УДК 633.854.78:631.8

DOI 10.25230/2412–608X–2019–2–178–61–68

Влияние способов применения удобрений на продуктивность подсолнечника и потребление элементов питания на чернозёме выщелоченном

Н.М. Тишков,
доктор сельскохозяйственных наук
Р.В. Пихтярев,
аспирант

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК
Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17
Тел.: (861) 254-13-59
E-mail: agrohim@vniimk.ru

Для цитирования: Тишков Н.М., Пихтярев Р.В. Влияние способов применения удобрений на продуктивность подсолнечника и потребление элементов питания на чернозёме выщелоченном // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 2 (178). – С. 61–68.

Ключевые слова: подсолнечник, сорт, гибрид, удобрение, урожайность, структура урожая, потребление азота, потребление фосфора, потребление калия, чернозём выщелоченный, растительные остатки.

В 2005–2007 гг. на чернозёме выщелоченном изучали влияние применения удобрений для инкрустации семян, при посеве, в некорневую подкормку и сочетания указанных приёмов на примере двух гибридов (Триумф, Юпитер) и двух сортов (Бузулук, Альбатрос) подсолнечника на число выполненных семян в корзинке, массу 1000 семян, накопление сухой надземной вегетативной массы растений и массы семян с единицы площади, урожайность, содержание элементов питания в семенах и в вегетативной массе и другие показатели. Выявлено, что вносимые удобрения, в сравнении с контролем, способствовали увеличению числа выполненных семян в корзинке на 68–180 штук, массы 1000 семян – на 1,3–3,0 г, накопления массы семян – на 13–55 г/м² и сухой массы вегетативных органов растений – на 32–81 г/м², урожайности семян – на 0,13–0,36 т/га, выноса семенами азота – на 2,6–15,7 кг/га, фосфора – на 1,1–3,6 кг/га, калия – на 5,7–4,5 кг/га, выноса семенами и вегетативной массой азота – на 4,2–20,7 кг/га, фосфора – на 1,4–5,4 кг/га и калия – на 5,7–28,2 кг/га. Установлена зависимость выхода растительных остатков у изучаемых гибридов и

сортот от урожайности семян. Рассчитано, что на образование одной тонны семян изучаемые гибриды и сорта расходуют 47,0–48,2 кг азота, 14,4–14,9 кг фосфора и 84,6–86,6 кг калия. С растительными остатками подсолнечника, после их заделки в почву и минерализации, в чернозёме выщелоченный возвращается 41,0–50,7 кг/га азота, 14,0–17,3 кг/га фосфора, 196,9–231,8 кг/га калия, за счёт которых возмещается вынос с семенами азота на 46,8–53,3 %, фосфора – на 53,8–61,5 и калия – на 58,9,2–66,8,8 %.

UDC 633.854.78:631.8

The impact of methods of fertilizer application on sunflower productivity and consumption of nutrient elements on leached chernozem.

N.M. Tishkov, doctor of agriculture
R.V. Pikhtyaryov, postgraduate student

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops
17 Filatova street, Krasnodar, 350038, Russia
Tel.: (861) 254-13-59
E-mail: agrohim@vniimk.ru

Key words: sunflower, variety, hybrid, fertilizer, productivity, yield structure, nitrogen consumption, phosphorus consumption, potassium consumption, leached chernozem, plant residues

In 2005–2007, we studied the impact of fertilizer application on leached chernozem for seed treatment, when sowing, using foliar spraying, as well as combinations of these methods using two hybrids (Triumph, Jupiter) and two varieties (Buzuluk, Albatros) of sunflower for the number of filled seeds in the head, thousand-seed weight, accumulation of dry overground vegetative plant mass and seed weight per area unit, nutrient content in seeds and vegetative mass, and other indicators. We established that, in comparison with control, applied fertilizers contributed to the increase in the number of filled seeds in the head by 68–180 pieces, thousand-seed weight – by 1.3–3.0 g, seed weight accumulation – by 13–55 g/m², dry mass of vegetative plant organs – by 32–81 g/m², seed yield – by 0.13–0.36 t/ha, seeds intake of nitrogen – by 2.6–15.7 kg/ha, seeds intake of phosphorus – by 1.1–3.6 kg/ha, seeds intake of potassium – by 5.7–4.5 kg/ha, intake of nitrogen by seeds and vegetative mass – by 4.2–20.7 kg/ha, intake of phosphorus by seeds and vegetative mass – by 1.4–5.4 kg/ha, and intake of potassium by seeds and vegetative mass – by 5.7–28.2 kg/ha. We established the dependence of the yield of plant residues in the studied hybrids and varieties on seed yield. We estimated that the studied hybrids and varieties consume 47.0–48.2 kg of nitrogen, 14.4–14.9 kg of phosphorus and 84.6–86.6 kg of potassium for the formation of one ton of seeds. After the mineralization and incorporation of sunflower

plant residues into the soil, 41.0-50.7 kg/ha of nitrogen, 14.0-17.3 kg/ha of phosphorus, 196.9-231.8 kg/ha of potassium are returned to the leached chernozem, due to which the intake of nitrogen by seeds is compensated by 46.08-53.3 %, of phosphorus – by 53.8-61.5 %, and of potassium – by 589.2-668.8 %.

