

УДК 631.582 : 631.82

## ОСОБЕННОСТИ ГАЗОРЕГУЛИРУЮЩЕЙ ФУНКЦИИ СВЕТЛО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОВЕРХНОСТНО ОГЛЕЕННОЙ ПОЧВЫ ПРИ РАЗНЫХ СИСТЕМАХ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

*А.И. ГАБРИЕЛЬ<sup>1</sup>, В.В. СНИТЫНСКИЙ<sup>2</sup>, Ю.Н. ОЛИФИР<sup>1</sup>, О.М. GERMANOVICH<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Институт сельского хозяйства Карпатского региона НААН, г. Львов, Украина*

*<sup>2</sup>Львовский национальный аграрный университет, г. Дубляны, Украина*

**Abstract.** The effects of different doses and ratios of mineral fertilizers, manure and lime on the release of carbon dioxide by the light-grey forest surface gleyed soil were studied in a stationary long-term experiment using a seven-field crop rotation system. It was established that the release rate of carbon dioxide undergoes significant fluctuations during the day and it depends not only on the fertilizer system, but also on the applied dose of ameliorant and its aftereffect under the crops in rotation, as well as on the species and developmental stage of the plants. The introduction of high doses of lime (calculated according to the hydrolytic acidity) in terms of periodically leaching soil water regime in low-buffer light-grey forest surface gleyed soil is associated not only with significant material costs, but also causes major environmental problems connected to additional mineralization and leaching of calcium as a result of bicarbonate hydrolysis.

**Key words:** CO<sub>2</sub> emission; Lime; Acidity; Mineral fertilizers; Manure; Soil.

**Реферат.** Приведены результаты исследований влияния разных норм и соотношений минеральных удобрений, навоза и извести в семипольном севообороте длительного стационарного опыта на выделение диоксида углерода светло-серой лесной поверхностно оглеенной почвой. Установлено, что интенсивность выделения диоксида углерода претерпевает значительные колебания в течение суток, что зависит не только от системы удобрения, но и от доз внесения мелиоранта и его последствия под культурами севооборота, вида и фазы развития сельскохозяйственных культур. Внесение в условиях периодически промывного водного режима на низко-буферной светло-серой лесной поверхностно оглеенной почве высоких доз извести, рассчитанных по гидролитической кислотности, связано не только со значительными материальными затратами, но и вызывает также экологические проблемы, обусловленные как дополнительной минерализацией, так и вымыванием кальция в результате гидролиза бикарбонатов.

**Ключевые слова:** Эмиссия CO<sub>2</sub>; Известь; Кислотность; Минеральные удобрения; Навоз; Почва.

### ВВЕДЕНИЕ

В качестве тест-индикатора, который мгновенно реагирует на наличие нарушений уравновешенных природных циклов кругооборота веществ, в частности углерода, и объективно отражает агроэкологическое состояние почвы, является динамика углекислого газа в почвенном воздухе и интенсивность его эмиссии из почвы в атмосферу (Трускавецкий, Р.С., Шимель, В.В. 2001; Шимель, В.В. 2006).

Согласно (Кудеяров, В.Н., Курганова, И.Н. 2005) суммарный годовой поток CO<sub>2</sub> из почв планеты в атмосферу составляет примерно 90% и оценивается в 50-77 ГтС за год.

Эмиссия CO<sub>2</sub> тесно связана с направлением хозяйственного использования земель (Мирошниченко, М.М. 2011), зависит от гидротермических условий территории, характера растительности и является важным фактором, регулирующим рост и развитие растений, жизнедеятельность почвенной биоты, процессы миграции и аккумуляции многих химических соединений (Мамонтов, В.Г. и др. 2006).

Основным источником диоксида углерода являются лабильные органические вещества, по величине этого показателя можно судить об интенсивности процессов минерализации органического вещества почвы (Бедернічек, Т.Ю., Гамкало, З.Г. 2014).

Объективную информацию о состоянии и изменениях агроэкосистемы, отдельных ее компонентов под воздействием различных антропогенных влияний можно получить только в стационарных опытах. В этой связи заслуживают внимания результаты исследований эмиссии диоксида углерода из светло-серой лесной поверхностно оглеенной почвы под влиянием различных систем удобрения и известкования.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Долговременный стационарный опыт заложен в 1965 г. на кислой светло-серой лесной поверхностно оглеенной легкосуглинистой почве с разными дозами и соотношениями минеральных удобрений, навоза и извести в семипольном севообороте.

