



ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА РАЗВИТИЕ ПЕРВИЧНОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

✉ **Маслинская М.Е.**

Институт льна

Витебская область, агрогородок Устье, Республика Беларусь

✉ e-mail: mme-83@tut.by

Изучено влияние биологических препаратов на начальные ростовые процессы семян льна масличного. Эксперимент проведен в лабораторных условиях в 2022 г. Объекты исследования – сорт льна масличного Дар, биопрепараты АгроМик, Ж (норма расхода при предпосевной обработке семян 1,0 л/т), Гордебак, Ж (1,0 л/т), Бактофиш, Ж (1,0 л/т), Бактопин, Ж (2,0 л/т), Вермикс, Ж (2,0 л/т). Исследованы показатели длины зародышевого корешка на 3-и сутки (9,29–14,95 мм в рулонах, 20,59–23,33 мм в чашках Петри), на 5-е сутки (39,52–50,50 мм в рулонах, 40,38–54,48 мм в чашках Петри), на 7-е сутки (92,42–103,15 мм в рулонах, 60,36–76,64 мм в чашках Петри). Анализ суммарной длины зародышевых корешков на 3-и, 5-е и 7-е сутки проращивания позволил выделить препараты Гордебак, Ж (4687,75 мм), АгроМик, Ж (4712,50 мм) и Бактофиш, Ж (4953,75 мм) как наиболее эффективные при проращивании в рулонах; Гордебак, Ж (3389,25 мм) и АгроМик, Ж (3546,25 мм) – при проращивании в чашках Петри. При взвешивании массы зародышевого корешка и семядолей 7-дневных проростков наиболее высокие значения получены в вариантах с применением препаратов АгроМик, Ж (0,0345 и 0,0220 г; 0,0108 и 0,0074 г) и Бактофиш, Ж (0,0341 и 0,0211 г; 0,0106 и 0,0067 г). Результаты исследований свидетельствуют о том, что развитие проростка в рулоне проходит более интенсивно, чем при проращивании в чашках Петри. Однако при этом отмечена схожая динамика: препараты, у которых зарегистрирован высокий эффект при проращивании в рулонах, подтверждают его и в чашках Петри. Поэтому при использовании любого из изученных методов данные будут объективными. Как наиболее эффективный во всех вариантах выявлен препарат АгроМик, Ж.

Ключевые слова: лен масличный, биологические препараты, первичная корневая система льна, проростки, семядоли

INFLUENCE OF BIOLOGICAL PREPARATIONS ON THE DEVELOPMENT OF OIL FLAX PRIMARY ROOT SYSTEM

✉ **Maslinskaya M.E.**

Institute of flax

Ustie agro-town, Vitebsk region, Republic of Belarus

✉ e-mail: mme-83@tut.by

The effect of biological preparations on the initial growth processes of oil flax seeds was studied. The experiment was conducted under laboratory conditions in 2022. Subjects of the study were oil flax variety Dar, biopreparations AgroMik, L (consumption rate for seed pre-sowing treatment 1.0 l/t), Gordebak, L (1.0 l/t), Bactofish, L (1.0 l/t), Bactopin, L (2.0 l/t), Vermix, L (2.0 l/t). Embryonic root length values were examined on day 3 (9.29-14.95 mm in rolls, 20.59-23.33 mm in Petri dishes), day 5 (39.52-50.50 mm in rolls, 40.38-54.48 mm in Petri dishes), and day 7 (92.42-103.15 mm in rolls, 60.36-76.64 mm in Petri dishes). Analysis of the total length of embryonic roots during

the 3rd, 5th and 7th days of germination made it possible to identify the preparations Gordebak, L (4687.75 mm), Agromik, L (4712.50 mm) and Bactofish, L (4953.75 mm) as the most effective for germination in rolls; Gordebak, L (3389.25 mm) and Agromik, L (3546.25 mm) for germination in Petri dishes. When measuring the weight of the embryonic root and cotyledons of seven-day-old seedlings, the highest values were obtained in the variants with Agromik, L (0.0345 and 0.0220 g; 0.0108 and 0.0074 g) and Bactofish, L (0.0341 and 0.0211 g; 0.0106 and 0.0067 g). The results show that a seedling development in a roll is more intense than when germinating in Petri dishes. However, similar dynamics was observed: the preparations with a high effect registered when germinating in rolls confirmed it in Petri dishes as well. Therefore, the data will be objective when using any of the methods studied. As the most effective in all variants the preparation Agromik, L. was identified.

Keywords: oil flax, biological preparations, flax primary root system, seedlings, cotyledons

Для цитирования: Маслинская М.Е. Влияние биопрепаратов на развитие первичной корневой системы льна масличного // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 53. № 1. С. 121–131. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-1-15>

For citation: Maslinskaya M.E. Influence of biological preparations on the development of oil flax primary root system. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2022, vol. 53, no. 1, pp. 121–131. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-1-15>

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

В жизни растений начальный этап онтогенеза, конкретно процесс прорастания семян, является наиболее критичным периодом, который обеспечивает выживаемость растений в процессе вегетации и влияет на конечный результат как в количественном, так и в качественном выражении [1]. Создание эффективных биологизированных предпосевных приемов обработки семян культурных растений на фоне условий современного абсолютно «химического» земледелия имеет теоретическое и практическое значение в конструировании агробиоценозов на биологической платформе [2]. Чтобы сохранить текущий потенциал производства продуктов сельского хозяйства, биопрепараты должны заменить, а затем, возможно, и вытеснить химические удобрения, пестициды, регуляторы роста и т.д. [3]. Во всем мире в последнее время значительно вырос интерес к проблемам микробиологии в сельском хозяйстве [4, 5].

