

*Селекция, семеноводство и биотехнология
сельскохозяйственных растений*

Научная статья

УДК 577.1.:633.34(631.527)

DOI: 10.25230/2412-608X-2023-4-196-3-8

**Новые перспективные
образцы сои**

**Оксана Александровна Юсова
Акимбек Мырзаевич Асанов**

ФГБНУ «Омский АНЦ»
644012, г. Омск-12, проспект Королева, 26
Тел./факс: (3812) 77-68-87, 77-69-46
55asc@bk.ru

Людмила Валентиновна Омелянюк

ФГБНУ «Омский АНЦ»
г. Омск, пр-т Королёва, 28
Тел.: 8 (3812) 77-62-31
omelyanyuk@anc55.ru

Аннотация. За период 60-летней селекционной работы в Омском аграрном научном центре (ранее – СибНИИСХ) создан уникальный генофонд сибирской сои – более 15 сортов, включенных в Госреестр РФ. Однако селекционная наука не стоит на месте, она развивается в соответствии с запросами современности. Целью исследований являлась характеристика новых перспективных образцов сои. Представлены данные исследований с 2019 по 2021 гг. Погодные условия периода вегетации (с мая по сентябрь) были контрастными. Так, 2019 г. характеризовался как средnezасушливый (ГТК = 0,99), сильная засуха отмечена в 2020 и 2021 гг. (ГТК = 0,58 и 0,55). Рассчитана адаптивность сортов по урожайности и показателям качества (массовая доля белка и сырого жира). На формирование массовой доли белка равноценное влияние оказывали условия года и генотип сорта (49,43 и 47,44 % соответственно), сырого жира – условия года (86,85 %). Повышенное содержание белка и масла отмечено в 2019 г. (39,85 и 20,01 % соответственно), наибольшая урожайность – в 2020 г. (2,96 т/га). Стандартом выступал сорт сои Сибирячка, включенный в Госреестр РФ с 2013 г. Для дальнейшей селекционной работы рекомендуются линии Л 53/14 и Л 217/18, которые характеризуются повышенным содержанием в зерне белка (+1,04 и +0,98 % к ст.) и сырого жира (+0,88 и +1,92 % к ст.), а также прибавкой урожайности

(0,29 и 0,42 т/га к ст.). Также данные линии являются пластичными и стабильными ($bi > 1$ и $\sigma_d^2 < 1$): Л 53/14 по масличности и урожайности, Л 217/18 – по белковости и урожайности.

Ключевые слова: соя, линия, урожайность, качество, корреляция, пластичность, стабильность

Для цитирования: Юсова О.А., Асанов А.М., Омелянюк Л.В. Новые перспективные образцы сои // Масличные культуры. 2023. Вып. 4 (196). С. 3–8.

UDC 577.1.:633.34(631.527)

New promising soybean samples

Yusova O.A., PhD in agriculture, head of the plant genetics, physiology, and biochemistry lab.

Asanov A.M., PhD in agriculture, head of the leguminous crops breeding lab.

Omsk Agrarian Scientific Center
26 Korolyova Ave., Omsk-12, 644012 Russia
Tel./fax: (3812) 77-68-87, 77-69-46

55asc@bk.ru

Omelyanyuk L.V., doctor of agriculture, associated prof., leading researcher of the leguminous crops breeding lab.

Omsk Agrarian Scientific Center
28 Korolyova Ave., Omsk, 644012 Russia
Tel.: 8 (3812) 77-62-31

