

УДК 631.461:633.15:631.811.98

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.18>

МІКРОБІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ РИЗОСФЕРИ КУКУРУДЗИ ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ

Заболотна А.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри біології та здоров'я людини,

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

Заболотний О.І. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри біології,

Уманський національний університет садівництва

Тернавський А.Г. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри овочівництва,

Уманський національний університет садівництва

У статті досліджено вплив передпосівної обробки насіння кукурудзи біологічними препаратами з ретрегулювальними властивостями на формування чисельності ризосферної мікробіоти у посівах культури, адже в останні роки широкої популяризації та поширення в аграрному виробництві набуває напрям, спрямований на екологічність землеробства, що передбачає застосування сучасних біопрепаратів і стимуляторів росту рослин, які містять важливі мікроелементи, фітогормони та активатори росту. У дослідженнях багатьох вчених відмічено позитивний вплив біопрепаратів на ріст і розвиток основних груп ґрунтових мікроорганізмів.

Дослідження проводили в польових та лабораторних умовах кафедри біології Уманського національного університету садівництва. Насіння кукурудзи перед сівою обробляли регуляторами росту рослин у відповідності до схеми досліду: Біосил – 50 мл/т; Біолан – 20 мл/т; Регоплант – 250 мл/т; Зеастимулін – 20 мл/т.

Загальну чисельність основних таксономічних груп мікроорганізмів у ризосфері кукурудзи визначали шляхом висіву ґрунтової суспензії відповідних розведень на агаризоване середовище м'ясо-пептонний агар (МПА). Кількість мікроорганізмів виражали в колонієутворюючих одиницях (КУО). Чисельність бактерій роду *Azotobacter* визначали на безазотистому живильному середовищі Ешбі.

Найбільш активний розвиток ризосферної мікробіоти відмічено у разі інкрустації насіння кукурудзи Зеастимуліном. Тут загальна чисельність ризосферних бактерій зросла проти контролю на 30%, тоді як мікроміцетів – на 27%.

При дослідженні у ризосфері бактерій кукурудзи бактерій роду *Azotobacter* встановлено, що найбільш активний вплив на ріст і розвиток бактерій роду *Azotobacter* простежувався також у разі обробки насіння регулятором росту рослин Зеастимулін, де оброблення ґрундонок ґрунту перевищувало показники контрольного варіанту досліду на 23%.

Ключові слова: біопрепарати, регулятори росту, кукурудза, ризосфера, мікробіологічна активність, *Azotobacter*.

Zabolotnyi O.I., Zabolotna A.V., Ternavskiy A.H. Microbiological activity of the corn rhizosphere under the using of biopreparations

The article investigated the effect of pre-sowing treatment of corn seeds with biological preparations with re-regulatory properties on the formation of the number of rhizosphere microbiota in crops sowing, because in recent years, the direction aimed at the environmental friendliness of agriculture, which involves the use of modern biological preparations and plant growth stimulants, has become widely popularized and spread in agricultural production, which contain important trace elements, phytohormones and growth activators. In the studies of many scientists was noted the positive influence of biological preparations on the growth and development of the main groups of soil microorganisms.

The research was conducted in the field and laboratory conditions of the department of biology of the Uman National University of Horticulture. Before sowing, the corn seeds was treated with

plant growth regulators in accordance with the experimental scheme: Biosil – 50 ml/t; Biolan – 20 ml/t; Regoplant – 250 ml/t; Zeastimulin – 20 ml/t.

The total number of the main taxonomic groups of microorganisms in the rhizosphere of corn was determined by sowing the soil suspension of the appropriate dilutions on the meat-peptone agar medium (MPA). The number of microorganisms was expressed in colony-forming units (CFU). The number of bacteria of the genus *Azotobacter* was determined on Ashby's nitrogen-free nutrient medium.

The most active development of the rhizospheric microbiota was noted in the case of incrustation of corn seeds with Zeastimulin. Here, the total number of rhizospheric bacteria increased by 30% compared to the control, while micromycetes increased by 27%.

