

УДК 633.854.78:631.82:631.674

**ЗАВИСИМОСТЬ ПРОДУКТИВНОСТИ ПОДСОЛНЕЧНИКА
ОТ УРОВНЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ
ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ**

Мацкова Светлана Ивановна

аспирант

Гуманюк Алексей Васильевич

доктор с.-х. наук, профессор

ГОУ «Приднестровский государственный
университет им. Т.Г. Шевченко»

Аннотация: В исследовании представлены результаты полевых опытов по изучению влияния различных доз минеральных удобрений и режимов орошения на урожайность подсолнечника в плодосменном севообороте. Проанализированы данные по азотному, фосфорному и калийному режимам почвы в богарных и орошаемых условиях. Показано положительное влияние удобрений на рост, развитие растений и продуктивность подсолнечника в зависимости в богарных и орошаемых условиях. Орошение и удобрения повлияли на общую урожайность подсолнечника, массу 1000 семян. Минимальная масса 1000 семян (47 г) отмечена в варианте без орошения и без удобрений, а максимальная (77 г) при максимальной дозе удобрений на поливных участках.

Ключевые слова: подсолнечник, удобрение, богара, орошение, севооборот, урожайность, почва.

**THE DEPENDENCE OF SUNFLOWER PRODUCTIVITY
ON THE LEVEL OF MINERAL NUTRITION
DURING DRIP IRRIGATION**

Matskova Svetlana Ivanovna

Gumanyuk Aleksey Vasilievich

Abstract: The study presents the results of field experiments to study the effect of various doses of mineral fertilizers and irrigation regimes on sunflower yields in the crop rotation. The data on nitrogen, phosphorus and potash regimes of the soil in

rain-fed and irrigated conditions are analyzed. The positive effect of fertilizers on plant growth, development and sunflower productivity is shown depending on rain-fed and irrigated conditions. Irrigation and fertilizers affected the total sunflower yield, the weight of 1,000 seeds. The minimum weight of 1000 seeds (47 g) was noted in the variant without irrigation and without fertilizers, and the maximum (77 g) with the maximum dose of fertilizers in irrigation areas.

Key words: sunflower, fertiliser, bogara, irrigation, crop rotation, yield, soil.

Подсолнечник традиционно выращивают в Юго-Восточной части Приднестровья, как бюджетно-образующую культуру. Из семян получают масло и высокобелковый корм (жмых и шрот) для животноводства, часть урожая семян идёт на экспорт. Подсолнечник в основном размещают на богарных землях, где его возделывание зависит от погодно-климатических факторов, которые в последние годы не очень благоприятные для сельскохозяйственного производства в нашем регионе. Урожайность этой масличной культуры составляет 1,4 - 2,0 т/га. Необходимо отметить, что использование современных гибридов и сортов, уменьшение затрат на возделывание, изменение мер борьбы с сорняками мало повлияло на рост урожайности без орошения, поэтому основным условием получения урожая в этом регионе является обеспеченность влагой. В условиях орошения некоторые хозяйства получают по 3,0 – 3,6 т/га семян подсолнечника.

Эта культура очень требовательна к влаге и минеральному питанию, потребляет большое количество питательных веществ из почвы, особенно калия. В среднем на образование тонны семян расходует: 60 или 80 кг N, от 26 до 30 кг P, 160-186 кг K, 12 кг магния. Потребность культуры в необходимых элементах минерального питания (азота, фосфора и калия) наблюдается в течение всего периода активного роста и развития, особенно при недостатке влаги в почве [2, 3, 4].

Потребление питательных веществ растениями в течение вегетации неравномерно. В течение первого месяца вегетации растения используют азота - 15%, фосфора - 10% и калия - 10%. В фазе 3-5 листьев (период формирования репродуктивных органов) особенно острая реакция на нехватку фосфора, азота, калия и магния. Наибольшее количество азота расходуется в период «начало формирования корзинки – конец цветения», его недостаток оказывает влияние как на развитие растения, так и на формирование размера корзинок. Фосфор усваивается от всходов и до цветения, способствуя

хорошему развитию надземной части растения и его корневой системы, формирует устойчивость к стрессовым факторам. Калий очень полезен в период «образование корзинок – созревание», повышая не только урожайность семян, но и масличность [2, 6, 8]. Потребность в фосфоре у подсолнечника меньше, чем в азоте и калии, однако его недостаток отрицательно влияет на способность корней поглощать другие нужные питательные вещества, на рост, формирование полноценных корзинок и семян, а также активное накопление в семенах масла [7].

