

СВОЙСТВА КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ АММОНИЗИРОВАННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

Аннотация. Комплексные NP и NPK удобрения на основе аммиачной селитры представляют собой многокомпонентные солевые системы, склонные к высокой гигроскопичности, слеживанию и взрывному термическому разложению. Суспензии, которые используются при производстве этих удобрений, также могут обладать недостаточной термической стабильностью. Одним из наиболее важных вопросов для таких суспензий является их вязкость, которая определяет энергетические затраты на транспортировку и переработку в конечный продукт. Повышение степени аммонизации фосфорной кислоты способствует снижению содержания нитрата аммония в продукте, но главный вопрос остается относительно свойств таких удобрений. Данная статья посвящена изучению свойств комплексных удобрений на основе аммиачной селитры NP и NPK и их промежуточные звенья при увеличении степени аммонии фосфорной кислоты.

Ключевые слова. Удобрения на основе нитрата аммония, Гигроскопичность, Слеживание, Микрокалориметр, Термическое разложение, Вязкость суспензии.

Annotation. Complex ammonium nitrate-based NP and NPK fertilizers are multicomponent salt systems prone to high hygroscopicity, caking and explosive thermal decomposition. The slurries that used in the production of these fertilizers can also exhibit insufficient thermal stability. One of the most important issues for such slurries is their viscosity, which determines the energy costs for transportation and processing into the final product. Increasing the degree of phosphoric acid ammoniation helps to reduce the ammonium nitrate's content in the product, but the main question remains about the properties of such fertilizers. This article is devoted to studying properties of complex NP and NPK ammonium nitrate-based fertilizers and their intermediates with increasing the degree of phosphoric acid ammoniation.

Keywords. Ammonium nitrate-based fertilizer, Hygroscopicity, Caking, Microcalorimetry, Thermal decomposition, Slurry viscosity.

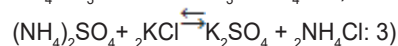
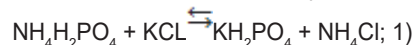
Annotatsiya. Ammiakli nitratlar asosidagi NP va NPK kompleks o'g'itlari ko'p komponentli tuzli birikmalar, yuqori gigroskopiya, yopishqoqlik va portlovchi termik parchalanishga moyildir. Ushbu o'g'itlarni ishlab chiqarishda qo'llaniladigan suspenziyalar o'zida termik barqarorlikni mujassam etmasligi mumkin. Bunday suspenziyalar uchun eng asosiy muammolaridan biri bu mahsulotni tashish, qayta ishlashda sarflanadigan energiya xarajatlari orqali aniqlab olinadigan qovushqoqligi. Fosfor kislotasini ammoniylashtirish darajasini oshirish mahsulotdagi ammoniy nitrat tarkibini kamaytirishga yordam beradi, ammo asosiy muammo bunday o'g'itlarning xususiyatlariga nisbatan qolaveradi. Ushbu maqola ammiakli selitra asosidagi yuqori samara beradigan NP va NPK murakkab o'g'itlarni xususiyatlarini hamda ularning fosfor kislotasini ammoniylashtirish darajasini oshishi grafigi oraliqlarini o'rhanishga bag'ishlangan.

Kalit so'zlar. Ammiakli selitra asosidagi o'gitlar, Gigroskopiklik, Yopishqoqlik, Mikrokalorimetr, Termik parchalanish,

Введение. Аммиачная селитра (АН) - одно из наиболее распространенных коммерчески доступных азотных удобрений, содержание азота в котором составляет до 35% по массе. Основное агрохимическое преимущество АН по сравнению с другими простыми азотными удобрениями состоит в том, что азот присутствует как в аммиачной, так и в нитратной форме. При этом высокое содержание этого компонента позволяет смешивать его с другими видами удобрений и получать комплексные удобрения с высоким содержанием основных элементов питания - азота, фосфора и калия. Основными недостатками таких удобрений являются их высокая гигроскопичность [1] и повышенные требования по взрывобезопасности [2]. Все вышеперечисленные факторы, и в особенности последний, являются основными недостатками, ограничивающими производство сложных удобрений на основе АН.