Основой микробиологических препаратов служат живые культуры микроорганизмов и продукты их метаболизма. Технологии преимущественно основаны на исполь-

зовании микробиологических препаратов, представляющих живые клетки отселектированных по полезным свойствам микроорганизмов. Такой препарат позволяет создать большую концентрацию полезных форм микроорганизмов (в одном грамме препарата содержится до 1,0–1,5 млрд клеток бактерий) в нужном месте и в нужное время. За счет этого внесенные формы могут успешно конкурировать с аборигенной микрофлорой и захватывать экологические ниши, предоставляемые им растением [6].

В связи с этим предпосевная обработка семян и вегетирующих растений биопрепаратами весьма перспективна с экологической точки зрения и может стать существенной и ценной частью современных эффективных технологических систем возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе и льна [7–11]. Применение биопрепаратов дает возможность большей реализации потенциала сортов и гибридов, а также повышения качества получаемой продукции [12–16].

Цель исследований – изучить влияние препаратов биологического происхождения на начальные ростовые процессы льна масличного в лабораторных условиях.

Задачи:

– изучить динамику формирования зародышевой корневой системы на начальных этапах роста семян льна масличного, провести сравнительный анализ полученных результатов при проращивании семян в рулонах и чашках Петри;

– изучить изменение массы зародышевых корешков и семядолей 7-дневных проростков льна под влиянием биологических препаратов;

– выявить наиболее эффективные препараты биологического происхождения и рекомендовать их для использования.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в 2022 г. в лабораторных условиях. Исходный материал: сорт льна масличного Дар, биопрепараты АгроМик, Ж (норма расхода при предпосевной обработке семян 1,0 л/т), Гордебак, Ж (1,0 л/т), Бактофиш, Ж (1,0 л/т), Бактопин, Ж (2,0 л/т), Вермикс, Ж (2,0 л/т). В качестве контроля использовали необработанные семена и семена, обработанные протравителем Витарос, ВСК (норма расхода при предпосевной обработке семян 1,5 л/т). Проращивание осуществляли в рулонах и чашках Петри при постоянной температуре 20 °С в течение 7 сут согласно ГОСТу¹. Определяли следующие морфометрические показатели:

длина корней, масса корней и проростков. Число семян на одно повторение – 50 шт., количество повторений – четыре.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При проведении исследований в рулонах в течение первых 3 сут растения сформировали длину зародышевого корешка 9,27–14,95 мм. Минимальные значения 9,29 и 9,27 мм отмечены в вариантах с использованием препарата Витарос, ВСК и Вермикс, Ж соответственно (см. табл. 1). Максимальные значения длины составили 14,13 и 14,95 мм при применении препаратов АгроМик, Ж и Гордебак, Ж.

На 5-е сутки минимальная длина зародышевого корешка составила 39,52 мм в варианте с применением препарата Витарос, ВСК, максимальная – 50,50 мм при использовании препарата АгроМик, Ж. Максимальный прирост длины корешка в анализируемый период составил 35,46–35,55 мм в опытах с Вермикс, Ж и АгроМик, Ж соответственно.

Анализ растений на 7-е сутки установил среднюю длину зародышевых корешков в данный период на уровне 97,06 мм при варьировании данного показателя в пределах 92,42–103,15 мм. Максимальная длина, как и максимальный прирост – 68,85 мм, отмечена в варианте с применением препарата Бактофиш, Ж.

Табл. 1. Динамика роста первичной корневой системы сорта льна масличного при использовании биопрепаратов при проращивании в рулонах, мм

Table 1. Growth dynamics of primary root system of oilseed flax cultivar with the use of biopreparations in bale germination, mm

Биопрепарат	Длина зародышевого корешка		Динамика прироста	Длина зародышевого корешка на 7-е сутки	Динамика прироста
	на 3-и сутки	на 5-е сутки			
АгроМик, Ж	14,95	50,50	35,55	97,94	62,39
Гордебак, Ж	14,13	45,28	31,16	95,68	64,52
Бактофиш, Ж	13,82	48,12	34,30	103,15	68,85
Бактопин, Ж	11,52	45,94	34,42	98,87	64,46
Вермикс, Ж	9,27	44,74	35,46	95,90	60,44
Витарос, ВСК	9,29	39,52	30,23	92,42	62,19
Контроль (дистиллированная вода)	11,35	45,28	33,93	95,45	61,51
НСР ₀₅	0,87	1,28	0,78	1,28	1,06

¹ГОСТ 12038–84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы проращивания. Дата введения: 01.07.1986 г. 47 с

На рис. 1 представлена динамика роста зародышевого корешка при использовании препаратов АгроМик, Ж и Бактофиш, Ж. При незначительном различии в росте растений, отмеченном на 3-и сутки исследований с препаратом Витарос, Ж, к 5-м суткам наблюдали отставание в росте, которое привело к более низким значениям на 7-е сутки исследований. Следует отметить, что использование биопрепаратов способствует стимуляции прорастания семян.

При проведении анализа в чашках Петри длина зародышевого корешка на 3-и сутки прорастивания составила 20,14–23,33 мм,

что превышало значения, полученные в опытах с рулонами (см. табл. 2).

Максимальная длина отмечена в вариантах с применением препаратов АгроМик, Ж (22,86 мм) и Витарос, ВСК (23,33 мм).