Начиная с VI-й ротации была проведена частичная реконструкция отдельных вариантов данного опыта, которая заключалась в изучении эффективности и длительности последствий известкования, остаточных фосфора и калия при умеренном азотном питании с таким чередованием культур: кукуруза на силос – ячмень яровой с подсеиванием клевера лугового – клевер луговой – пшеница озимая.

В опыте предусматривалось внесение различных доз и соотношений минеральных удобрений, навоза и извести. Перед началом девятой ротации проведена очередная корректировка доз удобрений и извести. Наряду с вариантами внесения 1,0 и 1,5 н  $\text{CaCO}_3$  за Нг в исследования включены варианты внесения извести за кислотно-основной буферностью.

Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы перед закладкой опыта следующая: содержание гумуса (по Тюрину) 1,42 %,  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  4,2, гидролитическая кислотность (по Каппену) 4,5, обменная (по Соколову) 0,6 мг-экв/100 грамм почвы, содержание подвижного алюминия 60,0 мг/кг почвы, сумма обменных оснований составляет 3,4 мг-экв/100 грамм почвы, содержание кальция 2,2 мг-экв/100 грамм почвы, подвижного фосфора (по Кирсанову) и обменного калия (по Масловой) – соответственно 36,0 и 50,0 мг/кг почвы.

Исследования проводили в вариантах органо-минеральной и минеральной систем удобрений с внесением на 1 га севооборотной площади, соответственно  $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68} + 10$  т навоза и  $\text{N}_{105}\text{P}_{101}\text{K}_{101}$  на фоне известкования 1,0 и 1,5 н  $\text{CaCO}_3$  за Нг, что составляет 6,0 и 9,45 т/га, и дозы внесения извести, рассчитанной по кислотно-основной буферности – 2,5 т/га.

Содержание  $\text{CO}_2$  в почвенном воздухе определяли на двухканальном инфракрасном газовом анализаторе  $\text{CO}_2$ -метре К-30 Probe.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

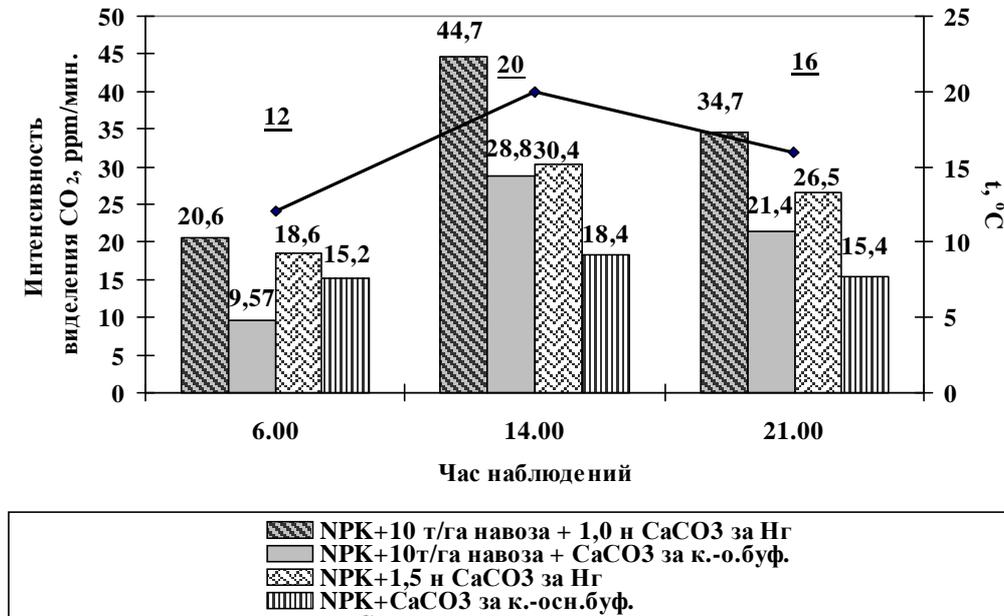
Проведенные исследования в длительном стационарном опыте показали, что интенсивность выделения диоксида углерода претерпевает значительные колебания на протяжении суток, зависит от температуры, системы удобрения, доз внесения мелиоранта как за прямого действия под культурой, так и в последствии под культурами севооборота, вида и фазы развития сельскохозяйственных культур.