During the study of bacteria of the genus *Azotobacter* in the rhizosphere of corn, it was established that the most active influence on the growth and development of bacteria of the genus *Azotobacter* was also observed in the case of seed treatment with the plant growth regulator Zeastimulin, where the growth of soil clods exceeded the indicators of the control version of the experiment by 23%.

Key words: biological preparations, growth regulators, corn, rhizosphere, microbiological activity, *Azotobacter*.

Постановка проблеми. Стимулювання виробництва зерна у світовій практиці є головним напрямом аграрної політики для задоволення потреб людства продуктами харчування. Серед групи зернових важливе місце займає вирощування кукурудзи, однієї із найбільш продуктивних та цінних за біологічними властивостями культур. Сьогодні кукурудза посідає друге місце серед сільськогосподарських культур у світі після пшениці і за посівними площами, і за рівнем продажів, що пояснюється її широким застосуванням і високою врожайністю. Вона є більш високоенергетичним кормом порівняно з пшеницею, ячменем і вівсом. Крім того, з ростом цін на енергоресурси підвищився інтерес до використання зерна кукурудзи як найбільш дешевого матеріалу для виробництва біоетанолу [1].

Нині зменшення витрат на вирощування сільськогосподарських культур в перспективі пов'язано із застосуванням зональних енерго- та ресурсозберігаючих технологій, які базуються на новітніх досягненнях науки і техніки, застосуванні науково обґрунтованих і економічно-доцільних систем сівозмін, способів обробки ґрунту, застосуванні біопрепаратів та стимуляторів росту. Саме застосування інноваційних елементів із введенням у технології вирощування польових культур загалом та кукурудзи зокрема різноманітних біологічних препаратів нині є актуальним заходом, що сприяє зростанню продуктивності культур [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні роки широкої популяризації та поширення в аграрному виробництві набуває напрям, спрямований на екологічність землеробства, що передбачає застосування екологічно безпечних засобів захисту рослин від шкідливих організмів та стимулювання росту і розвитку рослин біологічними препаратами [3, 4]. Біологічний метод захисту рослин (biological control or biocontrol) у його вузькому класичному розумінні є методом боротьби зі шкідниками, бур'янами і хворобами рослин із використанням природних ворогів. Він ґрунтується на природних механізмах («хижак – жертва», «паразит – господар») й активному втручанні людини в процес регуляції та пригнічення шкідників і патогенних організмів [5, 6].

Вивчення впливу біопрепаратів із рістрегулюючими властивостями є перспективним та актуальним, особливо в умовах змін клімату. Аналіз літературних даних указує на те, що застосування біопрепаратів із захисними та рістстимулюючими функціями сприяє реалізації закладеного біологічного потенціалу культури, у тому числі певних імунних реакцій, підвищує продуктивність рослин та сприяє реалізації генотипових задатків сортів та гібридів [7–12].

Питанню широкого використання біопрепаратів у землеробстві приділяють значну увагу в більшості економічно розвинених країн: Франції, Великій Британії, Німеччині, Швейцарії, США [8].

У підвищенні рівня реалізації біологічного потенціалу кукурудзи в Україні важливе значення має впровадження у виробництво сучасних ефективних конкурентоспроможних технологій вирощування. Для покращення росту та розвитку рослин, разом з основним удобренням важливе значення має застосування сучасних біопрепаратів і стимуляторів росту рослин, які містять важливі мікроелементи, фітогормони та активатори росту [13–16].

Біопрепарати та ріст регульовальні речовини – це біологічно активні низькомолекулярні речовини природного або синтетичного походження, які при виключно малих концентраціях у рослинах суттєво змінюють процеси їх життєдіяльності, дають змогу посилити інтенсивність обмінних і ростових процесів у рослинах, підвищити продуктивність посівів польових культур та якість продукції. Вони містять збалансований комплекс фіторегуляторів, біологічно активних речовин, мікроелементів. Позитивно впливаючи в невисоких дозах на накопичення рослинної біомаси, вони опосередковано збільшують винос біогенних елементів з ґрунту через посилення здатності рослин засвоювати макро- і мікроелементи. Вони підвищують стійкість рослин до несприятливих факторів природного або антропогенного походження: критичних перепадів температур, дефіциту вологи, токсичної дії пестицидів, ураженню хворобами і пошкодженню шкідниками. розширюють обсяги кругообігу біогенних елементів. Це сприяє систематичному зростанню виробництва органічної продукції без збільшення витрат ресурсів зовнішнього походження. Біопрепарати рістрегульовального та стимулювального характеру дії є важливим елементом системи землеробства [17].