Анализ данных за 5 сут прорастивания показал, что средняя длина зародышевого корешка составила 48,77 мм, максимальные значения, как и максимальный прирост в данный период, отмечены в опытах с применением препаратов АгроМик, Ж (54,48 и 31,62 мм соответственно) и Гордебак, Ж (54,81 и 33,25 мм соответственно). В среднем по вариантам результаты превышают

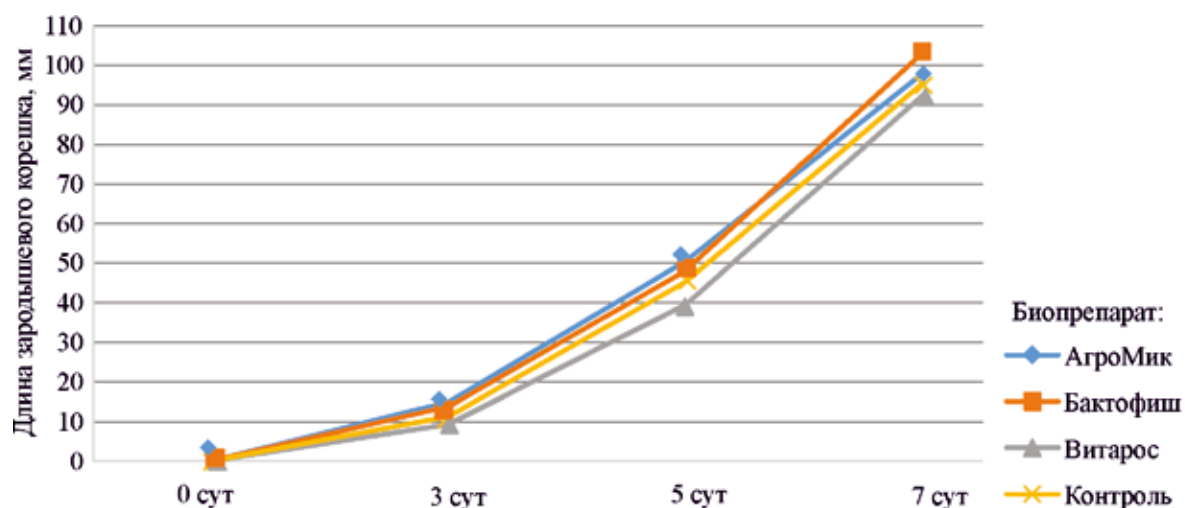


Рис. 1. Динамика роста зародышевого корешка при использовании биопрепаратов в рулонах, мм

Fig. 1. Dynamics of embryonic root growth when using biopreparations in rolls, mm

Табл. 2. Динамика роста первичной корневой системы сорта льна масличного при использовании биопрепаратов при прорастивании в чашках Петри, мм

Table 2. Growth dynamics of the primary root system of oilseed flax cultivar when using biopreparations in Petri dishes, mm

Биопрепарат	Длина зародышевого корешка		Динамика прироста	Длина зародышевого корешка на 7-е сутки	Динамика прироста
	на 3-и сутки	на 5-е сутки			
АгроМик, Ж	22,86	54,48	31,62	76,64	22,15
Гордебак, Ж	21,56	54,81	33,25	73,18	18,37
Бактофиш, Ж	20,14	47,09	26,95	67,01	19,93
Бактопин, Ж	21,05	40,38	19,33	63,40	23,02
Вермикс, Ж	21,58	50,73	29,15	69,36	18,63
Витарос, ВСК	23,33	43,87	20,54	66,14	22,27
Контроль (дистиллированная вода)	20,59	50,04	29,44	60,36	10,32
НСР ₀₅	0,44	2,02	2,02	2,11	1,64

аналогичные показатели при выращивании в рулонах.

Максимальная длина зародышевого корешка на 7-е сутки исследований составила 76,64 мм и отмечена в варианте с применением препарата АгроМик, Ж. Максимальная динамика прироста в данный период составила 23,02 мм и отмечена при применении препарата Бактопин, Ж.

На рис. 2 представлена динамика роста корешка при проращивании в чашках Петри.

На 3-и сутки проращивания наблюдали примерно равные значения, как и в случае проращивания в рулонах. К 5-м суткам установились различия за счет более интенсивного прироста в варианте АгроМик, Ж. К 7-м суткам наименьшая длина зародышевого корешка отмечена в контрольном варианте, препарат Бактофиш, Ж показал значения данного показателя на уровне контроля. Полученные результаты свидетельствуют о различном влиянии препаратов на развитие зародышевой корневой системы растений льна масличного.

При проведении сравнительного анализа опытов в чашках Петри на 3-и сутки отмечена значительно большая длина зародышевого корешка, чем в рулонах, превышение составило 6,32–14,04 мм (см. рис. 3).

При этом интервал варьирования показателя при проращивании в рулонах был значительно выше и составил 5,69 мм при величине данного показателя в чашках Петри 3,20 мм.

На 5-е сутки проращивания в рулонах и в чашках Петри наблюдали выравнивание длины зародышевого корешка, а в некоторых вариантах (Бактопин, Ж, Бактофиш, Ж) отмечено незначительное превышение анализируемого показателя при проращивании в рулонах. Так, в рулонах длина корешков на 5-е сутки составила 39,52–50,50 мм, в чашках Петри 40,38–54,81 мм. Размах варьирования отмечен на уровне 10,99 мм (в рулонах), 14,43 мм (в чашках Петри). Наиболее интенсивный рост растений при проращивании в рулонах наблюдался в течение 5–7 сут.

За данный период растения сформировали длину зародышевого корешка 92,42–103,15 мм и значительно превышали аналогичные образцы в чашках Петри, где отмечена длина зародышевого корешка 60,34–76,64 мм. В среднем превышение составило 29,05 мм.