В поле кукурузы на зеленую массу (первой культуры, под которую проведено известкование) при внесении в севообороте одинаковых доз навоза и минеральных удобрений ( $\text{N}_{65}\text{P}_{68}\text{K}_{68} + 10$  т/га навоза) в варианте известкования дозой  $\text{CaCO}_3$ , рассчитанной за гидролитической кислотностью, интенсивность выделения диоксида углерода в фазе всходов составляла 16,3 ppm/мин. и превышала более чем в два раза 7,73 ppm/мин. вариант, в котором дозу внесения извести рассчитывали за кислотно-основной буферностью.

У вариантах минеральной системы удобрения при внесении на 1 га севооборотной площади  $\text{N}_{105}\text{P}_{101}\text{K}_{101}$  на фоне известкования 1,5 н  $\text{CaCO}_3$  за Нг интенсивность выделения  $\text{CO}_2$  в фазе всходов составляла 73,8 против 34,7 ppm/мин. варианта с внесением 2,5 т/га  $\text{CaCO}_3$  рассчитанной за кислотно-основной буферностью.

Данные зависимости сохранялись и при измерении интенсивности выделения  $\text{CO}_2$  на протяжении суток в фазе 5-6-ти листьев: в 6.00 часов утра интенсивность выделения  $\text{CO}_2$  в варианте органо-минеральной системы удобрения и 1,0 н  $\text{CaCO}_3$  составляла 20,6 против 9,57 ppm/мин. при данной системе удобрения на фоне известкования дозой  $\text{CaCO}_3$ , рассчитанной за кислотно-основной буферностью; в 14.00 час возросла соответственно до 44,7 против 28,8, в 21.00 часов интенсивность выделения  $\text{CO}_2$  при органо-минеральной системе удобрения и внесения 1,0 н  $\text{CaCO}_3$  составила 34,7 против 21,4 ppm/мин. при внесении извести за кислотно-основной буферностью (Рис. 1).

В вариантах минерального питания кукурузы динамика в фазе 5-6 листьев составляла: 18,6 (6.00 час.) – 30,4 (14.00 час.) – 26,5 (21.00 час.) на фоне 1,5 н  $\text{CaCO}_3$  за Нг против 15,2 (6.00 час.) – 18,4 (14.00 час.) – 15,4 (21.00 час.) при внесении минеральных удобрений на фоне дозы  $\text{CaCO}_3$ , рассчитанной за кислотно-основной буферностью (рис1).



**Рисунок 1.** Изменение интенсивности выделения CO<sub>2</sub> на протяжении суток под кукурузой (фаза 5-6 листьев)

Подобные закономерности наблюдались в течении последующего периода и составляли в динамике в варианте органо-минеральной системы удобрения и известкования дозой извести 1,0 н за Нг 16,23-39,2-21,7 ppm/мин. в период максимального роста и развития. За данными системы удобрения в случае внесения дозы извести рассчитанной за кислотно-основной буферностью динамика выделения CO<sub>2</sub> составляла: 7,87-36,4-12,6 ppm/мин.

Указанная зависимость наблюдалась в течение всего периода наблюдений и за 14 дней перед уборкой урожая составляла: 23,9 (6.00 час.) – 27,8 (14.00 час.) – 22,0 (21.00 час.) в варианте органо-минерального удобрения на фоне известкования 1 н CaCO<sub>3</sub> за Нг против 13,8-15,2-12,2 ppm/мин. в аналогичные часы наблюдения при данной системе удобрения на фоне известкования за кислотно-основной буферностью (Рис. 2.).

В вариантах минерального питания показатели эмиссии CO<sub>2</sub> перед уборкой урожая в динамике были следующими: 22,1-24,9-20,1 против 13,9-16,0-11,8 ppm/мин. при минеральной системе удобрения на фоне внесения CaCO<sub>3</sub> за кислотно-основной буферностью (Рис. 2.).