Таким образом, оптимизация уровня минерального питания положительно влияет на эффективность возделывания подсолнечника. Это связано со снижением плодородия почв и обусловлено отчуждением из почвы питательных веществ с урожаем. Реализация генетического потенциала подсолнечника может реализоваться только на оптимальном агрофоне. Реакция подсолнечника на уровень минерального питания при капельном орошении в севообороте изучена недостаточно, поэтому наши исследования направлены на установление научно-обоснованных норм минеральных удобрений и их влияния на биометрические показатели роста и развития растений подсолнечника и его урожайность.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили на Суклейских полях ГУП «Приднестровский НИИ сельского хозяйства» на четвертой террасе реки Днестр в полевом севообороте. Почва – чернозем обыкновенный среднemosный тяжелосуглинистый. Наименьшая влагоемкость почвы в слое 0-50 см равняется 25,3%, в слое 0-100 см – 24,4%, а объемная масса соответственно 1,19 и 1,34 г/см³.

Объект исследования: подсолнечник, гибрид Ароматик.

Общая площадь под культурой при орошении $25,2 \times 97 = 2444 \text{ м}^2 = 0,24 \text{ га}$, без орошения – $8,6 \text{ м} \times 97 \text{ м} = 834 \text{ м}^2 = 0,08 \text{ га}$. Площадь орошаемого блока – $12,6 \text{ м} \times 97 \text{ м} = 1222 \text{ м}^2 = 0,12 \text{ га}$, блока с удобрениями при орошении – $20 \text{ м} \times 25,2 \text{ м} = 504 \text{ м}^2$, а без орошения – $20 \text{ м} \times 8,6 = 172 \text{ м}^2$, площадь деланки с удобрениями при орошении – $20 \text{ м} \times 6,3 = 126 \text{ м}^2$, а без орошения – $20 \text{ м} \times 4,3 \text{ м} = 86 \text{ м}^2$. Учетная площадь деланки 10 м^2 , повторность двукратная.

При закладке опытов использовали метод расщепленных блоков. Принципиальная схема опыта по подсолнечнику состоит из следующих факторов и их градаций:

А. Орошение

1. Без орошения (контроль);
2. Поливы при 70% от НВ;
3. Поливы при 80% от НВ;
4. Поливы при 90% от НВ.

Б. Удобрения

1. Без удобрений (контроль);
2. 1 доза $N_{60}P_{30}K_{30}+N_{15}$;
3. 2 доза $N_{90}P_{60}K_{60}+N_{30}$;
4. 3 доза $N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$

Внесение внекорневой подкормки проводили в фазу 3-5 настоящих листьев.

Определение NPK в почве в слое 0-30 см проводили в три срока: в начале и в конце вегетации и в фазу максимального накопления биомассы. Содержание нитратов определяли дисульфифеноловым методом в модификации ЦИНАО, содержание подвижного фосфора и обменного калия по Мачигину.

Агротехника в опытах – согласно типовым технологическим картам.

Наблюдения, анализы, учеты

1. Фенологические наблюдения;
2. Учет густоты стояния растений;
3. Наблюдения за влажностью почвы; глубина отбора почвенных проб – 0-100 см; отборы будут проводиться в основные фазы роста и развитие культур на всех режимах орошения, без удобрений и на средней дозе удобрений;

4 Расчет сроков и количества поливов на рекомендуемом режиме орошения по уточненной модели Д.А. Штойко;

5. Определение NPK в почве в слое 0-30 см в три срока: в начале и конце вегетации и в фазу максимального накопления биомассы (на всех режимах орошения, без удобрений и при минимальной и максимальной дозе удобрений;

Результаты и обсуждение

Период активной вегетации подсолнечника (апрель-сентябрь) в 2024 году в сравнении со среднемноголетними данными (1945-2023 гг.) был теплее – на 2,7°C, а с момента закладки стационара тринадцать из четырнадцати лет исследований характеризовались повышенными температурами – на 0,2-2,8°C.