Далее проведен анализ суммарной длины зародышевых корешков на 3-и, 5-е и 7-е сут-

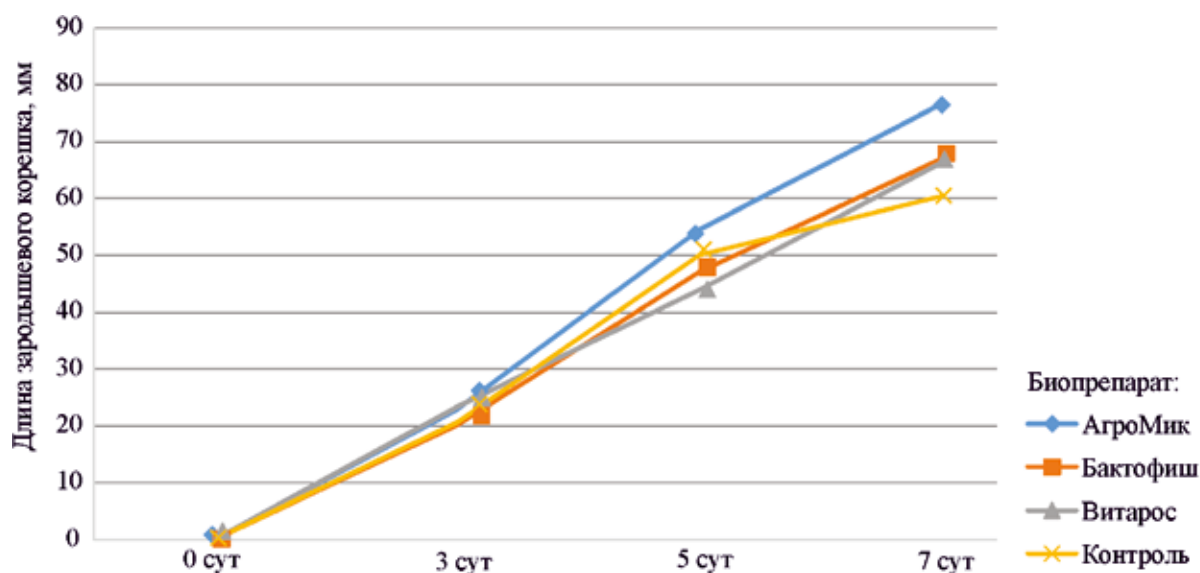


Рис. 2. Динамика роста зародышевого корешка при использовании биопрепаратов в чашках Петри, мм

Fig. 2. Dynamics of embryonic root growth when using biopreparations in Petri dishes, mm

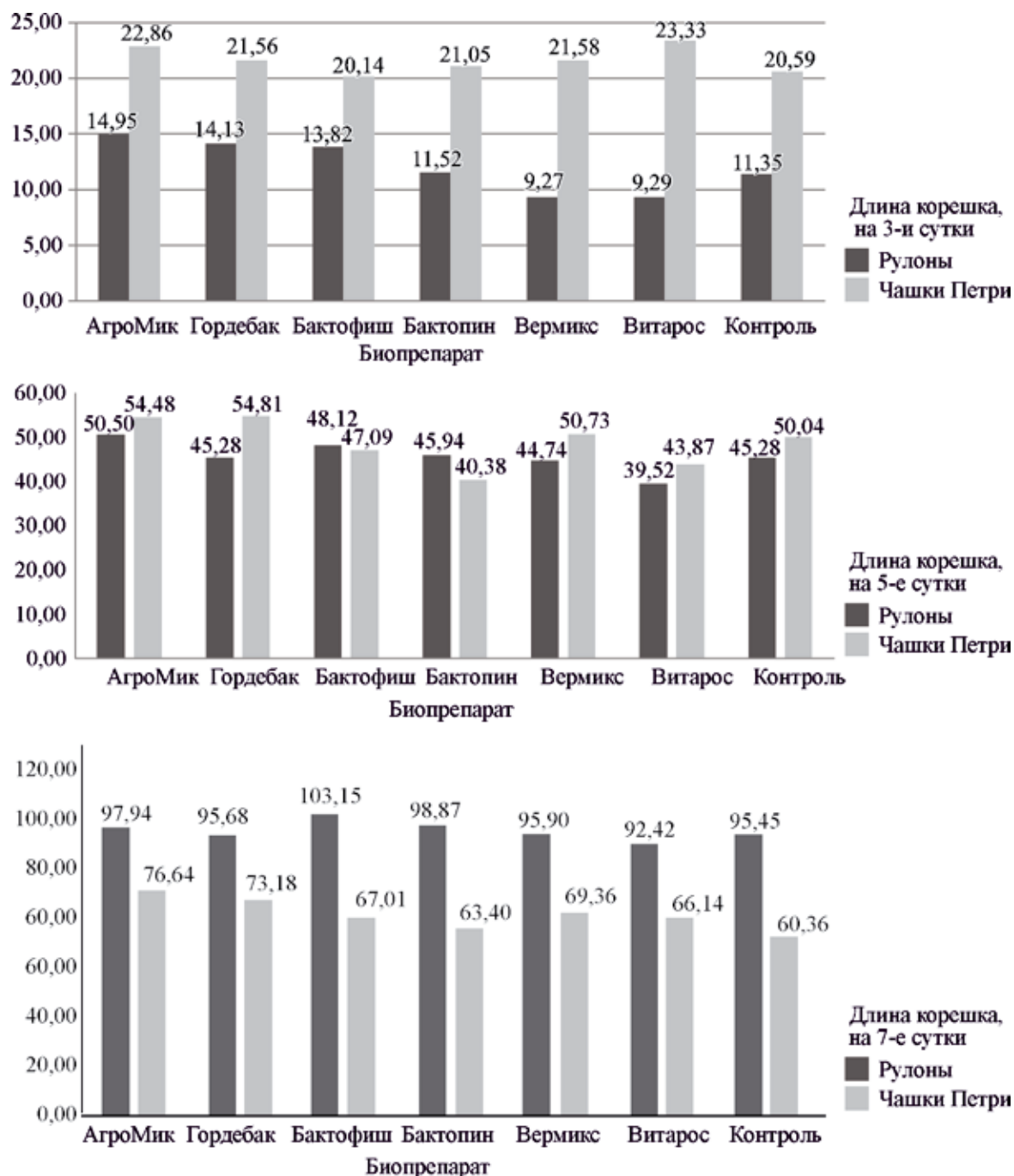


Рис. 3. Сравнительный анализ влияния биопрепаратов при проращивании в рулонах и чашках Петри, мм

Fig. 3. Comparative analysis of the effect of biological products during germination in rolls and Petri dishes, mm

ки проращивания в чашках Петри и рулонах (см. табл. 3).