Введение. Рост урожайности подсолнечника основывается на использовании высокопродуктивных гибридов, сортов и сортовой агротехнике возделывания, учитывающей их биологические особенности и почвенно-климатические условия. В технологии возделывания подсолнечника важное значение имеет правильное применение удобрений, эффективность которых определяется обеспеченностью почв доступными для растений формами элементов питания, сроками и способами их внесения.

Исследованиями, проведенными ВНИИ масличных культур и другими научными учреждениями, установлено, что лучшим удобрением подсолнечника является азотно-фосфорное, в отдельных случаях – одно фосфорное. Выбор дозы удобрения определяется содержанием в верхнем слое почвы (0–20 см) доступных растениям форм питательных элементов, в первую очередь подвижного фосфора. Экономически обоснованной дозой является $N_{40-60}P_{60}$ или P_{60} – при низкой обеспеченности, $N_{20-30}P_{30}$ при средней и повышенной, а при высокой обеспеченности почвы питательными элементами внесение удобрения малоэффективно и экономически нецелесообразно [1; 2; 3; 4; 5; 6]. Дозу удобрения $N_{20-30}P_{30}$ лучше вносить не под основную обработку почвы, а весной при посеве подсолнечника. Такой прием применения удобрения по агрономической эффективности не уступает основному удобрению $N_{40-60}P_{60}$, но позволяет растениям более полно использовать элементы питания из удобрений при всех системах основной обработки почвы [1; 2]. Некорневая подкормка вегетирующих растений не всегда обеспечивает стабильное повышение урожайности по годам, а ее эффективность во многом зависит от потребности растений в дополнительном внесении питательных

элементов, состава и сроков применения удобрений, а также от почвенных и погодных условий вегетационного периода выращиваемого гибрида или сорта.

Материалы и методы. Исследования выполнены в 2005–2007 гг. в научном севообороте на экспериментальной базе ВНИИ масличных культур (г. Краснодар). В качестве объектов исследований выбраны раннеспелые гибриды Триумф, Юпитер и сорт Бузулук, среднеранний сорт Альбатрос селекции ВНИИМК. Краткая характеристика их приводится по Каталогу ВНИИМК [7].

Триумф – простой межлинейный гибрид, продолжительность периода от всходов до созревания 79–82 суток, высота растения 185–195 см, урожайность до 3,9 т/га, содержание масла в семянках до 52 %.

Юпитер – простой межлинейный гибрид, продолжительность периода от всходов до созревания 77–80 суток, высота растения 175–185 см, урожайность до 3,9 т/га, содержание масла в семянках до 52 %.

Бузулук – продолжительность периода от всходов до созревания 80–85 суток, высота растения 170–180 см, урожайность до 3,3 т/га, содержание масла в семянках до 54 %.

Альбатрос – продолжительность периода от всходов до созревания 84–88 суток, высота растения 190–200 см, урожайность до 3,5 т/га, содержание масла в семянках до 53 %.

В опытах использовали:

- сложное комплексное азотно-фосфорное удобрение нитроаммофос марки 1 : 1 : 0, содержащее по 25,6 % азота и фосфора;

- Акварин 5 – водорастворимое комплексное минеральное удобрение, содержащее по 18 % азота, фосфора и калия, 2 % магния, 1,5 % серы, хелаты железа, марганца, цинка и меди, а также бор и молибден;

- МиБАС – микроэлементсодержащее биологически активное соединение, содержащее 32 % лигнина, от 2,5 до 3,9 г/л цинка, кобальта, меди и марганца;

- Эмистим С – регулятор роста растений, водноспиртовой экстракт продуктов

метаболизма симбионтного гриба *Acremonium lichenicola*, содержит фитогормоны, аминокислоты, микроэлементы;

- Силк – регулятор роста растений, представляющий собой смесь тритерпеновых кислот, выделенных из хвои пихты сибирской.

Нитроаммофос применяли в качестве припосевного удобрения, Акварин 5 – для некорневой подкормки (НП) в дозе 3,0 кг/га в фазе образования у растений 2–4 пар настоящих листьев. Для предпосевной обработки семян методом инкрустации (ИС) использовали смесь из МиБАС (4,0 л/т), силка (0,05 л/т) и Эмистима С (0,02 л/т) с разбавлением водой до объёма 10 л на тонну семян.