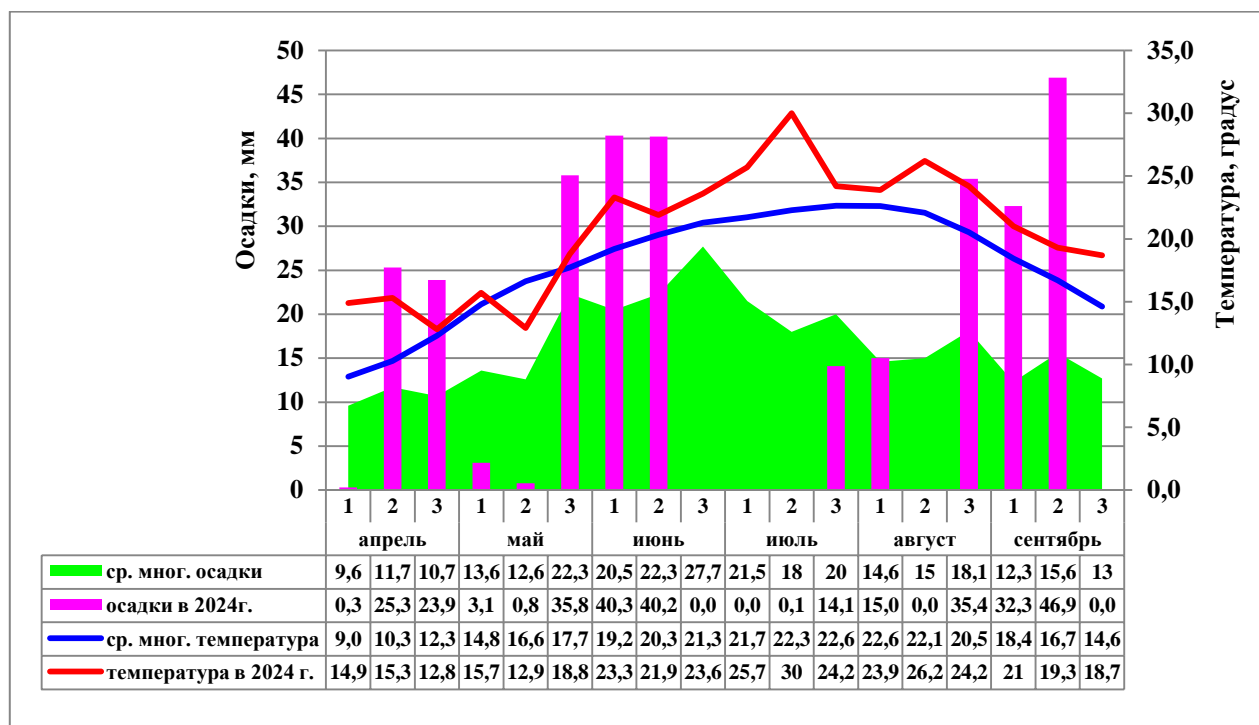


Рис. 1. Среднедекадные осадки и температура воздуха

С апреля по сентябрь месяц в семнадцати декадах из восемнадцати температура воздуха была выше среднемноголетней на 0,5-7,7 °С. По температурному режиму самыми экстремальными были первая декада апреля и вторая декада июля.

Для сельского хозяйства 2024 год был очень сложным, так как характеризовался сильной воздушной засухой, особенно в июле месяце.

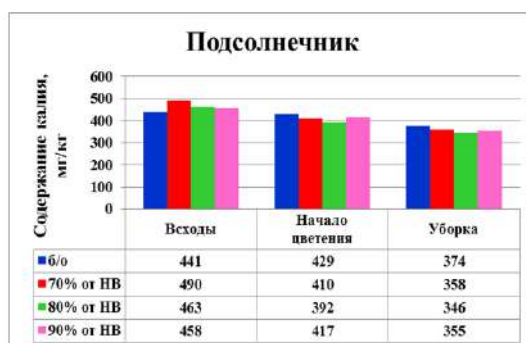
Минеральные удобрения и предшественник (люцерна) на азотный пищевой режим подсолнечника существенно влияли только в начальную фазу развития. Это единственная культура, на которой изучали различные режимы орошения, поэтому их влияние на пищевые режимы культуры представляют большой интерес. В фазу массовых всходов содержание нитратов колебалось в пределах 29-53 мг/кг. Без орошения питательный режим почвы в течение вегетации был более благоприятным, при орошении наоборот – ухудшался. Содержание подвижного фосфора и обменного калия от всходов до уборки постепенно снижалось, причем более значительно на орошаемых вариантах (рис. 2).