При проращивании семян в рулонах за 3 сут сформировалась суммарная длина зародышевых корешков 408,0–732,0 мм. Максимальные значения отмечены в варианте с применением препарата АгроМик, Ж. На 5-е

сутки исследований семена сформировали суммарную длину корней 1891,5–2481,0 мм. Максимальные значения также отмечены в варианте с применением препарата АгроМик, Ж. Динамика прироста в данный период составила 1451,5 мм (Витарос, ВСК) – 1748,5 мм (АгроМик, Ж). Суммарная длина

Табл. 3. Суммарная длина корней льна масличного при проращивании, мм**Table 3.** The total length of the oil flax roots during germination, mm

Биопрепарат	Суммарная длина зародышевых корешков		Динамика прироста	Суммарная длина зародышевых ко- решков на 7-е сутки	Динамика прироста
	на 3-и сутки	на 5-е сутки			
Рулоны					
АгроМик, Ж	732,50	2481,00	1748,50	4712,50	2231,50
Гордебак, Ж	688,25	2218,00	1529,75	4687,75	2469,75
Бактофиш, Ж	689,00	2301,25	1612,25	4953,75	2652,50
Бактопин, Ж	531,00	2134,25	1603,25	4497,00	2362,75
Вермикс, Ж	408,00	2003,50	1595,50	4294,75	2291,25
Витарос, ВСК	440,00	1891,50	1451,50	4425,00	2533,50
Контроль (дистиллироованная вода)	533,00	2125,25	1592,25	4486,50	2361,25
НСР ₀₅	48,9	73,13	34,03	83,08	55,22
Чашки Петри					
АгроМик, Ж	1084,50	2589,50	1505,00	3546,25	956,75
Гордебак, Ж	1019,25	2616,00	1596,75	3389,25	773,25
Бактофиш, Ж	931,00	2188,00	1257,00	3087,50	899,50
Бактопин, Ж	910,00	1786,75	876,75	2905,75	1119,00
Вермикс, Ж	1087,00	2390,75	1303,75	3291,75	901,00
Витарос, ВСК	1055,00	2030,00	975,00	2916,00	886,00
Контроль (дистиллироованная вода)	931,75	2276,25	1344,50	2764,75	488,50
НСР ₀₅	29,10	112,78	98,85	108,88	73,34

зародышевых корешков на 7-е сутки составила 4294,75–4953,75 мм. В данный период наблюдали и наибольший прирост длины в среднем 2414,64 мм. Наименьший прирост отмечен в варианте с применением препарата АгроМик, Ж (2231,50 мм), максимальный – при применении препарата Бактофиш, Ж (2652,50 мм). Как наиболее эффективные, по сформированной суммарной длине зародышевого корешка, выделены препараты Гордебак, Ж (4687,75 мм), АгроМик, Ж (4712,50 мм) и Бактофиш, Ж (4953,75 мм).

Установлено, что на 3-и сутки при проращивании в чашках Петри суммарная длина зародышевых корешков составила от 910,0 до 1087,0 мм. Минимальные значения отмечены в контрольном варианте (931,75 мм) при обработке семян препаратами Бактопин, Ж (910,0 мм) и Бактофиш, Ж (931,0 мм), максимальные – при применении препаратов АгроМик, Ж (1084,5 мм) и Вермикс, Ж (1087,0 мм). На 5-е сутки исследований наименьшая динамика прироста зарегистрирована в вариантах с Бактопином, Ж (876,75 мм)

и Витаросом, Ж (975,0 мм), тогда как в вариантах с АгроМиком, Ж и Гордебаком, Ж отмечен прирост 1505,0 и 1596,75 мм соответственно. Суммарная длина зародышевых корешков в данный период составила от 1786,75 мм (Бактопин, Ж) до 2616,0 мм (Гордебак, Ж). Анализ результатов на 7-сутки позволил отметить снижение прироста длины корней во всех вариантах, наименьшее значение данного показателя отмечено в контрольном варианте и составило 488,5 мм, максимальное значение – 1119,0 мм при применении препарата Бактопин, Ж.

Максимальную суммарную массу зародышевых корешков (3546,25 мм) сформировали семена, обработанные препаратом АгроМик, Ж, минимальную (2764,75 мм) в контрольном варианте. Как наиболее эффективные, по суммарной длине зародышевых корешков при проращивании в чашках Петри, выделены препараты Гордебак, Ж (3389,25 мм) и АгроМик, Ж (3546,25 мм). Для выявления различий по формированию суммарной длины корней построены диаграммы и проведен их анализ (см. рис. 4).