Случаи взрыва АН и сложных удобрений на его основе хорошо известны: в 1947 году на складе в заливе в Техас-Сити (США), в 2001 году на складе в Тулузе (Франция), в 2013 году на складе в Уэст (США). Самый большой взрыв технологических установок был зафиксирован в 1952 г. в Нагое (Япония), в 1978 г. - в Чирчике (Узбекистан), в 1981 г. - в

Череповце (Россия), в 1994 г. - в Порт-Нил (США), в 2009 г. - в Кирово-Чепецке. (Россия). Фосфаты аммония $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ и $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, сульфат аммония и хлорид калия также используются при производстве сложных NPK-удобрений на основе АН. При этом происходят следующие реакции:



KH_2PO_4 , KNO_3 и K_2SO_4 в сочетании с непрореагировавшими $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NH_4NO_3 и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (соответственно) образуют твердые растворы - соединения изоморфно-замещенного типа.

Состав твердых растворов определяется степенью конверсии реакций (1-3). $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ не реагирует с KCl. Кроме того, АН может образовывать различные двойные соли: $\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 2\text{KNO}_3$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{NH}_4\text{NO}_3$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 3\text{NH}_4\text{NO}_3$. Образование $\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 2\text{KNO}_3$ зависит от степени превращения реакции (2) [2]. Двойные соли $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{NH}_4\text{NO}_3$ и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 3\text{NH}_4\text{NO}_3$ в присутствии KCl могут разлагаться с образованием твердых растворов [3].

Присутствие всех вышеупомянутых соединений может по-разному влиять на разложение сложных удобрений на основе АН и их склонность к детонации. Присутствие $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ снижает скорость разложения АН [4], а хлорид-анионы Cl^- , наоборот, действуют как катализаторы разложения АН [5].

Несмотря на это, растущие потребности агрохимического сектора приводят к необходимости разработки новых марок удобрений, производство которых возможно только при использовании концентрированных азотных удобрений, особенно нитрата аммония и мочевины. Однако при использовании мочевины возникают значительные трудности, заключающиеся в высокой гигроскопичности, снижении доли амидного азота в продукте из-за разложения мочевины при относительно низких температурах во время гранулирования и сушки и сложности технологического процесса из-за сильного засорения оборудования [6, 7].

Одним из способов повышения качества сложных удобрений на основе АН и снижения взрывоопасности является повышение степени аммония фосфорной кислоты мокрого производства, что снижает долю АН в продукте. Таким образом можно улучшить свойства конечного продукта (снизить гигроскопичность), повысить его термическую стабильность, уменьшить количество различных соединений в выхлопных газах (азотистые газы, соединения хлора и фтора) при термическом разложении, повысить взрывобезопасность, а также снизить вязкость суспензий фосфатно-нитратного аммония, получаемых при производстве удобрений, что может снизить затраты энергии на их транспортировку. Однако информация о влиянии степени аммония фосфорной кислоты на указанные выше свойства комплексных удобрений на основе АН и их промежуточных продуктов в литературе отсутствует.

Таким образом, целью данной работы является изучение свойств комплексных удобрений на основе АН и полупродуктов при их производстве в зависимости от степени аммонизированной фосфорной кислоты.

Экспериментальная часть

Подготовка образцов

Для производства комплексных удобрений использовали концентрированный полуогидрат фосфорной кислоты, азотную кислоту, сульфат аммония и хлорид калия (минеральный концентрат «Сильвин»). Фосфорная кислота мокрым способом была получена из апатитового концентрата Хибинского состава: P_2O_5 —51,72, CaO —0,67, MgO —0,23, F —1,33, SO_3 —4,53, Fe_2O_3 —0,55, Al_2O_3 —0,90, SiO_2 —0,43% по массе при воздействии серной кислоты.

Фосфорную и азотную кислоты смешивали в определенном соотношении и подвергали аммонизацию в реакторе, оборудованном мешалкой, обратным холодильником и водяной рубашкой, что позволяло проводить аммонификацию в почти изотермических условиях при $70 \pm 2^\circ\text{C}$.