У дослідженнях багатьох вчених відмічено позитивний вплив біопрепаратів на ріст і розвиток основних груп ґрунтових мікроорганізмів [18, 19]. Так, О. В. Шерстобоева [20], повідомляє, що використання біопрепаратів, основою більшості яких є діазотрофи, сприяє зростанню в 1,5 рази кількості азотфіксувальних бактерій у ризосфері ячменю, сорго і пшениці озимої.

Дослідженнями Г. М. Василенко [21] встановлено, що при застосування біологічного препарату Гумісол у ґрунті кореневої зони сої збільшується чисельність мікроорганізмів-амоніфікаторів, які розкладають білки до амонійних сполук, доступних рослинам, оліготрофілів і міцеліальних форм мікроорганізмів, серед яких багато продуктів біологічно активних речовин. Підвищення чисельності грибів може свідчити про фітопатогенез. За використання Гумісолу в ґрунті під соєю і кукурудзою спостерігається тенденція до збільшення вмісту загальної мікробної маси, що свідчить про підвищення активності ґрунтового біоценозу загалом. Зокрема, у 1,5–2 рази підвищується активність розкладання целюлози в ґрунті.

Активізація росту і розвитку ризосферної мікробіоти сільськогосподарських культур за дії РРР у свою чергу сприяє покращенню росту і розвитку культурних рослин і, як наслідок, підвищення їх продуктивності. Очевидно, це є наслідком того, що зростає чисельність азотфіксувальних та фосфатмобілізувальних видів мікроорганізмів, що сприяє зростанню доступних для рослин елементів живлення.

Мета дослідження полягала у встановленні змін у формуванні чисельності ризосферної мікробіоти посівів кукурудзи за передпосівної обробки насіння культури біопрепаратами рістрегульовальної дії.

Матеріали і методи. Дослідження проводили в польових та лабораторних умовах кафедри біології Уманського національного університету садівництва у 2023 році в посівах кукурудзи гібриду Достаток 300 МВ.

Насіння кукурудзи перед сівбою обробляли регуляторами росту рослин у відповідності до схеми досліджу: Біосил – 50 мл/т; Біолан – 20 мл/т; Регоплант – 250 мл/т; Зеастимулін – 20 мл/т. Повторність досліджу триразова.

Ґрунт – чорнозем опідзолений важкосуглинковий, вміст гумусу в орному шарі 3,2–3,3%. Ступінь насиченості профілю ґрунту основами в межах 89,8–92,5%, реакція ґрунтового розчину середньо-кисла (рН_{ксл} 5,5), гідролітична кислотність – 1,93–2,26 смоль/кг ґрунту, вміст рухомих сполук фосфору та калію (за методом Чирикова) – 120–132 мг/кг ґрунту, азоту лужногідролізованих сполук (за методом Корнфілда) – 103 мг/кг ґрунту.

Загальну чисельність основних таксономічних груп мікроорганізмів у ризосфері кукурудзи визначали шляхом висіву ґрунтової суспензії відповідних розведень на агаризоване середовище м'ясо-пептонний агар (МПА) [22]. Кількість мікроорганізмів виражали в колонієутворюючих одиницях (КУО). Чисельність бактерій роду *Azotobacter* визначали на безазотистому живильному середовищі Ешбі, підраховуючи оброслі колоніями грудочки ґрунту [22].

Результати та обговорення. Одним із показників, що дає змогу дати узагальнену оцінку стану ризосферної мікробіоти, є її загальна чисельність, яка є дуже динамічною величиною та швидко змінюється за дії численних факторів, у тому числі й використання мікробних препаратів.