Отмечено, что в течение первых 3 сут проращивания семена в рулонах сформировали более короткие корни, средние значения суммарной длины зародышевых корешков были ниже в 2 раза, чем в чашках Петри, и составили

574,54 и 1002,64 мм соответственно. К 5-м суткам наблюдали выравнивание значений за счет более высокой динамики прироста в рулонах, средние значения составляли на данном этапе 2164,96 мм в рулонах и 2268,18 мм в чашках

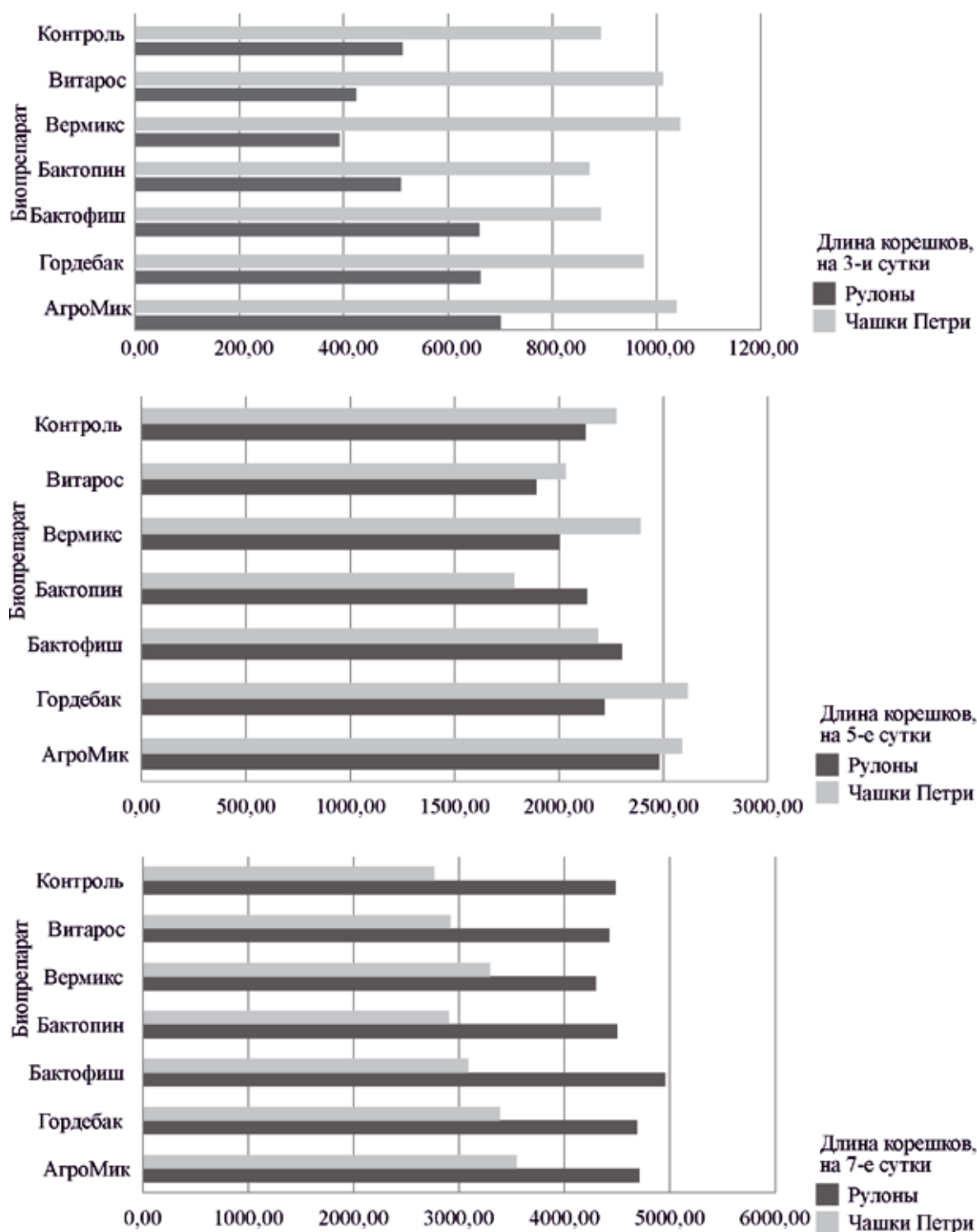


Рис. 4. Суммарная длина зародышевых корешков, мм

Fig. 4. The total length of the embryonic roots, mm

Табл. 4. Масса зародышевого корешка и проростков льна, г**Table 4.** The mass of the embryonic root and flax seedlings, g

Биопрепарат	Масса			
	зародышевого корешка		семядоли	
	Проращивание в рулонах	Проращивание в чашках Петри	Проращивание в рулонах	Проращивание в чашках Петри
АгроМик, Ж	0,0345	0,0220	0,0108	0,0074
Гордебак, Ж	0,0315	0,0174	0,0103	0,0064
Бактофиш, Ж	0,0341	0,0211	0,0106	0,0067
Бактопин, Ж	0,0329	0,0171	0,0089	0,0055
Вермикс, Ж	0,0286	0,0205	0,0085	0,0068
Витарос, ВСК	0,0280	0,0164	0,0086	0,0062
Контроль (дистиллированная вода)	0,0282	0,0163	0,0087	0,0062
АгроМик, Ж	0,0311	0,0187	0,0095	0,0064
НСР ₀₅	0,0011	0,0009	0,0004	0,0002

Петри. Нарастание длины корней в рулонах продолжается интенсивно, и к 7-м суткам среднее значение их суммарной длины составляет 4579,61 мм при значении данного показателя в чашках Петри 3128,75 мм.

Затем проведено взвешивание массы зародышевого корешка и семядоли 7-дневных проростков семян. При проращивании в рулонах интервал варьирования массы зародышевого корешка составил 0,0280–0,0345 г, наибольшие массы отмечены в вариантах с применением препаратов АгроМик, Ж, Бактофиш, Ж и Бактопин, Ж и составили 0,0345; 0,0341 и 0,0329 г соответственно (см. табл. 4).