Рентгеноструктурный анализ

Рентгеноструктурный анализ исследованных образцов проводился при использовании порошкового дифрактометра «STADI-MP» (STOE, Германия) с изогнутым монохроматором Ge (111) и излучением $\text{CuK}\alpha$ ($\lambda = 1,54056 \text{ \AA}$). Сбор данных производился в режиме ступенчатого перекрытия области сканирования с помощью позиционно-чувствительного линейного детектора, угол захвата которого составил 5° за 2θ угол Брэгга часа при ширине канала 0,02. Достоверность и

точность соединений на полученных рентгенограммах установлена с помощью базы данных Международного центра дифракционных данных 2013 г.

Микрокалориметрия

Микрокалориметрические исследования кинетики термического разложения проводились путем измерения скорости тепловыделения в исследуемых образцах на дифференциальном автоматическом калориметре ДАК-1-2 [10]. Испытания проводились в запаянных стеклянных ампулах с внутренним объемом около 2 см³, масса каждого образца исследуемой смеси составляла 1 г. Свободный внутренний объем после помещения каждого образца и запечатывания ампулы находился в пределах 0,7–1,2 см³ на 1 г исследуемой смеси. Эти ампулы полностью помещались в калориметр и не имели холодных поверхностей, а продукты реакции не могли покидать границы реакционного пространства.

Результаты и обсуждение

Состав образцов удобрений и рентгеноструктурный анализ.

В таблице №1 приведены результаты анализов образцов удобрений.

На рентгенограммах образцов марок 16:16:16 и 22:11:11 видно наличие твердых растворов $(\text{NH}_4, \text{K})\text{NO}_3$, $(\text{NH}_4, \text{K})\text{H}_2\text{PO}_4$ и $(\text{NH}_4, \text{K})_2\text{SO}_4$, а также NH_4Cl и KCl . Для образцов №3 и №5 установлено присутствие $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$.

Таблица №1

Состав образцов удобрений (% масс.)

№ образца	Оценка	N_{amm}	N_{nit}	P_2O_5	S	K_2O	M	H_2O
1	26:13:0	18.5	7.8	13.8	8.4	-	1.68	0.55
2		15.8	10.1	13.3	4.2	-	1.06	0.42
3	22:11:11	14.9	7.6	11.4	5.6	11.4	1.71	0.59
4		13.6	10.8	11.7	4.0	11.4	1.04	0.55
5	16:16:16	13.8	2.2	15.9	8.2	16.5	1.65	0.52
6		12.3	4.0	16.5	4.0	16.4	1.07	0.48
7	20:10:10	16.0	3.9	9.9	11.0	10.3	1.70	0.53
8		14.9	5.2	10.5	10.1	10.5	1.03	0.52
9	19:9:19	12.6	6.6	9.3	8.0	20.0	1.67	0.44
10		11.6	8.2	9.3	2.8	20.3	1.03	0.51
11	27:6:6	16.4	10.9	6.4	2.6	6.5	1.66	0.49
12		15.8	11.9	6.3	2.6	6.4	1.06	0.50

На рентгенограммах образца №1 марки 26:13:0 видно присутствие $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $2\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и $3\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, а для образца №2 - присутствие NH_4NO_3 , $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $2\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и $3\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Сравнение рентгенограмм для образцов №1 и №2 степени 26:13:0 показывает, что в составе образца №2 есть несвязанный АН, который не может полностью преобразоваться в $2\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и $3\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ из-за высокого содержания АН и низкое содержание $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ в составе удобрения. Это может привести к значительному ухудшению свойств образца 2 по сравнению с образцом 1.

Все эти соединения характерны для комплексных удобрений на основе АН, что отмечено в [1, 2, 3].

Разложение $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, по-видимому, должно происходить при более высоких температурах из-за протекания реакции (6). В случае образца 3 этот процесс происходит при интенсивном экзотермическом разложении продукта.

Следует также отметить, что разложение образцов №1 и №2 происходит эндотермически, в отличие от образцов №3 и №4, разложение которых происходит с выделением большого количества тепла. Это связано с отсутствием в составе образцов 1 и 2 соединений хлора, способных ускорять

экзотермическое разложение АН и сложных удобрений на его основе [5, 9].