Загалом, результати досліджень з вивчення впливу біологічних препаратів на розвиток як загальної кількості мікроорганізмів у ризосфері культурних рослин, так і їх окремих груп демонструють позитивний їх вплив на дані показники. Зокрема, дослідники відмічають зростання загальної чисельності мікробіоти до 45% порівняно з контрольним варіантом та до 20–30% – основних груп мікроорганізмів. Так, загальна чисельність мікроорганізмів у ризосфері соризу, що є близькою за характеристиками до кукурудзи зростала на 20–45%, кількість амоніфікувальних, нітрифікувальних і азотфіксувальних – на 9–22%, целюлозоруйнівних – 14–30% [23].

У результаті проведених досліджень встановлено, що передпосівна обробка насіння кукурудзи досліджуваними препаратами мала позитивний вплив на зростання загальної чисельності ризосферної мікробіоти.

Зокрема, при застосуванні для передпосівної інкрустації насіння регулятора росту Біосил нормою 20 мл/т загальна чисельність ризосферних бактерій зросла порівняно з контролем на 10%, тоді як міксоміцетів – на 7%. У разі застосування Біолану у нормі 50 мл/т ці показники перевищили контрольний варіант досліджу відповідно на 15 та 10% (табл. 1).

Таблиця 1

Загальна чисельність мікроорганізмів у ризосфері рослин кукурудзи (тис. КУО в 1 г ґрунту), фаза викидання волоті, 2023 р.

Варіант досліджу	Мікробіота	До контролю, %	Міксоміцети	До контролю, %
Без препаратів (контроль)	1980	100,0	186	100,0
Біосил	2178	110,0	199	107,0
Біолан	2277	115,0	204	110,0
Регоплант	2415	122,0	220	118,0
Зеастимулін	2575	130,0	224	120,0

Більш ефективну дію виявила обробка насіння Регоплантом у нормі 200 мл/т, що сприяло підвищенню загальної чисельності бактерій на 22%, тоді як ризосферних міксоміцетів – на 18%.

Найбільш активний розвиток ризосферної мікробіоти відмічено у разі інкрустації насіння кукурудзи Зеастимуліном. Тут загальна чисельність ризосферних бактерій зростає проти контролю на 30%, тоді як мікроміцетів – на 27%.

При дослідженні у ризосфері бактерій кукурудзи бактерій роду *Azotobacter* було встановлено, що їх активність також змінювалася від застосування рістрегуляторів для передпосівної обробки насіння. Кількість оброслих колоніями грудочок ґрунту у різних варіантах досліді була різною і залежала від застосовуваного регулятора росту рослин.

Так, за передпосівної обробки насіння PPP Біосил відмічено, що порівняно з контролем обростання грудочок ґрунту колоніями *Azotobacter* збільшилося на 5%, тоді як за використання з цією метою Біолану – вже на 10% (рис. 1).

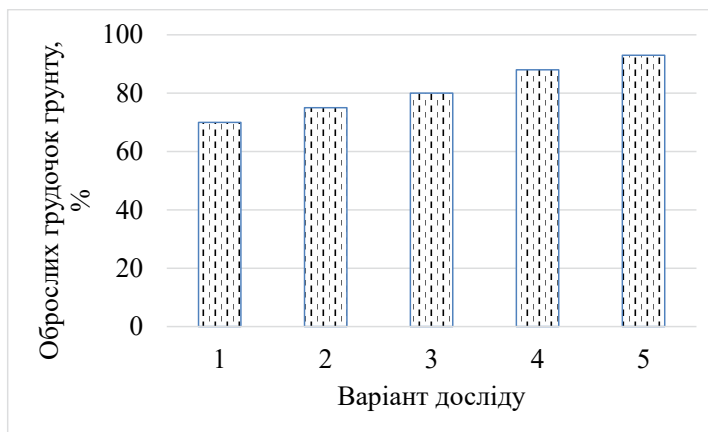


Рис. 1. Розвиток бактерій роду *Azotobacter* у ризосфері кукурудзи за інкрустації насіння PPP, 2023 р.