Значения данного показателя в чашках Петри были значительно ниже и составили 0,0163–0,0220 г. Однако наибольшей масса зародышевого корешка оказались в вариантах с применением препаратов АгроМик, Ж (0,0220 г) и Бактофиш, Ж (0,0211 г). При анализе массы проростка наблюдали ту же закономерность в чашках Петри: полученные значения были более низкие, чем в рулонах. Однако максимальные значения во всех вариантах отмечены при применении препаратов АгроМик, Ж (0,0108 и 0,0074 г соответственно), Бактофиш, Ж (0,0106 и 0,0067 г соответственно) и Гордебак, Ж (0,0103 и 0,0064 г соответственно). Наибольшую сырую массу зародышевых корешков и наибольшую массу проростков сформировали семена, обработанные препаратами АгроМик, Ж, Бактофиш, Ж и Гордебак, Ж.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований определена динамика развития первичной корневой системы льна масличного при применении микробиологических препаратов, а также проведен сравнительный анализ проращивания семян в рулонах и чашках Петри. Установлено, что использование биопрепаратов приводит к стимуляции прорастания семян. О различном влиянии препаратов на длину зародышевого корешка можно судить по значениям данного показателя на 3-и сутки (9,29–14,95 мм в рулонах, 20,59–23,33 мм в чашках Петри), на 5-е сутки (39,52–50,50 мм в рулонах, 40,38–54,48 мм в чашках Петри), на 7-е сутки (92,42–103,15 мм в рулонах, 60,36–76,64 мм в чашках Петри). Анализ суммарной длины зародышевых корешков на 3-и, 5-е и 7-е сутки проращивания позволил выделить препараты Гордебак, Ж (4687,75 мм), АгроМик, Ж (4712,50 мм) и Бактофиш, Ж (4953,75 мм) как наиболее эффективные при проращивании в рулонах, Гордебак, Ж (3389,25 мм) и АгроМик, Ж (3546,25 мм) – при проращивании в чашках Петри. Взвешивание массы зародышевого корешка и семядоли семидневных проростков установили интервал варьирования данного показателя в пределах 0,0280–0,0345 г в рулонах и 0,0163–0,0220 г в чашках Петри. Наиболее высокие значения получены в вариантах с применением препаратов АгроМик, Ж (0,0345 и 0,0220 г; 0,0108 и 0,0074 г) и Бактофиш, Ж

(0,0341 и 0,0211 г; 0,0106 и 0,0067 г). Результаты исследований свидетельствуют о том, что развитие проростка в рулоне проходит более интенсивно, чем при проращивании в чашках Петри. Однако при этом отмечена схожая динамика: препараты, у которых зарегистрирован высокий эффект при проращивании в рулонах, подтверждают его и в чашках Петри. Поэтому при использовании любого из изученных методов данные будут объективными. Как наиболее эффективный во всех вариантах выявлен препарат АгроМик, Ж. Полученные результаты будут использованы для разработки эффективных биологизированных приемов предпосевной обработки семян льна масличного в технологии его возделывания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казакова А.С., Майборода С.Ю. Микрофенологические фазы прорастания семян ячменя: монография. Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ. 2018. 183 с.
2. Зубарева К.Ю., Прудникова Е.Г. Влияние биопрепаратов на начальные ростовые процессы семян сои // Вестник аграрной науки. 2020. № 5 (86). С. 33–38. DOI: 10.17238 /issn2587-666X.2020.5.33.
3. Емелев С.А. Активность биологических протравителей семян на яровом ячмене // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. № 9 (191). С. 5–10.
4. Тихонович И. А., Кожемяков А.П., Круглов Ю.В., Кандыбин Н.В., Лантев Г.Ю. Биопрепараты в сельском хозяйстве: методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве: монография. М. Россельхозакадемия, 2005. 153 с.
5. Díaz-Rodríguez A.M., Salcedo, Gastelum L.A., Félix Pablos C.M., Parra-Cota F.I., Santoyo G., Puente M.L., Bhattacharya D., Mukherjee J., de los Santos-Villalobos S. The Current and Future Role of Microbial Culture Collections in Food Security Worldwide // Front. Sustain. Food Syst. 2021. Vol. 4. P. 614739. DOI: 10.3389/fsufs.2020.614739.
6. Леконцева Т.А., Лыбенко Е.С. Использование биопрепаратов на льне-долгунце // Вестник Вятского ГАТУ. Сельскохозяйственные науки. 2021. № 4 (10).
7. Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А., Курбанова З.К., Савоськина О.А. Возможности возделывания льна с использованием новых гербицидных и защитностимулирующих средств // Владимирский земледелец. 2019. № 2. С. 36–41. DOI: 10.24411/2225-2584-2019-10065.
8. Левин В.А. Влияние приемов предпосевной обработки на посевные качества, ростовые показатели и болезнеустойчивость озимой пшеницы // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2012. № 2 (40). С. 21–26. DOI: 10.17277/issn.1990-9047.
9. Хамова О.Ф., Мансапова А.И., Горбова М.А., Шулико Н.Н., Тукмачева Е.В. Влияние биопрепаратов комплексного действия на биологическую активность ризосферы и продуктивность льна-долгунца // Плодородие. 2021. № 2. С. 52–55.
10. Чудинова, Ю.В. Эффективность применения биопрепаратов в технологии возделывания льна // Информация и образование: границы коммуникаций. 2013. № 5 (13). С. 178–179.
11. Прудников А.Д., Прудникова А.Г., Морозов М.С. Использование биопрепаратов при выращивании льна-долгунца на семена // Главный агроном. 2021. № 12.
12. Князева А.П., Мастеров А.С. Влияние биологических препаратов на урожайность ярового ячменя // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 2. С. 90–93.
13. Шпанев А.М., Денисюк Е.С. Эффективность микробиологических препаратов на основе *Bacillus subtilis* и *Trichoderma harzianum* в защите ярового ячменя от болезней на северо-западе России // Биотехнология. 2020. № 36 (1). С. 61–72.
14. Рябцева Н.А. Влияние биопрепаратов на формирование элементов продуктивности ярового ячменя // Аграрная наука. 2021. № 354 (11–12). С. 72–75. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-72-75.
15. Порсев И.Н., Карпов Г.Г., Субботин И.А., Купцевич Н.А. Роль биологических препаратов и агрохимикатов в фитосанитарной технологии возделывания льна масличного в Зауралье // Вестник Курганской ГСХА. 2020. № 3. С. 56–61.
16. Рябцева Н.А. Отзывчивость ячменя на биопрепараты // Аграрная наука. 2021. № 5. С. 51–55. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-349-5-51-55.