Опыт полевой, двухфакторный, учётная площадь делянки 28,0 м², повторность 4-кратная. Схема опыта приведена в таблицах. Посев проводили в первой декаде мая, урожай убирали с помощью комбайна «Неге». Урожайность приводили к стандартной влажности (10 %) и 100 %-ной чистоте семян. В семенах определяли содержание масла.

На специально выделенных площадках на каждой делянке в фазе полной спелости отбирали по 10 растений с учётом массы листьев, стеблей и корзинок. В корзинках определяли структуру урожая (диаметр корзинки и ее пустозёрной середины, число семян, в том числе выполненных, массу выполненных семян) по разработанной во ВНИИ масличных культур методике [8].

В семенах и в пропорциональной пробе сухих надземных вегетативных органов растения (листья, стебель, корзинка без семян) определяли содержание азота, фосфора и калия для расчёта потребления элементов питания, расхода их на образование единицы основной продукции и возмещение выноса азота, фосфора и калия с урожаем семян за счет возврата в почву надземных растительных остатков гибридов и сортов подсолнечника.

Почва опытных участков научного севооборота – чернозём выщелоченный

слабогумусный сверхмощный тяжелосуглинистый. В слое почвы 0–20 см весной в годы исследований содержалось 3,34–3,52 % гумуса, 16,5–19,0 мг/кг суммы нитратной и аммонийной форм азота, 22,4–26,5 мг/100 г подвижного фосфора; 27,4–31,2 мг/100 г обменного калия, 2,2–2,3 мг/кг подвижной серы.

Содержание в почве гумуса определяли по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова, нитратного азота – по методу Грандваль-Ляжу, аммонийного азота – с реактивом Несслера, подвижного фосфора – в вытяжке по методу Ф.В. Чирикова, обменного калия в вытяжке по методу А.Л. Масловой, содержание подвижной серы – по методу ЦИНАО [9].

Полученные в результате исследований экспериментальные данные оценивали методами дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализа [10].

Агротехника в опытах включала двукратное лущение стерни после уборки озимой пшеницы, зяблевую отвальную вспашку на глубину 20–22 см в октябре, предпосевную культивацию с внесением гербицида Гезагارد 50 на глубину 6–8 см и две культивации междурядий. При необходимости проводили ручные прополки.

Годы исследований различались по погодным условиям вегетационного периода изучаемых сортов и гибридов подсолнечника. Количество осадков, выпавших с октября предыдущего по апрель последующего года, превосходило средние многолетние показатели (379,0 мм) от 47,9 до 113,4 мм, или на 12,8–30,4 %. Поэтому влагообеспеченность чернозёма выщелоченного к дате посева подсолнечника в опытах была хорошей во все годы их проведения.

Погодные условия вегетационного периода (май – август) в 2005–2007 гг. сложились следующим образом.

В 2005 г. осадков меньше нормы выпало в июне и в августе при среднесуточных температурах воздуха 19,4–25,7 °С и относительной влажности воздуха от 64 до 53 %.

В 2006 г. за май – август 2006 г. осадков выпало 112,2 % нормы. При этом август отличался засушливой погодой с высокой среднесуточной температурой воздуха – 27,7 °С. Следует отметить обильные осадки в июле 2006 г., когда за 3 суток выпало 112,5 мм.

В 2007 г. вегетационный период подсолнечника характеризовался острым дефицитом осадков, которых за май – август выпало всего 39,8 % нормы. Среднесуточная температура воздуха превышала норму на 3,0–5,0 °С. В условиях 2007 г. урожайность гибридов и сортов в среднем составила всего 2,16 т/га против 3,25 т/га в 2005 г. и 3,56 т/га в 2006 г., или ниже в 1,5 и 1,6 раза соответственно.

Внесённые удобрения слабо влияли на диаметр корзинки. В среднем диаметр корзинки составил у Триумфа, Юпитера и Альбатроса 17,7–18,3 см и у Бузулука 19,6 см. Различались корзинки по размеру и по годам исследований. Так, средний диаметр корзинки в 2005 г. составил 20,2 см, в 2006 г. – 19,5 см и в 2007 г. – 15,6 см.