omelyanyuk@anc55.ru

Abstract. During the period of the 60-year breeding in the “Omsk Agrarian Scientific Center” (earlier SibNIISh), a unique Siberian soybean gene pool was created, more than 15 varieties were included into the State Register of the Russian Federation. However, breeding science does not stand still; it develops in accordance with the needs of the present day. The purpose of the research was to characterize the new promising samples of soybeans. There are presented data of the research of 2019–2021. The weather conditions of the growing season from May to September were contrasting. So, 2019 was characterized as medium-dry (hydrothermal coefficient = 0.99) and severe drought was noted in 2020 and 2021 (hydrothermal coefficient = 0.58 and 0.55, respectively). The adaptability of cultivars in productivity and quality indicators (mass fraction of protein and raw fat) is calculated. The weather conditions of the year and the genotype of the cultivar had an equal influence on the formation of the mass fraction of the protein (49.43 and 47.44%, respectively), on raw fat – the conditions of the year (86.85%) only. The increased protein and oil contents (39.85 and 20.01%, respectively) was noted in 2019, the greatest productivity (2.96 t/ha) – in 2020. The soybean cultivar Sibiryachka was the standard, it has been included into the State Register of the Russian Federation since 2013. For further breeding work, lines L 53/14 and L 217/18 are recommended, they are characterized by a

high contents of protein grain (+1.04 and +0.98% to st.) and raw fat (+0.88 and +1.92% to st), as well as yield increase (0.29 and 0.42 t/ha to st.). In addition, these lines are plastic and stable (Regression coefficient > 1 and the degree of stability of responses to cultivation conditions < 1): L 53/14 in oil content and yield, L 217/18 – in protein and yield.

Key words: soybean, line, yield, quality, correlation, plasticity, stability

Введение. В настоящее время зернобобовые культуры получили особое распространение вследствие высокой экономической, хозяйственной и экологической значимости. Благодаря способности растений данного семейства фиксировать атмосферный азот, они формируют повышенное количество белка. Одной из зернобобовых культур является соя, которая имеет повышенный спрос на мировом рынке как масличного, так и белкового сырья [1].

Практически совершенный по аминокислотному составу белок сои и удачная комбинация жирных кислот, послужили причиной увеличения соесодержащих продуктов в рационе человека. Так, данные продукты находят успешное применение в здоровом, диетическом, гипоаллергенном и детском питании [2].

Планомерная селекционная работа с данной культурой послужила причиной существенного повышения урожайности у новых сортов сои [3]. При этом доля непосредственно сорта в общем приросте урожайности полевых культур может достигать 25–50 %. Ценность сорта повышается при условии наличия у его растений не единичных хозяйственно ценных признаков, а их комплекса (технологические, хозяйственные и биологические). Создание высокопродуктивных и экологически устойчивых сортов, способных эффективно задействовать ресурсы окружающей среды и противостоять действию абиотических и биотических стрессоров, является на сегодняшний день одной из главных целей в селекционных исследованиях [1].

Потребность в подобных сортах увеличивается в связи с неустойчивостью развития климата. Так, на территории России темпы потепления ощутимо превышают среднеглобальные (более чем в два с половиной раза). Однако рост обеспеченности теплом сельскохозяйственных культур приводит к увеличению продолжительности периода вегетации [4; 5], что не всегда подходит сельхозтоваропроизводителям и создает новые вызовы.

В течение 60-летней селекции в Омском аграрном научном центре (ранее – СибНИИСХ) создан уникальный генофонд сибирской сои. Включены в Государственный реестр селекционных достижений следующие сорта сои: Омская 4 (1993 г.), Алтом (1998 г.), СибНИИСХоз 6 (2000 г.), Дина (2003 г.), Куряночка (2005 г.), Эльдорадо (2010 г.), Золотистая (2012 г.), Сибирячка (2013 г.), Черемшанка (2017 г.), Миляуша (2017 г.), Заряница (2018 г.), Сибириада (2020 г.), Сибириада 20 (2022 г.) и Сибириада 23 (передана на ГСИ в 2023 г.).

Однако селекционная наука не стоит на месте, она развивается в соответствии с запросами современности [6; 7]. Селекционеры находятся в бесконечном поиске новых перспективных образцов, а районированные сорта становятся исходным материалом для гибридов.

Целью исследований являлась характеристика новых перспективных образцов сои.

Материалы и методы. Исследования выполнялись на полевых мелкоделяночных опытах лаборатории селекции зернобобовых культур ФГБНУ Омский АНЦ с 2019 по 2021 гг., площадь делянки 10 м², повторность опыта 4-кратная.

Погодные условия периода вегетации (с мая по сентябрь) были контрастными. Так, 2019 г. характеризовался как среднезасушливый (ГТК = 0,99), сильная засуха отмечена в 2020 и 2021 гг. (ГТК = 0,58 и 0,55).