Динамика нитратов



Динамика фосфатов



Динамика обменного кальция

Рис. 2. Влияние орошения на динамику питательных веществ в пахотном слое почвы, мг/кг

Удобрения положительно влияли на развитие растений подсолнечника, но оно было менее значимым, чем от орошения. В среднем на удобренных вариантах показатели развития растений были на 7-29% выше, чем на неудобренных. (рис. 3).



Рис. 3. Влияние минеральных удобрений на развитие растений подсолнечника

Внесение в почву удобрений по действующему веществу $N_{60}P_{30}K_{30}+N_{15}$ (1 доза) увеличивало площадь листовой поверхности каждого растения на 20%, при 2-й дозе $N_{90}P_{60}K_{60}+N_{30}$ – на 38%, а 3-я доза $N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$ – на 61% (рис. 4).

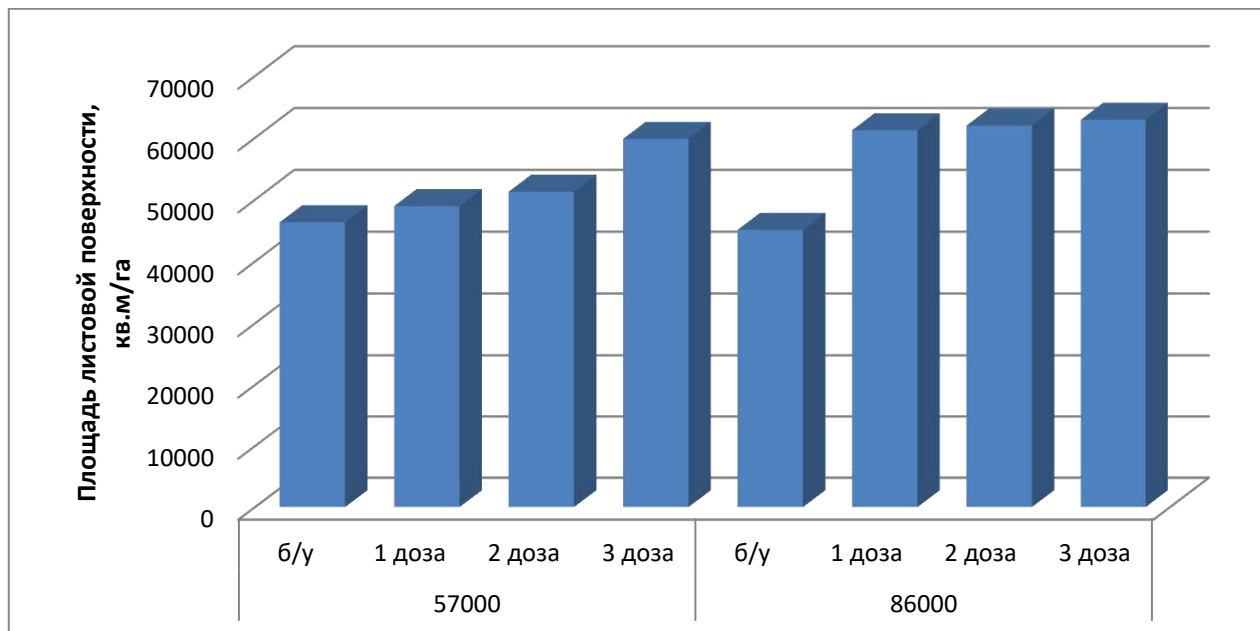


Рис. 4. Изменение площади листовой поверхности растения подсолнечника в зависимости от удобрений при разной густоте стояния

Многофакторные опыты хороши тем, что по их результатам можно оценить не только изучаемые факторы в отдельности (главные эффекты), но и их взаимодействие: влияние удобрений и различных густот стояния на урожайность подсолнечника (рис 5).