Число выполненных семян в корзинке от применения удобрений увеличивалось в сравнении с контролем на 38–180 шт. (4,5–11,8 %) в зависимости от способа их внесения (табл. 1). Число семян достоверно возрастало к контролю от применения некорневой подкормки растений (НП) и инкрустации семян (ИС) на 68–74 шт., $N_{30}P_{30}$ – на 115 шт., сочетание ИС + $N_{30}P_{30}$ – на 159 шт. и ИС + $N_{30}P_{30}$ + НП – на 180 шт. В среднем в корзинке у гибридов Триумф, Юпитер и сорта Бузулук образовалось 1598–1616 шт. выполненных семян, а у сорта Альбатрос их было меньше – 1458 шт.

Применение удобрений положительно влияло и на массу 1000 семян (табл. 1). Использование их для инкрустации семян и в некорневую подкормку растений способствовало увеличению массы 1000 семян на 1,3–1,4 г (2,3–2,4 %), при посеве в дозе $N_{30}P_{30}$ и сочетании этого приема с инкрустацией семян и с некорневой подкормкой – на 2,6–3,0 г (4,5–5,2 %). Самые

крупные семена сформировались у сорта Альбатрос, масса 1000 семян у которого составила в среднем 61,9 г и превышала показатель у Триумфа и Юпитера на 1,3 г, а у Бузулука – на 7,8 г.

Таблица 1

Влияние применения удобрения на число выполненных семян в корзинке и массу 1000 семян

ВНИИМК, среднее за 2005–2007 гг.

Способ применения удобрения (фактор А)	Гибрид, сорт (фактор В)	Среднее за 3 года число выполненных семян в корзинке (шт.) по			Средняя за 3 года масса 1000 семян (г) по		
		вариантам	фактору А	фактору В	вариантам	фактору А	фактору В
Контроль	Триумф	1562	1527	1616	58,0	57,4	60,6
	Юпитер	1578		1599	58,3		60,6
	Бузулук	1559		1598	53,3		54,1
	Альбатрос	1407		1458	60,0		61,9
Инкрустация семян (ИС)	Триумф	1612	1601		59,3	58,7	
	Юпитер	1590			61,0		
	Бузулук	1591			53,3		
	Альбатрос	1439			61,3		
Некорневая подкормка (НП)	Триумф	1614	1595		61,0	58,8	
	Юпитер	1590			60,0		
	Бузулук	1584			53,3		
	Альбатрос	1444			61,0		
$N_{30}P_{30}$	Триумф	1633	1642		61,0	60,0	
	Юпитер	1606			61,3		
	Бузулук	1623			55,0		
	Альбатрос	1470			62,7		
ИС + $N_{30}P_{30}$	Триумф	1561	1686		62,0	60,3	
	Юпитер	1617			61,3		
	Бузулук	1618			54,7		
	Альбатрос	1495			63,3		
ИС + $N_{30}P_{30}$ + НП	Триумф	1659	1707		62,0	60,4	
	Юпитер	1612			61,7		
	Бузулук	1615			54,7		
	Альбатрос	1494			63,3		
НСР ₀₅	вариантов	91			2,3		
	фактора А		46			1,2	
	фактора В			37			0,9

В результате анализа растений с пробных площадок установлены показатели накопления сухой массы надземных органов растений (стебли, листья, корзинки без семян) и массы семян (табл. 2). Применение удобрения положительно влияло как на накопление сухой вегетативной биомассы (на 5,3–13,4 %), так и на массу семян (на 6,5–15,8 %) в сравнении с контролем.

По полученным данным рассчитаны уборочный индекс и коэффициент выхода растительных остатков (Кр) от урожая семян. Выявлено, что внесение удобрения не оказывало заметного влияния на величину уборочного индекса, составившего 0,31–0,33, но способствовало уменьше-

нию коэффициента выхода растительных остатков с 2,30 в контроле до 2,22–2,17. У сорта Альбатрос установлен наименьший уборочный индекс (0,29) и самый высокий коэффициент выхода растительных остатков (2,49) среди изучаемых гибридов и сортов.

Таблица 2

Влияние применения удобрения на накопление сухой массы вегетативных органов растений и семян

ВНИИМК, среднее за 2005–2007 гг.

Способ применения удобрения (фактор А)	Гибрид, сорт (фактор В)	Средняя за 3 года сухая масса вегетативных органов растений (г/м ²) по			Средняя за 3 года масса семян (г/м ²) по			
		вариантам	фактору А	фактору В	вариантам	фактору А	фактору В	
Контроль	Триумф	635	603	677	292	273	320	
	Юпитер	615		666	306		328	
	Бузулук	583		613	255		284	
	Альбатрос	578		653	238		268	
Инкрустация семян (ИС)	Триумф	674	644		314	289		
	Юпитер	659			319			
	Бузулук	600			271			
	Альбатрос	642			253			
Некорневая подкормка (НП)	Триумф	668	635		311	286		
	Юпитер	642			316			
	Бузулук	589			269			
	Альбатрос	642			249			
N ₃₀ P ₃₀	Триумф	690	666	334	309			
	Юпитер	682		335				
	Бузулук	614		297				
	Альбатрос	677		271				
ИС+N ₃₀ P ₃₀	Триумф	693	681	332	315			
	Юпитер	697		340				
	Бузулук	644		300				
	Альбатрос	691		286				
ИС+N ₃₀ P ₃₀ +НП	Триумф	701	684	338	328			
	Юпитер	699		354				
	Бузулук	647		310				
	Альбатрос	687		309				
НСП ₀₅	вариантов	34			36			
	фактора А		17		18			
	фактора В			14			15	