В поле ячменя ярового (второй год последствия извести) в варианте органо-минеральной системы удобрения на фоне известкования 1,0 н CaCO<sub>3</sub> за Нг во время всходов интенсивность выделения CO<sub>2</sub> составляла в динамике: 15,8 (6.00 час.) – 18,2 (14.00 час.) – 14,5 (21.00 час.) против 14,8 (6.00 час.) – 17,8 (14.00 час.) – 14,7 (21.00 час.) ppm/мин. в варианте указанной системы удобрения на фоне последствия извести, внесенной за кислотно-основной буферностью (Рис. 3).

Данная зависимость наблюдалась в течение всего периода развития, перед уборкой урожая показатели эмиссии были следующими: 21,0 (6.00 час.) – 25,0 (14.00 час.) – 15,4 (21.00 час.) против 8,7-13,6-12,1 ppm/мин. (Рис. 4).

Проведенные исследования показали, что эмиссия диоксида углерода как в поле кукурузы, так и в поле ячменя претерпевает значительные колебания в течении суток с пиком интенсивности выделения в 14 часов дня при возрастании температуры. В целом интенсивность выделения диоксида углерода под кукурузой в 1,5-2 раза превышает поле ячменя ярового.

Полученные результаты исследований динамики интенсивности выделения диоксида углерода под кукурузой и ячменем яровым свидетельствуют также об интенсификации процессов минерализации светло-серой лесной поверхностно оглеенной почвы при внесении доз извести, рассчитанных за гидролитической кислотностью, что не только ухудшает экологическое состояние почвы, но и не обеспечивает уравновешенные циклы кругооборота веществ, в частности углерода, в севообороте.

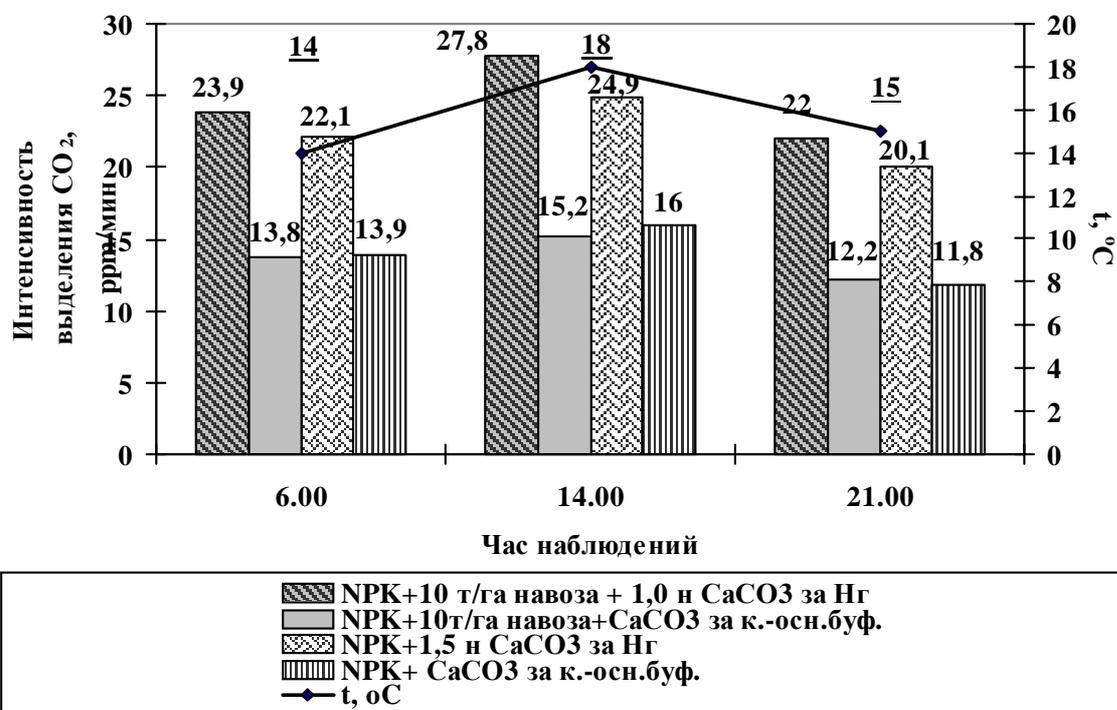


Рисунок 2. Изменение интенсивности выделения  $CO_2$  на протяжении суток под кукурузою перед уборкой урожая