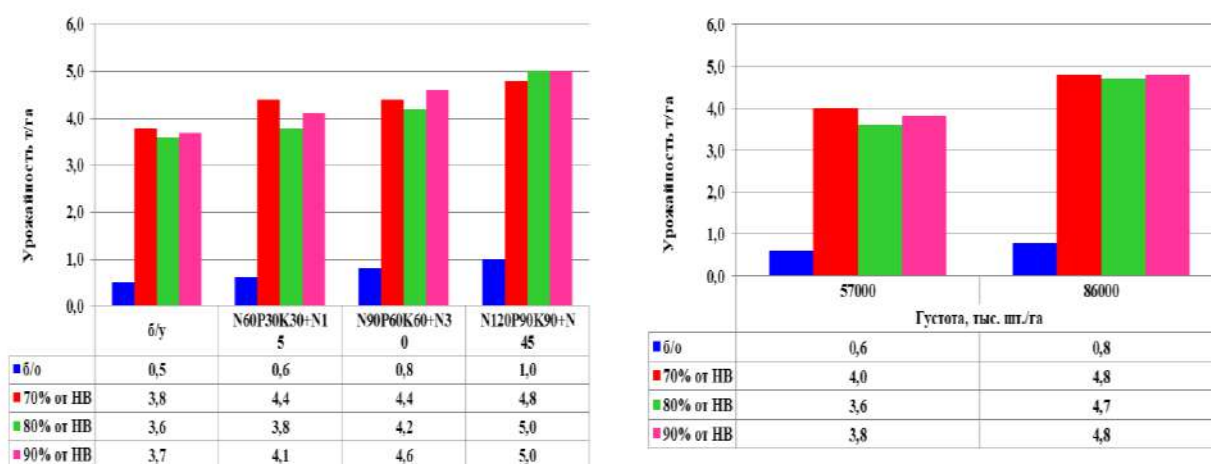


Рис. 5. Влияние орошения на фоне удобрений и густот стояния на урожайность подсолнечника

В условиях сухого по обеспеченности осадками года орошение оказывало положительное влияние на урожайность подсолнечника. При этом минимальная урожайность (0,4 т/га) получена в варианте без орошения и без удобрений, а максимальная (5,0 т/га) – при поддержании предполивной влажности на уровне 70% и 90% от НВ на фоне $N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$ кг д.в./га. Без орошения независимо от схемы посева и доз удобрений в среднем получено 0,7 т/га семян подсолнечника. Максимальные прибавки урожайности от орошения получены на варианте, где поливы проводили при снижении влажности почвы до уровня 90% от НВ. Увеличение урожайности было статистически достоверно с вероятностью $НСР_{0,95}$ для фактора орошение – 0,7 т/га, для фактора удобрение – 0,7 т/га, для взаимодействия факторов – 1,3 т/га (рис. 5).

В богарных условиях, несмотря на жесточайшую засуху, удобрения оказали положительное влияние на урожайность подсолнечника, повышая её на 0,1-0,5 т/га, а при орошении – на 0,2-1,4 т/га. В среднем максимальные уровни урожайности (5,0 т/га) были получены при третьей дозе удобрений.

В 2024 году удобрения в среднем повышали урожайность подсолнечника на 33-86%. Густота стояния растений практически не влияла на продуктивность подсолнечника, а при совместном действии с орошением и удобрениями загущенные посевы повышали урожайность на 7-193%.

Орошение и удобрения влияли не только на общую урожайность подсолнечника, но и на такой важный технологический показатель как масса 1000 семян от которой зависит норма высева и др. Минимальная масса 1000 семян в опыте (47 г) отмечена в варианте без орошения без удобрений, а максимальная (77 г) при максимальной дозе удобрений на поливных участках. Орошение увеличивало массу 1000 семян на 15-37%, а удобрения – на 7-19%, хотя эти изменения не всегда были статистически достоверными (табл. 1).

Таблица 1

Влияние орошения и удобрений на массу 1000 семян подсолнечника, г.

Система земледелия	Вариант	Доза удобрений				Среднее	Прибавка, %	
		б/у	1	2	3		От орошения	От системы землед.
Традиционная	б/о	49,	51,0	51,0	55,0	52,0	-	-
	70%	53,0	66,0	72,0	77,0	67,0	29,0	-
	80%	64,0	67,0	68,0	75,0	68,0	31,0	-

Продолжение таблицы 1

	90%	69,0	68,0	69,0	68,0	68,0	31	-
	Среднее	59,0	63,0	65,0	69,0	64,0	-	-
	б/о	47,0	52,0	53,0	55,0	52,0	-	-
	70%	51,0	58,0	60,0	71,	60,0	15,0	15,0
	80%	58,0	58,0	64,0	66,0	62,0	19,0	19,0
	90%	68,0	68,0	70,0	77,0	71,0	-	-
	Среднее	56,0	59,0	62,0	67,0	61,	-	-
	Среднее	57,0	61,0	64,0	68,0	-	-	-
	Прибавка от удобрений, %	-	7,0	12,0	19,0	-	-	-
НСР _{0,95} для фактора орошение – 4,6 т/га для фактора удобрение – 5,3 т/га для взаимодействия факторов – 9,1 т/га								

Качество подсолнечника чаще всего оценивается по его масличности. Величина этого показателя зависит от многих факторов – в первую очередь от сорта (гибрида), от метеорологических условий, но и не в последнюю очередь от технологии возделывания культуры. В 2024 году значения масличности гибрида Ароматик колебалась от 39,2 до 44,2% (табл. 2).