Биохимические показатели семян определяли в абсолютно сухой навеске. Размол семян проводили на мельнице «Циклотек 1092». Содержание азота в семенах определяли на автоматическом анализаторе «KjeltekAuto 1030 Analyzer». Коэффициент пересчета азота на белок для зерна сои – 6,25. Содержание в зерне сырого жира определяли в аппарате Сокслета [8].

Дисперсионный анализ (с целью определения доли влияния факторов в общей дисперсии показателей качества), а также математическая обработка данных проведены по пособию в изложении Б.А. Доспехова [9]. Дисперсионный и корреляционный анализы рассчитаны по питомнику КСИ сои за 2019–2021 гг. Адаптивность сорта оценена по методике Eberhart и Russell [8].

Коэффициент регрессии (b_i) определяет реакцию генотипов на колебания почвенно-климатических условий. Степень стабильности реакции на условия возделывания (σ_a^2) является важным параметром оценки генотипов в процессе их изучения и определяется как отклонение от линии регрессии. Чем ниже σ_a^2 , тем меньше различие между теоретическими и практическими показателями качества, а отсюда – более высокая устойчивость данного признака.

Стандартом выступал сорт сои Сибирячка, включенный в Госреестр РФ с 2013 г. Сорт раннеспелый (созревает за 91–110 суток, стандарт СибНИИК 315 – 102 суток). Сорт более устойчив к бактериозу, чем стандарт СибНИИК 315. Засухоустойчивость средняя. Максимальная урожайность составила 3,44 т/га, средняя – 2,57 т/га (на 0,22 т/га выше стандарта СибНИИК 315). Качество зерна на уровне стандартного сорта СибНИИК 315: содержание белка – 38,6 %, жира – 17,8 %. Основные достоинства – скороспелость, повышенный потенциал продуктивности и высокое прикрепление нижних бобов.

Результаты и обсуждение. Согласно данным, представленным в таблице 1, на

содержание белка за период исследований равноценное влияние оказывали как генотип сорта (фактор Б составил 47,44 %), так и условия периодов возделывания (фактор А равен 49,43 %). В формирование масличности зерна основной вклад – 86,85 %, вносили климатические условия, но и влияние генотипа было достоверным – 4,00 %.

Таблица 1

Вклад факторов в изменчивость показателей качества зерна сои, %

Источник варьирования	Показатель качества зерна	
	содержание белка	содержание сырого жира
Влияние года (фактор А)	49,43	86,85
Влияние генотипа (фактор Б)	47,44	8,68
Взаимодействие (А × Б)	2,13	4,00
Остаточное	1,0	0,47

Незначительная изменчивость как показателей качества, так и урожайности ($CV < 10$ %) (табл. 2) указывает на схожесть исследуемых линий по данным показателям, что означает определенные трудности при выделении наиболее перспективных образцов.

Среднее по опыту за период исследований содержание белка в зерне составило 38,39 %. Наибольшая белковость отмечена в 2019 г. – 39,85 %, при максимальном коэффициенте окружающей среды ($I_j = 1,09$); наименьшая – в 2020 г. (37,19 % при $I_j = -1,15$). Значение данного показателя у стандартного сорта отмечено на уровне 38,30 %. В среднем за период исследований достоверно превышали стандарт линии Л 53/14, Л 57/15 и Л 217/218 (+0,98...2,29 %).

Среднее содержание сырого жира в зерне составило 19,35 %; повышенное – сформировалось в 2019 г. (20,01 %; $I_j = 0,58$), пониженное – в 2021 г. (18,76 %; $I_j = -1,01$). Масличность стандарта отмечена на уровне 18,71 %; достоверную прибавку имели линии Л 53/14, Л 56/15, Л 57/15, Л 48/08, Л 218/18, Л 217/218 (+0,40...2,75 % к st.).

Урожайность является интегральным признаком, который аккумулирует все применяемые агротехнологии и указывает на их эффективность. Средняя по опыту урожайность составила 2,96 т/га при максимальном значении в 2020 г. (3,36 т/га; $I_j = 0,34$) и минимальном – в 2019 г. (2,39 т/га; $I_j = -0,41$). Урожайность стандартного сорта Сибирячка составила 2,62 т/га; все исследуемые линии характеризовались повышенной урожайностью (+0,18...0,62 т/га к st.)