Установлена положительная зависимость выхода растительных остатков у гибридов и сортов от их урожайности (рисунок).

Урожайность, в среднем, достоверно возрастала к контролю от применения удобрения в некорневую подкормку и для инкрустации семян на 0,13–0,16 т/га (4,7–5,8 %), при посеве N₃₀P₃₀ – на 0,27 т/га (9,7 %) и от его сочетания с инкрустацией семян и некорневой подкормкой растений – на 0,35–0,36 т/га, или на 12,6–12,9 % (табл. 3).

Рисунок – Зависимость выхода растительных остатков у гибридов и сортов подсолнечника от урожайности семян, т/га (среднее за 2005–2007 гг.)

Таблица 3

Урожайность гибридов и сортов подсолнечника в зависимости от способа применения удобрения

Способ применения удобрения (фактор А)	Гибрид, сорт (фактор В)	Урожайность (т/га) по годам			Средняя за 3 года урожайность (т/га) по		
		2005	2006	2007	вариантам	фактору А	фактору В
Контроль	Триумф	3,01	3,48	2,10	2,86	2,78	3,07
	Юпитер	3,08	3,22	2,17	2,82		3,06
	Бузулук	2,86	3,45	1,77	2,69		2,87
	Альбатрос	2,93	3,39	1,93	2,75		2,96
Инкрустация семян (ИС)	Триумф	3,22	3,77	2,20	3,06	2,94	
	Юпитер	3,30	3,49	2,28	3,02		
	Бузулук	3,01	3,46	1,98	2,82		
	Альбатрос	3,12	3,35	2,12	2,86		
Некорневая подкормка (НП)	Триумф	3,22	3,62	2,19	3,01	2,91	
	Юпитер	3,24	3,35	2,26	2,95		
	Бузулук	3,06	3,40	1,84	2,77		
	Альбатрос	3,06	3,56	2,06	2,89		
N ₃₀ P ₃₀	Триумф	3,37	3,86	2,28	3,17	3,05	
	Юпитер	3,40	3,62	2,35	3,12		
	Бузулук	3,19	3,45	2,00	2,88		
	Альбатрос	3,35	3,58	2,14	3,02		
ИС+N ₃₀ P ₃₀	Триумф	3,46	3,65	2,32	3,14	3,13	
	Юпитер	3,57	3,62	2,41	3,20		
	Бузулук	3,34	3,60	2,12	3,02		
	Альбатрос	3,41	3,83	2,17	3,14		
ИС + N ₃₀ P ₃₀ +НП	Триумф	3,51	3,71	2,33	3,18	3,14	
	Юпитер	3,56	3,76	2,43	3,25		
	Бузулук	3,29	3,61	2,20	3,03		
	Альбатрос	3,44	3,65	2,20	3,10		
НСП ₀₅	вариантов	0,29	0,19	0,10	0,16		
	фактора А	0,15	0,10	0,05		0,08	
	фактора В	0,12	0,08	0,04			0,07

Внесенные удобрения не оказывали значительного влияния на содержание азота, фосфора и калия в семянках и в сухой надземной вегетативной биомассе. Отмечено увеличение содержания азота в семянках относительно контроля на 0,11–

0,15 % при использовании припосевного удобрения $N_{30}P_{30}$ и его сочетаний с инкрустацией семян и некорневой подкормкой. В среднем в сеянках гибридов и сортов содержалось 3,14–3,24 % азота, 0,91–0,93 % фосфора и 1,14–1,17 % калия, в средней пробе вегетативной биомассы – 0,71–0,73 %, 0,24–0,25 и 3,26–3,41 % соответственно элементу питания.

Вынос питательных элементов зависел, главным образом, от величины урожая семян и вегетативной биомассы у гибридов и сортов подсолнечника.

Внесённые удобрения способствовали увеличению выноса элементов питания и всей надземной биомассой растений подсолнечника (табл. 4).

Таблица 4

Вынос азота, фосфора и калия семенами и вегетативными органами растений подсолнечника в зависимости от способа применения удобрений

ВНИИМК, среднее за 2005–2007 гг.