Таблица 2

Влияние орошения и удобрений на масличность подсолнечника, %

Вариант орошения	Вариант удобрения				
	б/у	1 доза	2 доза	3 доза	Среднее
б/о	43,4	42,4	42,6	41,4	42,4
70	44,2	43,2	41,2	39,2	41,9
80	43,8	42,6	41,6	41,9	42,4
90	41,8	40,8	39,6	40,8	40,7
Среднее	43,3	42,2	41,2	40,8	-
НСР _{0,95} для фактора орошение – 1,1 % для фактора удобрение – 1,3 % для взаимодействия факторов – 2,3 %					

Установлено, что увеличение доз удобрений и интенсивности орошения незначительно снижали масличность, которая не всегда была статистически достоверной (табл. 2).

ВЫВОДЫ

В условиях среднего по обеспеченности осадками года орошение оказывало положительное влияние на урожайность подсолнечника. Минимальная урожайность (1,0 т/га) получена в варианте без орошения и без удобрений, а максимальная (5,6 т/га) – при поддержании предполивной влажности на уровне 90% от НВ на фоне $N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$ кг д.в./га. Орошение увеличивало массу 1000 семян на 15-37%, а удобрения – на 7-19%, хотя эти изменения не всегда были статистически достоверными. Без орошения независимо от схемы посева и доз удобрений в среднем получено 1,55 т/га семян подсолнечника. Максимальные прибавки урожайности от орошения (175%) получены на варианте, где поливы проводили при снижении влажности почвы до уровня 90% от НВ. Все прибавки урожайности от орошения на фоне всех доз удобрений были статистически достоверны с вероятностью 0,95.

Увеличение доз удобрений и интенсивности орошения незначительно снижали масличность.

Список литературы

1. Бочаров, В.Н. Рациональное использование удобрений при капельном поливе // Картофель и овощи. – 2007. – № 1. – С. 13.
2. Вавилов, П.П., Гриценко В.В., Кузнецов В.С. и др.; Растениеводство. Под ред. Вавилова П.П.. – Изд. 4-е, доп. и перераб. М.: Колос, 1979. с. 397 - 405.
3. Васильев Д.С. Подсолнечник. М., 1990. 174 с. ISBN: 5-10-001979-4
4. Василиогло, Н.И., Гуманюк А.В., Майка Л.Г., Матюша Б.А. Влияние удобрений и орошения на урожайность подсолнечника. Solul și îngrășămintele în agricultura contemporană. Conferința științifică internațională, consacrată aniversării a 120 de ani de la nașterea academicianului Ion Dicusar. – Chișinău, Republica Moldova. - 2017. - P. 84-86.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва : Альянс, 2014. – 351 с. ISBN: 978-5-903034-96-3
6. Кравченко В.А, Малай Н.Ф., Шурупов В.Г., Продуктивность подсолнечника в зависимости от норм минерального питания. Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2015. № 4. с. 96-100. ISSN 0321-3005. DOI 10.18522/0321-3005-2015-4-96-100
7. Маковеев, А. В. и др. Влияние минеральных удобрений на продуктивность гибридов подсолнечника. Научный журнал КубГАУ, 2016, №123(09). Doi: 10.21515/1990-4665-123-093.

8. Мацкова, С., Гуманюк А. Взаимосвязь урожайности подсолнечника с биометрическими показателями роста и развития растений при различных дозах удобрений / Аграрна наука і освіта: історичний екскурс, сучасна парадигма, стратегія розвитку: Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції (у рамках VIII наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2023», 3 березня 2023 р., с. Крути, Чернігівська обл.). // ДС «Маяк» ІОБ НААН. Обухів: Друкарня ФОП Гуляєва В.М., 2023. С. 160-165. CZU: 633.854.78/631.816.11.

© С.И. Мацкова, А.В. Гуманюк