1. Без препаратів (контроль); 2. Біосил; 3. Біолан; 4. Регоплант; 5. Зеастимулін

Передпосівна інкрустація насіння кукурудзи рістрегулювальним препаратом Регоплант посприяло активізації обростання грудочок ґрунту колоніями *Azotobacter*, порівняно з контролем, на 18%.

Серед усіх варіантів досліді найбільш активний вплив на ріст і розвиток бактерій роду *Azotobacter* простежувався у разі обробки насіння регулятором росту рослин Зеастимулін, де обростання грудочок ґрунту колоніями *Azotobacter* перевищувало показники контрольного варіанту досліді на 23%.

Висновки. Отже, передпосівна обробка насіння кукурудзи сприяє активізації росту і розвитку ризосферної мікробіоти, що виявляється у зростанні загальної чисельності бактерій та мікроміцетів. При використанні з цією метою рістрегулятора Зеастимулін спостерігається підвищення порівняно з контролем загальної чисельності бактерій на 30%, а мікроміцетів – на 27%. Також у цьому варіанті досліді обростання грудочок ґрунту колоніями *Azotobacter* перевищує показники контрольного варіанту досліді на 23%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Морозов О. В., Морозова О. С., Іванів М. О., Керімов А. Н. Ефективність вирощування кукурудзи на зерно в Україні. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 119. С. 83–91.
2. Мацай Н. Ю., Шевченко А. М., Мацай В. О. Екологізація технології вирощування кукурудзи в умовах Північного Степу України. *Sciences of Uurope*. 2021. № 63. Р. 3–6.
3. Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О., Кирпа М. Я., Стасів О. Ф. Ефективність застосування біопрепаратів під час вирощування ліній батьківських компонентів гібридів кукурудзи за різної густоти рослин в умовах краплинного зрошення. *Аграрні інновації*. 2021. № 5. С. 135–142.
4. Крутякова В. І. Біометод – основа сталого розвитку вітчизняного землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 10. С. 5–14.
5. Крутякова В. І., Таргоня В. С. Багаторівнева система сертифікації органічних виробництв сільськогосподарської продукції. Біологічний метод захисту рослин: досягнення і перспективи. *Інформаційний бюлетень Східно-палеарктичної регіональної секції Міжнародної організації з біологічної боротьби зі шкідливими організмами*. 2018. № 53. С. 185–191.
6. Eilenberg J., Hajek A., Lomer C. Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl*. 2001. V. 46. P. 387–400.
7. Parnell J.J., Berka R., Young H.A. et al. From the Lab to the Farm: an Industrial Perspective of Plant Beneficial Microorganisms. *Front Plant Sci*. 2016. 67 V. 7. P. 1110.
8. Van Lenteren J.C., Bolckmans K., Köh J. et al. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new. *BioControl*. 2018. V. 63. P. 39–59.
9. Мерленко І. М., Зінчук М. І., Штань С. С., Леонтєва В. С. Застосування стимуляторів росту рослин та біопрепаратів як один з факторів біологізації сільськогосподарського виробництва. *Охорона родючості ґрунтів: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф.* Київ, 2004. Вип. 1. С. 105–114.
10. Кириченко В. В. Результати наукових досліджень з селекції зернобобових культур в інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН. *Селекція і насінництво*. 2005. Вип. 90. С. 3–13.
11. Цибулько В. С., Попов С. І. Насінна продуктивність гороху та сої залежно від дії регуляторів росту. *Селекція і насінництво*. 1993. Вип. 75. С. 57–61.
12. Булигін С. Ю., Фатєєв А. І., Демішев Л. Ф., Туровський Ю. Ю. Мікродобрива важливий резерв підвищення урожайності сільськогосподарських культур. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 11. С. 13–15.
13. Lavrinenko Y. O., Mikhailenko I. V., Khomenko T. M. Biometric indices of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizer treatment under irrigation conditions. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. № 15(1). С. 71–79.
14. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Хоменко Т. М. Особливості формування фотосинтетичного потенціалу і урожайності насіння батьківських компонентів кукурудзи в умовах зрошення та застосування стимулятора росту. *Plant Varieties Studying and protection*. 2020. Том. 16. № 2. С. 191–198.
15. Волкогон В. В., Заришняк А. С., Пилипенко Л. А. та ін. Мікробні препарати в сучасних аграрних технологіях. Київ: НААН. 248 с.
16. Крутякова В. І., Таргоня В. С. Багаторівнева система сертифікації органічних виробництв сільськогосподарської продукції. Біологічний метод захисту рослин: досягнення і перспективи. *Інформаційний бюлетень Східнопалеарктичної регіональної секції Міжнародної організації з біологічної боротьби зі шкідливими організмами*. 2018. № 53. С. 185–191.
17. Черячукін М., Андрієнко О., Григор'єва О. Регулятори росту рослин. *Агробізнес сьогодні*. URL: <http://www.agro-business.com.ua/agronomiiasiodni/296-regulatory-rostu-roslyn.html>