Способ применения удобрения (фактор А)	Гибрид, сорт (фактор В)	Вынос, кг/га		
		азота	фосфора	калия
Контроль	Триумф	133,3	40,7	243,7
	Юпитер	135,0	40,4	237,8
	Бузулук	123,5	39,2	228,1
	Альбатрос	130,0	41,5	236,8
Инкрустация семян (ИС)	Триумф	142,1	43,7	256,7
	Юпитер	146,9	42,6	255,7
	Бузулук	131,9	41,1	235,6
	Альбатрос	138,6	42,7	250,9
Некорневая подкормка (НП)	Триумф	138,7	43,1	251,4
	Юпитер	136,1	42,2	243,8
	Бузулук	127,9	39,9	229,8
	Альбатрос	136,1	42,4	244,2
$N_{30}P_{30}$	Триумф	155,1	46,6	267,8
	Юпитер	153,0	45,5	263,4
	Бузулук	132,1	42,4	240,0
	Альбатрос	144,0	45,3	258,9
ИС + $N_{30}P_{30}$	Триумф	153,8	45,2	266,0
	Юпитер	154,0	46,4	267,2
	Бузулук	141,6	45,3	251,2
	Альбатрос	149,6	46,8	264,0
ИС + $N_{30}P_{30}$ + НП	Триумф	155,1	45,5	270,8
	Юпитер	156,6	46,8	269,5
	Бузулук	145,3	45,0	255,0
	Альбатрос	148,8	45,8	263,7
НСР ₀₅	вариантов	10,6	3,0	13,0
	фактора А	5,3	1,5	6,5
	фактора В	4,3	1,2	5,3

Так, относительно контроля вынос азота возрастал на 4,2–20,7 кг/га, фосфора – на 1,4–5,4 кг/га, калия – на 5,7–28,2 кг/га.

Наиболее высокие и достоверные показатели превышения выноса элементов питания в сравнении с контролем выявлены при применении $N_{30}P_{30}$ при посеве и от его сочетания с инкрустацией семян и некорневой подкормкой растений: азота – на 15,6–20,7 кг/га (12,0–15,9 %), фосфора – на 4,5–5,3 кг/га (11,1–13,1 %), калия – на 20,9–28,2 кг/га (8,8–11,9 %). Наименьший вынос питательных элементов надземной биомассой растений получен у сорта Бузулук: азота – 133,7 кг/га, фосфора – 42,2 и калия – 240,0 кг/га. Это меньше в сравнении с другими гибридами и сортом на 7,5–13,1; 1,8–1,9 и 13,1–19,4 кг/га соответственно элементу питания.

Выявлено, что на образование 1 т семян гибриды и сорта расходуют 46,2–49,3 кг азота, 14,1–15,0 кг фосфора и 83,5–88,4 кг калия при среднем соотношении в расходе $N : P : K = 3,3 : 1,0 : 5,9$.

Поддержанию плодородия почвы, как способности её удовлетворять потребность растений в элементах питания, влаге и воздухе, а также обеспечивать условия для их нормальной жизнедеятельности, способствует внесение и заделка в почву растительных остатков, которые обогащают почву гумусовыми веществами и пополняют её элементами минерального питания [11; 12].

С неотчуждаемыми с поля послеуборочными растительными остатками подсолнечника (стебли, листья, корзинки без семян) после их минерализации в чернозем выщелоченный может возвратиться 41,0–50,7 кг/га азота; 14,0–17,3 кг/га фосфора и 196,9–231,8 кг/га калия.

По сравнению с контролем от удобрений возрастает поступление в почву: азота на 1,6–5,0 кг/га, фосфора – на 0,3–1,8 кг/га, калия – на 4,2–23,4 кг/га. Наибольшее количество элементов питания с растительными остатками подсолнечника может поступать в почву при внесении $N_{30}P_{30}$, ИС + $N_{30}P_{30}$ и ИС + $N_{30}P_{30}$ + НП: азота – 47,8–49,0 кг/га, фосфора – 16,1–16,7 кг/га и калия – 222,2–228,3 кг/га.

Проведенные расчёты показали, что поступление питательных элементов в почву с растительными остатками подсолнечника может возместить вынос с семенами азота на 46,8–53,3 %, фосфора – на 53,8–61,5 %, а калия – на 589,2–668,8 %.

При использовании удобрений возмещение выноса питательных элементов, в сравнении с контролем, снижалось: азота с 50,8 до 47,8–49,8 %, фосфора – с 58,1 до 55,6–57,3 % и калия – с 641,1 до 618,9–630,9 %.