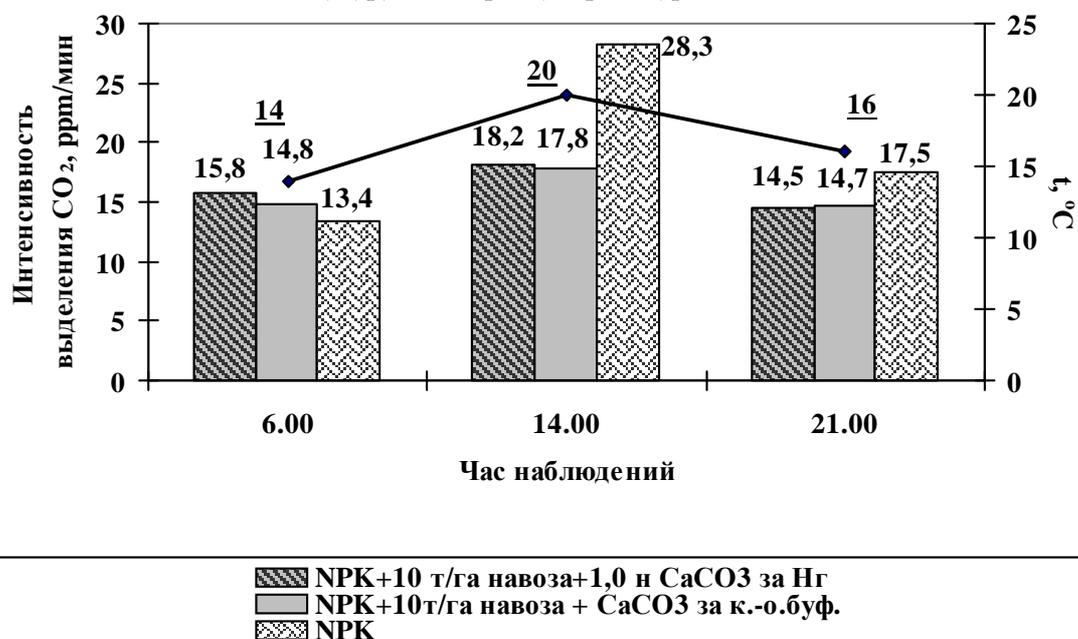
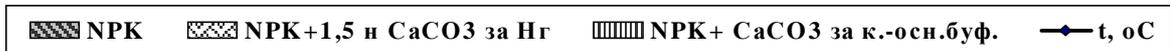
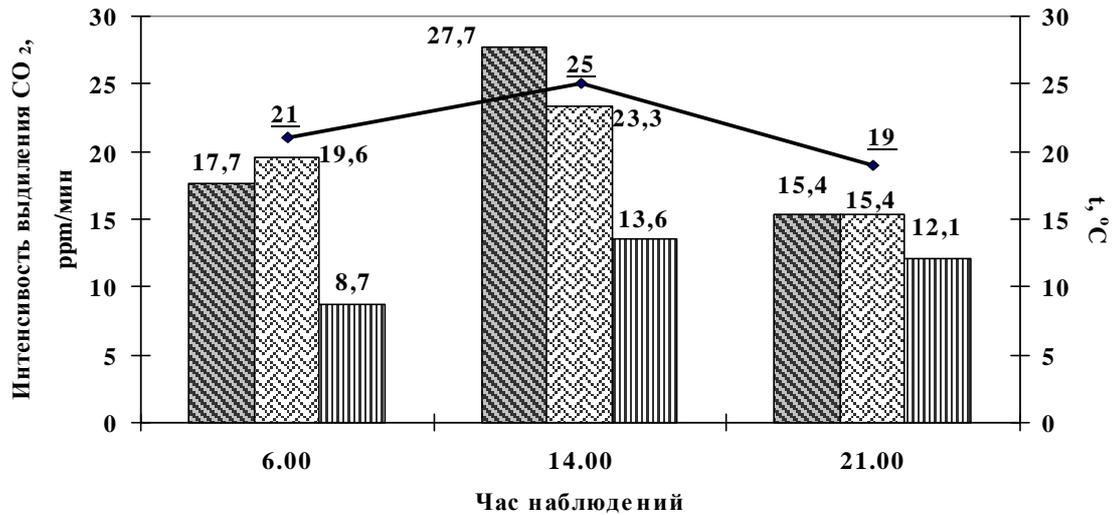