Гигроскопичность и статическая прочность

В таблице №2 представлены результаты исследования гигроскопичности и статической прочности полученных образцов удобрений.

Гигроскопичность и статическая прочность образцов гранулированных удобрений

№ образца	Оценка	K, ммоль г-1 ч-	$\sigma \times 10^{-2}$, кПа	P, МПа
1	26:13:0	3.21 ± 0.13	3.00 ± 0.13	2.44 ± 0.14
2		5.30 ± 0.20	4.47 ± 0.18	3.70 ± 0.20
3	22:11:11	4.04 ± 0.19	3.54 ± 0.19	3.16 ± 0.19
4		5.00 ± 0.20	4.10 ± 0.30	4.40 ± 0.30
5	16:16:16	3.04 ± 0.12	1.76 ± 0.16	5.00 ± 0.30
6		3.51 ± 0.17	3.10 ± 0.30	5.10 ± 0.30
7	20:10:10	3.74 ± 0.17	2.97 ± 0.15	2.39 ± 0.15
8		4.06 ± 0.15	3.90 ± 0.20	3.80 ± 0.20
9	19:9:19	3.22 ± 0.15	2.59 ± 0.10	3.28 ± 0.19
10		3.96 ± 0.11	3.36 ± 0.16	4.40 ± 0.20
11	27:6:6	5.00 ± 0.10	3.90 ± 0.30	3.90 ± 0.20
12		5.16 ± 0.12	4.40 ± 0.30	4.90 ± 0.30

Представленные данные показывают, что для одного и того же сорта удобрения увеличение M снижает гигроскопичность; однако статическая прочность гранул также снижается. Снижение гигроскопичности может быть связано с уменьшением содержания АН, который обладает высокой гигроскопичностью. Уменьшение слеживания также может быть связано с уменьшением содержания хлорида аммония с увеличением M , что видно по интенсивности пиков NH_4Cl на представленных рентгенограммах [1]. Снижение статической прочности гранул может быть результатом снижения прочности фазовых контактов между гранулами с увеличением M в процессе гранулирования.

W	M = 1.05	M = 1.45
5	$\eta = 10^{-13.6 \pm 0.6} \exp\left(\frac{(14.7 \pm 0.6) \times 10^3}{T}\right)$	$\eta = 10^{-8.5 \pm 0.4} \exp\left(\frac{(9.0 \pm 0.4) \times 10^3}{T}\right)$
10	$\eta = 10^{-11.7 \pm 0.6} \exp\left(\frac{(11.9 \pm 0.6) \times 10^3}{T}\right)$	$\eta = 10^{-5.1 \pm 0.2} \exp\left(\frac{(5.7 \pm 0.3) \times 10^3}{T}\right)$
15	$\eta = 10^{-10.6 \pm 0.5} \exp\left(\frac{(10.5 \pm 0.4) \times 10^3}{T}\right)$	$\eta = 10^{-3.03 \pm 0.13} \exp\left(\frac{(3.7 \pm 0.1) \times 10^3}{T}\right)$
20	$\eta = 10^{-9.8 \pm 0.3} \exp\left(\frac{(9.6 \pm 0.3) \times 10^3}{T}\right)$	$\eta = 10^{-1.59 \pm 0.02} \exp\left(\frac{(2.4 \pm 0.1) \times 10^3}{T}\right)$
25	$\eta = 10^{-9.2 \pm 0.3} \exp\left(\frac{(9.0 \pm 0.3) \times 10^3}{T}\right)$	$\eta = 10^{-0.47 \pm 0.01} \exp\left(\frac{(1.30 \pm 0.05) \times 10^3}{T}\right)$

Также следует отметить, что наибольший прирост нагревания наблюдался для марки 16:16:16 ($r_6/r_5 = 1,76$), тогда как для остальных марок это соотношение значительно ниже. Это возможно благодаря высокому соотношению содержания NH_4Cl в двух образцах марки 16:16:16 и почти двукратному увеличению содержания АН в образце 6 при одновременном снижении M . Ближайшее значение к этому - $r_2/r_1 = 1,49$ для класса 26:13:0. Высокое отношение

r_2/r_1 для марки 26:13:0, по-видимому, связано с тем, что в образце №2 часть NA присутствует в свободной форме, а в образце №1 NA полностью связана в двойных солях.