Таким образом, за счёт минерализации в почве 6,0–6,8 т/га растительных остатков гибридов Триумф, Юпитер, сортов Бузулук, Альбатрос возмещение выноса с семенами в среднем составило: азота – 49,5 %, фосфора – 57,3 % и калия – 628,5 %.

Заключение. В результате исследований в 2005–2007 гг. установлено следующее:

1. Применение удобрений способствует увеличению в сравнении с контролем числа выполненных семян в корзинке на 68–180 штук, массы 1000 семян – на 1,3–3,0 г в зависимости от способа их внесения.

2. От применения удобрений у гибридов и сортов подсолнечника увеличивалось накопление массы семян и воздушно-сухой надземной массы вегетативных органов растений соответственно на 13–55 и 32–81 г/м², что соответствует 0,13–0,55 и 0,32–0,81 т/га. Наиболее сильное влияние оказывало внесение N₃₀P₃₀ в сочетании с инкрустацией семян и некорневой подкормкой растений.

3. Внесение удобрений не оказывало заметного влияния на величину уборочного индекса, составившего 0,31–0,32, но способствовало уменьшению коэффициента выхода растительных остатков с 2,30 в контроле до 2,22–2,17 при использовании N₃₀P₃₀, ИС + N₃₀P₃₀ и ИС + N₃₀P₃₀ + НП.

4. Установлена зависимость выхода растительных остатков (у, т/га) у изучаемых гибридов и сортов от урожайности семян (х, т/га):

- для Триумфа $y = 1,05x + 3,41$ ($r = 0,796$);

- для Юпитера $y = 1,21x + 2,68$ ($r = 0,966$);

- для Бузулука $y = 1,38x + 2,21$ ($r = 0,891$);

- для Альбатроса $y = 1,90x + 1,44$ ($r = 0,901$).

5. Урожайность гибридов и сортов увеличивалась в сравнении с контролем от применения некорневой подкормки и инкрустации семян на 0,13–0,16 т/га, N₃₀P₃₀ при посеве – на 0,27 т/га и от сочетания N₃₀P₃₀ с инкрустацией семян и некорневой подкормкой растений – на 0,35–0,36 т/га.

6. Внесённые удобрения не оказывали значительного влияния на содержание общего азота, фосфора и калия как в семянках, так и в сухой массе вегетативных органов растений. В среднем в семянках содержалось 3,14–3,24 % азота, 0,91–0,93 % фосфора, 0,14–0,17 % калия, а в средней пробе вегетативных органов растения 0,71–0,73, 0,4–0,25 и 3,26–3,41 % соответственно элементу питания.

7. При использовании удобрений относительно контроля увеличивался вынос с семенами: азота – на 2,6–15,7 кг/га, фосфора – на 1,1–3,6 кг/га, калия – на 1,2–4,5 кг/га. Наибольший вынос выявлен при внесении N₃₀P₃₀, ИС + N₃₀P₃₀ и ИС + N₃₀P₃₀ + НП: азота – 98,3–102,6 кг/га, фосфора – 28,9–29,2 кг/га и калия – 35,3–36,5 кг/га.

8. Внесённые удобрения способствовали увеличению выноса питательных элементов семенами и вегетативной массой растений, по сравнению с контролем: азота – на 4,2–20,7 кг/га, фосфора – на 1,4–5,4 кг/га, калия – на 5,7–28,2 кг/га. Самый высокий вынос элементов получен от использования N₃₀P₃₀, ИС + N₃₀P₃₀ и ИС + N₃₀P₃₀ + НП: азота – 146,1–151,2 кг/га, фосфора – 45,0–45,9 кг/га, калия – 257,5–264,8 кг/га.

9. На образование одной тонны семян гибриды и сорта подсолнечника расходовали 46,2–49,3 кг азота, 14,1–15,0 кг фосфора, 83,5–88,4 кг калия, в среднем соответственно 47,8, 14,6 и 85,5 кг при соотношении N : P : K = 3,3 : 1,0 : 5,9.

10. С неотчуждаемыми с поля растительными остатками гибридов и сортов подсолнечника (стебли, листья, корзинки без семян) после их минерализации в

почву может поступить 41,0–50,7 кг/га азота, 14,0–17,3 кг/га фосфора и 196,9–233,3 кг/га калия.

Только за счёт минерализации растительных остатков подсолнечника возмещение выноса семенами достигает: азота – от 46,8 до 53,3 %, фосфора – от 53,8 до 61,5 %, а поступление калия превышает его вынос семенами в 5,9–6,7 раза.