Рисунок 3. Изменение интенсивности выделения  $CO_2$  на протяжении суток под ячменем яровым (фаза всходы)

Очевидно, поэтому указанные закономерности изменения интенсивности выделения диоксида углерода в зависимости от доз внесения извести не нашли отражения в формировании величины урожая кукурузы на зеленую массу и ячменя ярового. Органо-минеральные системы удобрения с внесением на 1 га севооборотной площади  $N_{65}P_{68}K_{68} + 10$  т навоза сформировали высокие и практически равные урожаи кукурузы на зеленую массу 74,3 и 72,3 и ячменя ярового 4,78 и 4,74 т/га как при известковании 1,0 н  $CaCO_3$ , так и на фоне внесения извести за кислотно-основной буферностью. На контроле без удобрений урожай кукурузы на зеленую массу составил 26,0 и ячменя ярового – 1,65 т/га.

При минеральной системе удобрения в севообороте ( $N_{105}P_{101}K_{101}$ ) на фоне  $1,5$  н  $CaCO_3$  и на фоне известкования оптимальной дозой  $CaCO_3$  рассчитанной за кислотно-основной буферностью получены несколько ниже, но так же практически равные урожаи зеленой массы кукурузы  $63,4$  и  $62,4$ , ячменя ярового  $3,86$  и  $3,71$  т/га.



**Рисунок 4.** Изменение интенсивности выделения  $CO_2$  на протяжении суток под ячменем яровым перед уборкой урожая

## ВЫВОДЫ

Таким образом, внесение на низко-буферной светло-серой лесной поверхностно оглеенной почве высоких доз извести, рассчитанных за гидролитической кислотностью, сопровождается наряду со значительными материальными затратами также экологическими проблемами, обусловленными дополнительной минерализацией органического вещества почвы. Следует учитывать и то, что в условиях периодически промывного водного режима при внесении высоких доз извести возрастает и вымывание кальция в подпочвенные воды вследствие гидролиза бикарбонатов.

С целью улучшения агроэкологического состояния, воспроизводства и охраны плодородия светло-серой лесной поверхностно оглеенной почвы в короткочастотных севооборотах при применении органо-минеральной и минеральной систем удобрения, дозы извести целесообразно рассчитывать за кислотно-основной буферностью.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. БЕДЕРНИЧЕК, Т.Ю., ГАМКАЛО, З.Г. (2014). Лабільна органічна речовина ґрунту: теорія, методологія, індикаторна роль. Київ: Кондор. 180 с.
2. КУДЕЯРОВ, В.Н., КУРГАНОВА, И.Н. (2005). Дыхание почв: анализ базы данных, мониторинг, общие оценки. В: Почвоведение, № 9, с. 1112-1121. ISSN 0032-180X.
3. МАМОНТОВ, В.Г., ПАНОВ, Н.П., КАУРИЧЕВ, И.С., ИГНАТЬЕВ, Н.Н. (2006). Общее почвоведение. Москва: Колос. 456 с. ISBN 5-9532-0346-2.
4. МИРОШНИЧЕНКО, М.М. (2011). Динаміка емісії  $CO_2$  за різних способів обробітку ґрунту. В: Агрохімія і ґрунтознавство, № 74, с. 1-5. ISSN 0587-2596.
5. ТРУСКАВЕЦЬКИЙ, Р.С., ШИМЕЛЬ, В.В. (2001). Порухнення газорегуляторних функцій гігоморфних ґрунтів під впливом дренажу та обробітку. В: Вісник ХНАУ: Ґрунтознавство, № 3, с. 152-156.
6. ШИМЕЛЬ, В.В. (2006). Особливості вуглецевого режиму дренажних мінеральних ґрунтів Полісся та прийоми його регулювання: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Харків. 18 с.

Data prezentării articolului: 23.05.2015

Data acceptării articolului: 04.07.2015