Отмеченная выше обратная зависимость как между самими показателями качества зерна, так и между с каждым показателем урожайности, несомненно, представляет собой значительную трудность. Однако многолетние селекционные исследования позволяют ее преодолеть. Примером тому являются линии Л 56/15, Л 48/08 и Л 218/18, сочетающие повышенное содержание в зерне сырого жира (+0,36...2,75 % к st.) с урожайностью (+0,21...0,46 т/га к st.). Линия Л 216/18 является высокобелковой (+0,19 % к st.) и высокоурожайной (+0,38 т/га к st.). Особую ценность для селекции представляют линии Л 53/14, Л 57/15, и Л 217/18, сочетающие повышенное содержание в зерне белка (+0,98...1,29 % к st.) и масла (+0,40...1,92 % к st.) с урожайностью (+0,29...0,62 т/га к st.).

Таблица 2

Выраженность и изменчивость урожайности и качества зерна линий сои, КСИ

Сорт, линия	Массовая доля, %								Урожайность, т/га			
	белка				сырого жира				2019		2020	
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	\bar{X}	2019 г.	2020 г.	2021 г.	\bar{X}	г.	г.	г.	\bar{X}
Сибирячка, стандарт	38,7	37,9	38,26	38,3	18,9	18,9	18,3	18,7	2,0	3,2	2,6	2,62
Л 53/14	41,6	38,2	38,3	39,3	20,1	20,6	18,1	19,7	2,5	3,4	2,9	2,9
Л 56/15	38,0	36,8	36,3	37,0	19,7	19,0	18,8	19,2	2,5	3,6	3,1	3,1
Л 57/15	41,7	39,1	38,0	39,6	19,8	19,3	18,2	19,1	2,4	3,4	4,0	3,2
Л 296/17	39,4	36,7	38,3	38,1	20,0	16,2	17,0	17,7	2,6	3,4	3,3	3,1
Л 48/08	37,8	36,5	38,5	37,6	19,9	19,6	17,7	19,1	2,2	3,3	3,0	2,8
Л 218/18	40,4	35,0	37,8	37,7	22,1	20,8	21,5	21,5	2,5	3,1	2,9	2,83
Л 216/18	39,8	37,0	38,6	38,5	19,5	17,9	18,7	18,7	2,5	3,4	3,1	3,0
Л 217/18	41,3	37,5	39,0	39,3	20,1	21,1	20,6	20,6	2,5	3,4	3,2	3,0
Среднее	39,8	37,2	38,1	38,4	20,0	19,3	18,8	19,4	2,4	3,4	3,1	3,0
max	41,7	39,1	39,0	39,6	22,1	21,1	21,5	21,5	2,6	3,6	4,0	3,2
min	37,8	35,0	36,3	37,0	18,9	16,2	17,0	17,7	2,0	3,1	2,6	2,6
CV, %	3,7	3,1	2,0	-	4,3	8,1	7,5	-	7,9	4,2	12,4	-
НСР ₀₅	0,39	0,26	0,28	-	0,14	1,38	1,15	-	0,37	0,38	0,33	-
I_j	1,09	-1,15	0,06	-	0,58	0,42	-1,01	-	-0,41	0,34	0,07	-

Коэффициент регрессии (b_i) определяет степень реакции генотипов на колебания почвенно-климатических условий (пластичность). Анализ коэффициентов регрессии позволил все исследуемые сорта по основным показателям качества зерна и продуктивности разделить на три группы (табл. 3).

Первая группа представлена сортообразцами при $b_i > 1$: Л 53/14, Л 57/15, Л 296/17, Л 218/18, Л 216/18, Л 217/218 (массовая доля белка); Л 53/14 и Л 48/08 (массовая доля сырого жира); Сибирячка, Л 56/15, Л 57/15, Л 48/08 и Л 217/218 (урожайность). Перечисленные сорта и линии при улучшении условий выращивания увеличивали указанные показатели качества зерна и продуктивности, что соответствует интенсивному типу.

