалось в 2018 г. и составило 223,9 мм, наименьшее – в 2019 г. (174,6 мм). Причем этот показатель на 70,8–78,7 % зависел от влагозапасов к началу возобновления вегетации и лишь на 11,7–31,2 % от количества осадков весенне-летнего периода вегетации (табл. 2). К моменту уборки запасы влаги практически полностью исчерпывались, их значения опускались до показателей мертвого запаса.

Коэффициент водопотребления варьировал по годам и изучаемым сортам (см. рисунок). Самые высокие показатели были получены в острозасушливом 2018 г. (от 273,3 мм у сорта Зарница до 559,8 мм у стандарта Саратов-

Таблица 1

Характеристика метеорологических условий периодов активной вегетации сортов озимой ржи (2017–2020 гг.)

| Месяц | 2017–2018 гг. | | 2018–2019 гг. | | 2019–2020 гг. | |
|---|---------------|------------------------|---------------|------------------------|---------------|------------------------|
| | среднее | +/- к средне-многолет. | среднее | +/- к средне-многолет. | среднее | +/- к средне-многолет. |
| Среднемесячная температура воздуха, °С | | | | | | |
| Сентябрь | 19,0 | +2,1 | 19,3 | +2,4 | 15,8 | -1,1 |
| Октябрь | 9,1 | -0,3 | 11,4 | +2,0 | 11,7 | +2,3 |
| Апрель | 9,8 | -0,8 | 11,3 | +0,7 | 8,5 | -2,1 |
| Май | 20,4 | +3,0 | 19,6 | +2,2 | 16,3 | -1,1 |
| Июнь | 23,5 | +0,6 | 26,8 | +3,9 | 25,7 | +2,8 |
| Количество осадков, мм | | | | | | |
| Сентябрь | 18,3 | -4,1 | 36,4 | +14,0 | 37,4 | +15,0 |
| Октябрь | 39,0 | +17,4 | 7,6 | -14,0 | 30,7 | +9,1 |
| Апрель | 14,4 | -4,2 | 18,8 | +0,2 | 9,5 | -9,1 |
| Май | 0,0 | -27,9 | 11,3 | -16,6 | 41,5 | +13,6 |
| Июнь | 11,9 | -20,5 | 4,9 | -27,5 | 14,1 | -18,3 |
| Сумма активных температур за вегетационный период, °С | 2212,5 | | 2499,6 | | 2169,6 | |
| ГТК за период активной вегетации | 0,4 | | 0,3 | | 0,6 | |

Структура запасов влаги на посевах озимой ржи, мм (2018–2020 гг.)

| Показатели структуры запасов влаги | Годы | | |
|---|-------|-------|-------|
| | 2018 | 2019 | 2020 |
| Общий запас влаги в метровом слое почвы перед посевом | 78,1 | 81,4 | 69,1 |
| Общий запас влаги в метровом слое почвы после возобновления вегетации | 176,2 | 128,6 | 147,7 |
| Количество осадков в весенне-летний период вегетации | 26,3 | 35,0 | 65,1 |
| Общий запас влаги в метровом слое почвы перед уборкой | 56,7 | 70,4 | 73,3 |
| Суммарное водопотребление | 223,9 | 174,6 | 208,6 |

ская 5), самые низкие – в 2020 г. (от 75,6 до 251,3 мм). Наименьшие коэффициенты суммарного водопотребления отмечали у сортов Зарница (от 297,3 мм/т в 2018 г. до 87,6 мм/т в 2020 г.) и Зилант (от 302,6 мм/т в 2018 г. до 75,6 мм/т в 2020 г.). У сорта-стандарта Саратовская 5 коэффициент водопотребления во все годы исследований был самым высоким относительно других опытных сортов – от 559,8 мм/т в 2018 г. до 251,3 мм/т в 2020 г.

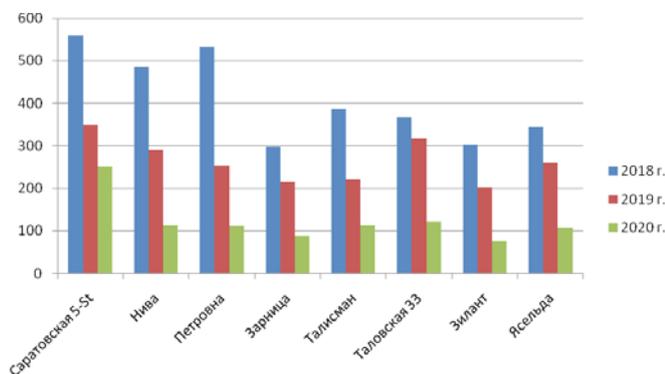
При создании новых сортов с повышенной продуктивностью необходимо учитывать также такой показатель, как стабильность урожайности во времени и пространстве, зависящий от множества факторов (особенности самого сорта, климатических и почвенных условий выращивания, технологии возделывания). В нашем опыте главным фактором, влияющим на урожайность зерна, были метеорологические условия вегетационного периода. Поэтому были рассчитаны индексы условий среды за период испытаний и пластичность исследуемых сортов. Самым благоприятным в метеорологическом аспекте был 2020 г. с индексом условий 0,85. Засушливые 2018 и 2019 гг. характеризовались отрицательными значениями индекса среды и составили –0,48 и –0,37 соответственно.