18. Склянчук В. М., Науменко М. Д. Вплив елементів біологізації землеробства на врожайність сільськогосподарських культур у Західному Поліссі. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН» (спецвипуск)*. Київ: ЕКМО. 2006. Вип. 29. С. 112–118.

19. Патица В. П., Мельничук Т. М. Мікробні біотехнології ризосфери овочевих культур. *Імунологія та алергологія: наука і практика*. Київ. 2014. № 1. С. 20–21.

20. Шерстобоева О. В. Вплив інтродукції агрономічно корисних штамів мікроорганізмів на мікробне угруповання ризосфери рослин. *Мікробіологічний журнал*. Київ. 2003. Т. 65. № 6. С. 43–48.

21. Василенко М. Г. Вплив нових вітчизняних добрив і регуляторів росту рослин на мікробіологічні процеси в ґрунті. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 2. С. 12–18.

22. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія. За редакцією В. В. Волкогона. К: Аграрна наука. 2010. 464 с.

23. Карпенко В. П., Шутко С. С. Чисельність мікробіоти ризосфери соризу за використання гербіциду й регулятора росту рослин. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2018. № 102. С. 46–52.

UDC 338.43:633.52

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.19>

CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR OIL FLAX PRODUCTION

Zadyrko R.V. – Postgraduate student at the Departments of Agriculture, Geodesy and Land Management, Mykolaiv National Agrarian University

Gamajunova V.V. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Agriculture, Geodesy and Land Management, Mykolaiv National Agrarian University

The oilseed flax plays an important role in many sectors of the national economy and is characterized by unmatched medicinal properties. The main advantages of this crop in agriculture include high drought resistance, ability to withstand spring frosts, resistance to lodging and seed shedding, and high economic efficiency of production. From 2000 to 2022, global oilseed flax cultivation areas increased by 1.8 times. In terms of world regions, the largest cultivation areas for oilseed flax are in Asia, accounting for 44.2% of the world average. The leading countries in terms of cultivation areas are Canada, Russia, Kazakhstan, China, and the USA. The combined share of the leading countries in global cultivation areas is increasing and reached 88.3% in 2021-2022. In Ukraine, the situation with oilseed flax cultivation areas is unstable and varies significantly from year to year (from 14.0 to 68.7 thousand hectares). Global oilseed flax production volumes doubled from 2000 to 2022. The leading countries accounted for 67.6% to 87.7% of total production. Canada is the absolute leader, accounting for 26% of global production, significantly ahead of other countries. For Ukraine, this indicator is only 1.3% due to small cultivation areas. The highest amount of oilseed flax seed in our country was harvested in 2016 – 92.2 thousand tons. There is a clear trend of increasing yields of this oil crop in Ukraine. If in 2000-2003 it was 0.25-0.29 t/ha, it reached 1.53 t/ha before the war period. The yield of oilseed flax seed in Ukraine exceeds the average yield levels of regions such as Asia and Europe, and in 2021-2022, other regions of the world as well. A comparative analysis with leading