Список литературы

1. Лукашев А.И., Суетов В.П., Тишков Н.М., Прядко Н.Н. Повышение эффективности применения минеральных удобрений под подсолнечник // Селекция, семеноводство и технология возделывания технических культур: научные труды ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1980. – С. 202–207.
2. Лукашев А.И. Результаты исследований по применению удобрений под подсолнечник // Агротехника и химизация масличных культур: сб. науч. работ / Под ред. А.И. Лукашева. – Краснодар, 1983. – С. 34–41.
3. Лукашев А.И., Енкина О.В., Тишков Н.М. Удобрение подсолнечника // Биология, селекция и возделывание подсолнечника / Под общ. ред. акад. В.М. Пенчукова. – М.: Агропромиздат, 1992. – С. 172–180.
4. Агафонов Е.В., Агафонова Л.Н., Мажуга Г.В. Удобрение подсолнечника на мицеллярно карбонатном черноземе Ростовской области // Агрохимия. – 1998. – № 7. – С. 56–63.
5. Агафонов Е.В., Горбаченко Ф.И., Батаков Д.А. Удобрение семенных посевов гибридного подсолнечника на темно-каштановой почве // Агрохимия. – 2003. – № 3. – С. 35–41.
6. Тишков Н.М. Исследования по агрохимии масличных культур // Науч.-тех. бюл. ВНИИМК: материалы междунар. конф., посвящённой 90-летию ВНИИМК. – Краснодар, 2003. – С. 81–102.
7. Каталог сортов и гибридов масличных культур, технологий возделывания и средств механизации. – Краснодар, 2008.
8. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / Под общ. ред. В.М. Лукомца. – Краснодар, 2007. – 112 с.
9. Практикум по агрохимии / Под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 304 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 248–307.
11. Лыков А.М. Воспроизводство органического вещества в почве при интенсивном земледелии // Химизация сельского хозяйства. – 1989. – № 10. – С. 27–31.
12. Шапошникова И.М. Плодородие чернозёмов юга России. – Ростов-на-Дону, 2004. – С. 140–153.

References

1. Lukashev A.I., Suyetov V.P., Tishkov N.M., Pryadko N.N. Povysheniye effektivnosti primeneniya mineral'nykh udobreniy pod podsolnechnik // Seleksiya, semenovodstvo i tekhnologiya vozdelvaniya tekhnicheskikh kul'tur: nauchnyye trudy VASKHNIL. – M.: Kolos, 1980. – S. 202–207.
2. Lukashev A.I. Rezul'taty issledovaniy po primeneniyu udobreniy pod podsolnechnik // Agrotekhnika i khimizatsiya maslichnykh kul'tur: sb. nauch. rabot / Pod red. A.I. Lukasheva. – Krasnodar, 1983. – S. 34–41.
3. Lukashev A.I., Enkina O.V., Tishkov N.M. Udobreniye podsolnechnika // Biologiya, seleksiya i vozdelvaniye podsolnechnika / Pod obshch. red. akad. V.M. Penchukova. – M.: Agropromizdat, 1992. – S. 172–180.
4. Agafonov E.V., Agafonova L.N., Mazhuga G.V. Udobreniye podsolnechnika na mitsellyarno karbonatnom chernozeme Rostovskoy oblasti // Agrokhiimiya. – 1998. – № 7. – S. 56–63.
5. Agafonov E.V., Gorbachenko F.I., Batakov D.A. Udobreniye semennykh posevov gibridnogo podsolnechnika na temno-kashtanovoy pochve // Agrokhiimiya. – 2003. – № 3. – S. 35–41.
6. Tishkov N.M. Issledovaniya po agrokhiimii maslichnykh kul'tur // Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK: materialy mezhdunar. konf., posvyashchennoy 90-letiyu VNIIMK. – Krasnodar, 2003. – S. 81–102.
7. Katalog sortov i gibridov maslichnykh kul'tur, tekhnologiy vozdelvaniya i sredstv mekhanizatsii. – Krasnodar, 2008.
8. Metodika provedeniya polevykh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami / Pod obshch. red. V.M. Lukomtsa. – Krasnodar, 2007. – 112 s.
9. Praktikum po agrokhiimii / Pod red. V.G. Mineyeva. – M.: Izd-vo MGU, 1989. – 304 s.
10. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta – M.: Agropromizdat, 1985. – S. 248–307.
11. Lykov A.M. Vosproizvodstvo organicheskogo veshchestva v pochve pri intensivnom zemledelii // Khimizatsiya sel'skogo khozyaystva. – 1989. – № 10. – S. 27–31.
12. Shaposhnikova I.M. Plodorodiye chernozemov yuga Rossii. – Rostov-na-Donu, 2004. – S. 140–153.

Получено: 12.10.2018 Принято: 30.04.2019
Received: 12.10.2018 Accepted: 30.04.2019