Самые высокие показатели урожайности сортов были получены в 2020 г., разброс составил от 1,73 до 2,76 т зерна с 1 га. В среднем за годы исследований наиболее продуктивными из сортов озимой ржи оказались сорта Ясельда, Зарница и Зилант, урожайность которых в среднем составила 1,09; 1,31 и 1,46 т/га соответственно. Их превышение над стандартом (0,58 т/га) составило от 87,9 до 151,7 % (табл. 3). За период исследований самой низкой урожайностью была в 2018 г., в зависимости от сорта она варьировала от 0,42 до 0,74 т/га при показателе стандарта 0,40 т/га.

В табл. 4 показаны результаты теоретической урожайности сортов озимой ржи. На основании коэффициентов регрессий были рассчитаны теоретические значения урожайности.

В год с лучшим индексом условий выращивания (2020 г.) наиболее высокие показатели теоретической урожайности отмечали у сортов Зарница (2,47 т/га) и Зилант (2,88 т/га). При худших условиях самая низкая теоретическая урожайность была получена у сортов Саратовская 5, Нива и Петровна – 0,44; 0,47 и 0,45 т/га соответственно.

Чем меньше квадратическое отклонение значений фактической урожайности от теоретической, тем сорт считается более стабильным. Согласно расчетам, наибольшей стабильностью обладали сорта Нива, Саратовская 5 и Ясельда (σ^2_d – от 0,000 до 0,004). Самый высокий показатель квадратического отклонения зафиксирован у сорта Таловская 33 ($\sigma^2_d=0,33$), т.е. это самый нестабильный сорт, из находившихся в изучении (табл. 5).



Коэффициент водопотребления сортов озимой ржи, мм/т (2018–2020 гг.)

Такой важный показатель, как пластичность способен определить степень реакции сорта на изменение условий выращивания: чем он выше, тем отзывчивей сорт (табл. 5). В нашем опыте лишь два сорта показали себя как слабо реагирующие на изменение условий выращивания, их пластичность была ниже единицы – это стандарт Саратовская 5 (0,30) и Таловская 33. Все остальные сорта показали высокую степень отзывчивости на улучшение условий возделывания, самые высокие показатели у сортов Зарница (1,36) и Зилант (1,67).

Заключение. Проведенные в 2018–2020 гг. исследования по изучению сортов озимой ржи для возделывания в полупустынных условиях севера Астраханской области позволили выделить наиболее высокопродуктивные и пластичные. Сорта Зилант и Зарница обладали самыми высокими показателями урожайности (1,46 и 1,31 т/га соответственно), большой отзывчивостью

Таблица 3

Урожайность сортов озимой ржи, т/га (2018–2020 гг.)

| Сорт | Урожайность, т/га | | | | +/- к стандарту | |
|----------------------|-------------------|---------|---------|---------|-----------------|---------|
| | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | средняя | т/га | % |
| Саратовская 5-St | 0,40 | 0,50 | 0,83 | 0,58 | – | – |
| Нива | 0,46 | 0,60 | 1,87 | 0,98 | +0,40 | +68,96 |
| Петровна | 0,42 | 0,69 | 1,88 | 1,00 | +0,42 | +72,41 |
| Зарница | 0,75 | 0,81 | 2,38 | 1,31 | +0,73 | +125,86 |
| Талисман | 0,58 | 0,79 | 1,86 | 1,08 | +0,50 | +86,21 |
| Таловская 33 | 0,61 | 0,55 | 1,73 | 0,96 | +0,38 | +65,52 |
| Зилант | 0,74 | 0,87 | 2,76 | 1,46 | +0,88 | +151,72 |
| Ясельда | 0,65 | 0,67 | 1,94 | 1,09 | +0,51 | +87,93 |
| НСР ₀₅ | 0,19 | 0,20 | 0,19 | | | |
| Индекс условий среды | -0,48 | -0,37 | 0,85 | | | |



Теоретическая урожайность сортов озимой ржи

| Сорт | Теоретическая урожайность | | | |
|------------------|---------------------------|---------|---------|-----------|
| | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | в среднем |
| Саратовская 5-St | 0,44 | 0,47 | 0,84 | 0,58 |
| Нива | 0,47 | 0,59 | 1,88 | 0,98 |
| Петровна | 0,45 | 0,58 | 1,97 | 1,00 |
| Зарница | 0,66 | 0,81 | 2,47 | 1,31 |
| Талисман | 0,60 | 0,71 | 1,94 | 1,08 |
| Таловская 33 | 0,79 | 0,83 | 1,26 | 0,96 |
| Зилант | 0,66 | 0,84 | 2,88 | 1,46 |
| Ясельда | 0,61 | 0,72 | 1,94 | 1,09 |