Группа при b_i от 0,96 до 1,06 включает линию Л 53/14 по урожайности, что свидетельствует о полном соответствии показателей качества изменению условий выращивания.

Остальные линии, показатели качества и продуктивности которых отмечены на уровне $b_i < 1$, характеризовавшиеся слабой реакцией признаков на улучшение условий выращивания, соответствуют экстенсивному типу.

Таблица 3

Адаптивность сортообразцов сои в условиях 2019–2021 гг.

Сорт, линия	Массовая доля				Урожайность семян	
	белка		сырого жира		b_i	σ_a^2
	b_i	σ_a^2	b_i	σ_a^2		
Сибирячка, стандарт	0,33	0,01	0,39	0,01	1,39	0,02
Л 53/14	1,48	2,00	1,47	0,04	1,06	0,01
Л 56/15	0,46	0,85	0,38	0,28	1,29	0,01
Л 57/15	1,12	4,11	0,85	0,19	1,30	0,66
Л 296/17	1,23	0,01	0,55	7,74	0,88	0,04
Л 48/08	0,62	1,07	1,32	0,12	1,29	0,02
Л 218/18	2,40	0,01	0,06	0,74	0,73	0,01
Л 216/18	1,28	0,01	0,09	1,37	1,08	0,01
Л 217/218	1,65	0,16	0,05	0,48	1,10	0,01

Дополнительным параметром, характеризующим степень изменчивости сравниваемых сортов, является степень стабильности реакции (σ_a^2). Чем ниже

данный показатель, тем более высокая устойчивость данного признака.

Согласно полученным данным, по показателям качества высокой стабильностью характеризовались линии: массовая доля белка – Сибирячка, Л 56/15, Л 296/17, Л 218/18, Л 216/18 и Л 217/218; массовая доля сырого жира – Л 53/14, Л 56/15, Л 57/15, Л 48/08, Л 218/18 и Л 217/218, при $b_i < 1$. По урожайности все линии относятся к стабильным.

Современный уровень земледелия еще не может в достаточной степени нивелировать действия неблагоприятных природных факторов. Поэтому сорта должны сочетать хорошую отзывчивость на повышение плодородия и устойчивость к лимитирующим факторам среды.

Таким образом, согласно данным наших исследований, высокой пластичностью и стабильностью (при $b_i > 1$ и $\sigma_a^2 < 1$) выделялись следующие образцы:

- по массовой доле белка: Л 296/17, Л 218/18, Л 216/18, Л 217/218;

- по массовой доле сырого жира: Л 53/14, Л 48/08;

- по урожайности: стандарт Сибирячка, Л 53/14, Л 56/15, Л 57/15, Л 296/17, Л 48/08, Л 216/18 и Л 217/218.

Выводы. Таким образом, для дальнейшей селекционной работы рекомендуются следующие линии:

- Л 53/14: +1,04 % к st. по массовой доле белка; +0,88 % к st. по массовой доле сырого жира; +0,29 т/га к st. по урожайности. Линия пластична и стабильна ($b_i > 1$ и $\sigma_a^2 < 1$) по масличности и урожайности.

- Л 217/18: +0,98 % к st. по массовой доле белка; +1,92 % к st. по массовой доле сырого жира; +0,42 т/га к st. по урожайности. Линия пластична и стабильна ($b_i > 1$ и $\sigma_a^2 < 1$) по белковости и урожайности.

Список литературы

1. Галиченко А.П., Фокина Е.М. Влияние метеорологических условий на фор-

мирование урожайности сортов селекции сои ВНИИ сои // Аграрный вестник Урала. – 2022. – № 7 (222). – С. 16–25.

2. Литвиненко О.В., Корнева Н.Ю. Перспективы использования новых сортов сои селекции Всероссийского НИИ сои в производстве соево-шоколадного напитка // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. – 2019. – Т. 22. – № 3. – С. 413–420.

3. Набиев Т.Н., Вохидова К.А., Асроров А. Формирование урожая зерна сои при бактериализации семян и внесении минеральных удобрений, их влияние на продуктивность сои // Кишоварз. – 2020. – № 1. – С. 15–19.

4. Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. Модельные оценки влияния климата на урожайность зерновых и зернобобовых культур в регионах России // Проблемы прогнозирования. – 2021. – № 2 (185). – С. 75–86. DOI: 10.47711/0868-6351-185-75-86.

5. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2021 год. – Москва, 2022. – 104 с.: [Электронный ресурс]. – URL: <http://climatechange.igse.ru/> (дата обращения: 12.02.2022).

6. Асанов А.М., Юсова О.А., Омелянюк Л.В. Новый перспективный сорт сои Сибириада // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 2 (182). – С. 148–153. DOI: 10.25230/2412-608X-2020-2-182-148-153.

7. Омелянюк Л.В., Асанов А.М., Юсова О.А. Применение биологического препарата Ризобакт СП на сое в южной лесостепи Западной Сибири // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2018. – Вып. 1 (173). – С. 61–66. DOI 10.25230/2412-608X-2018-1-173-61-66.

8. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. – М.: Колос, 1976. – С. 144–148.

9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обра-

ботки результатов исследований. Издание 6-е, доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

10. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing Varieties // Crop Sci. – 1966. – Vol. 6. – № 1. – P. 36–40.

References

1. Galichenko A.P., Fokina E.M. Vliyaniye meteorologicheskikh usloviy na formirovaniye urozhaynosti sortov selektsii soi VNII soi // Agrarnyy vestnik Urala. – 2022. – № 7 (222). – S. 16–25.

2. Litvinenko O.V., Korneva N.Yu. Perspektivy ispol'zovaniya novykh sortov soi selektsii Vserossiyskogo NII soi v proizvodstve soevo-shokoladnogo napitka // Vestnik MGTU. Trudy Murmanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo univer-siteta. – 2019. – Т. 22. – № 3. – S. 413–420.

3. Nabiev T.N., Vokhidova K.A., Asrorov A. Formirovaniye urozhaya zerna soi pri bakterizatsii semyan i vnesenii mineral'nykh udobreniy, ikh vliyaniye na produktivnost' soi // Kishovarz. – 2020. – № 1. – S. 15–19.

4. Siptits S.O., Romanenko I.A., Evdokimova N.E. Model'nye otsenki vliyaniya klimata na urozhaynost' zernovykh i zernobobovykh kul'tur v regionakh Rossii // Problemy prognozirovaniya. – 2021. – № 2 (185). – S. 75–86. DOI: 10.47711/0868-6351-185-75-86.

5. Doklad ob osobennostyakh klimata na territorii Rossiyskoy Federatsii za 2021 god. – Moskva, 2022. – 104 s.: [Elektronnyy resurs]. – URL: <http://climatechange.igce.ru/> (data obrashcheniya: 12.02.2022).

6. Asanov A.M., Yusova O.A., Omel'yanyuk L.V. Novyy perspektivnyy sort soi Sibiriada // Maslichnye kul'tury. – 2020. – Vyp. 2 (182). – S. 148–153. DOI: 10.25230/2412-608Kh-2020-2-182-148-153.

7. Omel'yanyuk L.V., Asanov A.M., Yusova O.A. Primeneniye biologicheskogo preparata Rizobakt SP na soe v yuzhnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2018. – Vyp. 1 (173). – S. 61–66. DOI 10.25230/2412-608X-2018-1-173-61-66.

8. Pleshkov B.P. Praktikum po biokhimi rasteniy. – М.: Kolos, 1976. – S. 144–148.

9. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy. Izdaniye 6-е, dop. i pererab. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 s.

10. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Sci. – 1966. – Vol. 6. – № 1. – P. 36–40.

Сведения об авторах

О.А. Юсова, канд. с.-х. наук, зав. лаб.

А.М. Асанов, канд. с.-х. наук, зав. лаб.

Л.В. Омелянюк, д-р с.-х. наук, доцент, вед. науч. сотр.

Получено/Received

18.07.2023

Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed

28.07.2023

Получено после доработки/Manuscript revised

07.08.2023

Принято/Accepted

30.10.2023

Manuscript on-line

30.12.2023