REFERENCES

1. Kazakova A.S., Maiboroda S.Yu. *Microphenological phases of barley seed germination*. Zernograd:

- Azov-Black Sea Engineering Institute of FSBEI HE Donskoy SAU, 2018. 183 p. (In Russian).
2. Zubareva K.Yu., Prudnikova E.G. The influence of biopreparations on the initial growth processes of soybean seeds. *Vestnik agrarnoj nauki = Bulletin of agrarian science*, 2020, no. 5 (86), pp. 33–38. (In Russian). DOI: 10.17238/issn2587-666X.2020.5.3
 3. Emelev S.A. The activity of biological seed dressers in spring barley. *Vestnik Altaiskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2020, no. 9 (191), pp. 5–10. (In Russian).
 4. Tikhonovich I.A., Kozhemyakov A.P., Kruglov Yu.V., Kandybin N.V., Laptev G.Yu. *Biopreparations in Agriculture: methodology and practice of microbial application in crop and forage production*. Moscow, Rossel'khozakademiya Publ., 2005, 153 p. (In Russian).
 5. Díaz-Rodríguez A.M., Salcedo, Gastelum L.A., Félix Pablos C.M., Parra-Cota F.I., Santoyo G., Puente M.L., Bhattacharya D., Mukherjee J., de los Santos-Villalobos S. The Current and Future Role of Microbial Culture Collections in Food Security Worldwide. *Front. Sustain. Food Syst*, 2021, vol. 4, pp. 614739. DOI: 10.3389/fsufs.2020.614739.
 6. Lekontseva T.A., Lybenko E.S. The use of biopreparations on flax. *Vestnik Vyatskogo GATU = Vestnik of Vyatka SATU*, 2021, no. 4 (10). (In Russian).
 7. Kudryavtsev N.A., Zaitseva L.A., Kurbanova Z.K., Savos'kina O.A. Possibilities of flax cultivation with the use of new herbicides and protective and stimulating agents. *Vladimirskii Zemledelez = Vladimir agricolist*, 2019, no. 2, pp. 36–41. (In Russian). DOI: 10.24411/2225-2584-2019-10065.
 8. Levin V.A. The Effects of Pre-sowing Seed Processing on Sowing Properties, Growth Indexes and Disease-Resistance of Winter Wheat. *Voprosy Sovremennoi Nauki I Praktiki. Universitet imeni Vrenadskogo = Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University*, 2012, no. 2 (40), pp. 21–26. (In Russian). DOI: 10.17277/issn.1990-9047.
 9. Khamova O.F., Mansapova A.I., Gorbova M.A., Shuliko N.N., Tukmacheva E.V. Influence of biopreparations of integrated action on the biological activity of the rhizosphere and productivity of dol-luna flax. *Plodorodie = Plodorodie*, 2021, no. 2, pp. 52–55. (In Russian).
 10. Chudinova Yu.V. Efficiency of biopreparations application in flax cultivation technology. *Informaziya I obrazovanie: granizy kommunikazii = Information and education: boundaries of communication*, 2013, no. 5 (13), pp. 178–179. (In Russian).
 11. Prudnikov A.D., Prudnikova A.G., Morozov M.S. The use of biopreparations in the cultivation of long-fibered flax for seed. *Glavnii agronom = Chief agronomist*, 2021, no. 12. (In Russian).
 12. Knyazeva A.P., Masterov A.S. Effect of biological preparations on the yield of spring barley. *Vestnik Belorusskoi Gosudarstvennoi Selskokhozyaistvennoi Akademii = Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*, 2021, no. 2, pp. 90–93. (In Russian).
 13. Shpanev A.M., Denisyuk E.S. Efficiency of the microbiological products based on *Bacillus subtilis* and *Trichoderma harzianum* in protection of spring barley from diseases in the North-West of Russia. *Biotehnologia = Biotechnology*, 2020, no. 36 (1), pp. 61–72. (In Russian).
 14. Ryabtseva N.A. Influence of biopreparations on formation of elements of productivity of spring barley. *Agrarnaya nauka = Agrarian science*, 2021, no. 354 (11–12), pp. 72–75. (In Russian). DOI: 10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-72-75.
 15. Porsev I.N., Karpov G.G., Subbotin I.A., Kuptsevich N.A. Role of biological preparations and agrochemicals in phytosanitary technology of oil flax cultivation in Zauralye. *Vestnik Kurganskoi GSKhA = Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*, 2020, no. 3, pp. 56–61. (In Russian).
 16. Ryabtseva N.A. Responsiveness of barley to biological products. *Agrarnaya nauka = Agrarian science*, 2021, no. 5, pp. 51–55. (In Russian). DOI: 10.32634/0869-8155-2021-349-5-51-55.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

✉ **Маслинская М.Е.**, кандидат сельскохозяйственных наук, ученый секретарь; **адрес для переписки:** Республика Беларусь, 211003, Витебская область, агрогородок Устье, ул. Центральная, 27; e-mail: mme-83@tut.by

AUTHOR INFORMATION

✉ **Margarita E. Maslinskaya**, Candidate of Science in Agriculture, Scientific Secretary; **address:** 27, Tsentralnaya St., Ustje agro-town, Vitebsk Region, 211003, Republic of Belarus; e-mail: mme-83@tut.by

Дата поступления статьи / Received by the editors 10.08.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 23.11.2022
Дата публикации / Published 20.02.2023