Таблица 5

Пластичность, стрессоустойчивость и стабильность сортов озимой ржи (2018–2020 гг.)

| Сорт | Урожайность, т/га | | Пластичность | Стрессоустойчивость | Стабильность, σ^2 |
|------------------|-------------------|------|--------------|---------------------|--------------------------|
| | max | min | | | |
| Саратовская 5-St | 1,08 | 0,35 | 0,30 | -0,73 | 0,0026 |
| Нива | 1,29 | 0,51 | 1,06 | -0,78 | 0,0003 |
| Петровна | 1,34 | 0,65 | 1,14 | -0,69 | 0,0211 |
| Зарница | 2,32 | 0,83 | 1,36 | -1,49 | 0,0164 |
| Талисман | 1,25 | 0,55 | 1,01 | -0,70 | 0,0132 |
| Таловская 33 | 1,63 | 0,63 | 0,35 | -1,00 | 0,3317 |
| Зилант | 1,22 | 0,48 | 1,67 | -0,74 | 0,0217 |
| Ясельда | 1,46 | 0,82 | 1,00 | -0,64 | 0,0041 |

на улучшение условий выращивания (коэффициент пластичности 1,14 и 1,62) и хорошей способностью обеспечивать стабильную урожайность не только в благоприятных, но и в экстремальных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чекмарев П. А. Производство качественного зерна – важная задача агропромышленного комплекса России // Земледелие. 2009. № 4. С. 3–8.
2. Жученко А. А. Рожь – стратегическая культура в обеспечении продовольственной безопасности России в условиях глобального и локального изменения погодно-климатических условий. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2009. 52 с.
3. Рыбась И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т.51. № 5. С. 617–626.
4. Совершенствование модели сорта озимой ржи для условий Волго-Вятского региона / Е. И. Уткина [и др.] // Научное обозрение. Биологические науки. 2018. № 4. С. 27–32.
5. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы): теория и практика. М.: Агрорус, 2008. Т. 1. 814 с.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агрпромиздат, 1985. 351 с.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под ред. В. И. Головачева, Е. В. Кириловской. М., 1989. Вып. 2. 194 с.
8. Методические указания по изучению мировой коллекции ржи / под ред. В. Д. Кобылянского. Л., 1981. 17 с.
9. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений / В. А. Зыкин [и др.]. Уфа, 2005. 100 с.
10. Chaikin V. V. Characteristics of new morphotypes production process of winter rye // International conference on rye breeding and genetical. Conereceabstracts. Wroclaw, Poland, 24–26 June. 2015. P. 60.
11. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability Parameters for Comparing Varieties. CropScience. 1966. Vol. 6. No. 1. P. 36–40.

REFERENCES

1. Chekmarev P. A. The production of high-quality grain is the most important task of the agro-industrial complex of Russia. *Agriculture*. 2009;(4):3–8. (In Russ.).
2. Zhuchenko A. A. Rye is a strategic culture in ensuring food security in Russia in the context of global and local changes in weather and climatic conditions. Kirov: Research Institute of Agriculture of the North-East; 2009. 52 p. (In Russ.).
3. Rybas I. A. Increasing adaptability in the breeding of grain crops. *Agricultural biology*. 2016;51(5):617–626. (In Russ.).
4. Improvement of the winter rye variety model for the conditions of the Volga-Vyatka region / E. I. Utkina et al. *Scientific Review. Biological Sciences*. 2018;(4):27–32. (In Russ.).
5. Zhuchenko A. A. Adaptive plant growing (ecological and genetic foundations): theory and practice. M.: Agrorus; 2008. T. 1. 814 p. (In Russ.).
6. Dospikhov B. A. Methodology of field experiment with the basics of statistical processing of research results). M.: Agropromizdat; 1985. 351 p. (In Russ.).
7. Methodology for state variety testing of agricultural crops / ed. in and. W. I. Golovacheva, E. V. Kirilovskaya. M., 1989;(2):194. (In Russ.).
8. Guidelines for the study of the world collection of rye / ed. V. D. Kobylansky. L.; 1981. 17 p. (In Russ.).
9. Zykin V. A. Methodology for calculating and evaluating the parameters of ecological plasticity of agricultural plants / V. A. Zykina et al. Ufa; 2005. 100 p. (In Russ.).
10. Chaikin V. V. Characteristics of new morphotypes production process of winter rye // International conference on rye breeding and genetical. Conereceabstracts. Wroclaw. Poland. 24–26 June. 2015. P. 60
11. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability Parameters for Comparing Varieties. *CropScience*. 1966;6;(1):36–40.

Статья поступила в редакцию 07.12.2021; одобрена после рецензирования 13.12.2021; принята к публикации 22.12.2021.

The article was submitted 07.12.2021; approved after reviewing 13.12.2021; accepted for publication 22.12.2021.