Выводы. На основании проведенных исследований установлено, что увеличение степени аммонизирования фосфорной кислоты с $M = 1.0-1.1$ до $M = 1.6-1.7$ влияет

на свойства комплексных NP и NPK удобрений на основе АН.

Методом рентгеноструктурного и дериват графического анализа показано, что в состав NPK-удобрения (16:16:16 и 22:11:11) входят $(\text{NH}_4)_2\text{K}$ H_2PO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{K}_2\text{SO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{KNO}_3$, KCl и NH_4Cl . При $M = 1.6-1.7$ дополнительно присутствует $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. В состав удобрения NP (26: 13:0) входят $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $2\text{NH}_4\text{NO}_3$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и $3\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. При $M = 1.0-1.1$ в системе дополнительно присутствует NH_4NO_3 , при $M = 1.6-1.7$ дополнительно присутствуют $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Установлено, что разложение удобрений NPK происходит с сильным экзотермическим эффектом, а разложение удобрений NP - эндотермическим эффектом. Сильный экзотермический эффект разложения термического удобрения NPK связан с присутствием хлорсодержащих соединений.

Таблица №4 Уравнения зависимости динамической вязкости (МПа·с) суспензий нитрата фосфата аммония для $M = 1,05$ и $M = 1,45$ для различных значений влажности W (% масс.)

Было показано, что гигроскопичность для классов 26:13:0, 22:11:11, 16:16:16, 20:10:10, 19: 9: 19 и 27: 6: 6 уменьшается при увеличении M от 1.0–1.1 до 1.6–1.7.

Исследование термического разложения на примере марки 22:11:11 показало, что увеличение степени аммонизации до заданных значений увеличивает термическую стабильность и снижает интенсивность выделения соединений хлора, фтора и азотистых газов в газовую фазу.

Изучение термических и реологических свойств

аммонийно-фосфатно-нитратных суспензий позволило установить их высокую термическую стабильность, которая возрастает с увеличением степени аммонизации фосфорной кислоты. Вязкость суспензий сильно изменяется, имея минимальное значение при $M = 1,4-1,5$ и максимальное значение при $M = 1,0$. Вязкость суспензий увеличивается с уменьшением содержания влаги и уменьшается с повышением температуры в соответствии с законом Аррениуса-Андраде.

Бекзод ХОШИМОВ,
докторант ТашХТИ,
Нажмиддин МУМИНОВ,
Профессор ТашГАУ.

АДАБИЁТЛАР:

1. Кувшинников И.М. (1987) Минеральные удобрения и соли: свойства и способы их улучшения. Химия, Москва
2. Кононов А.В., Стерлин В.Н., Евдокимова Л.И. (1988) Основы технологии комплексных удобрений. Химия, Москва
3. Шмулян Е.К., Портнова Н.Л., Дорошина Т.В., Абашкина Т.Ф., Винник М.М. (1975) Определение состава аммиачно-нитратных фосфорных удобрений и промежуточных продуктов в процессе азотно-серного разложения фосфатов горных пород Каратау. Бюллетень Техничко-экономической информации НИИТЕХИМА 8: 18–23
4. Казаков А.И., Иванова О.Г., Курочкина Л.С., Плишкин Н.А. (2011) Кинетика и механизм термического разложения смесей нитрата и сульфата аммония. Russ J Appl Chem 84:1516–1523. doi:10.1134/S1070427211090102
5. Keenan AG, Dimitriadis B (1962) Mechanism for the chloridocatalyzed thermal decomposition of ammonium nitrate. J Chem Phys 37:1583–1586. doi:10.1063/1.173334
6. Chatterjee SK (1990) Experience with production of urea-based high-grade NPK fertilizers, urea-based NPK plant design and operating alternative: workshop proceedings. International Development Centre, Muscle Shoals, pp 14–20
7. Ranadurai S (1990) Operation experiences with NP-NPK granulation of coromandel fertilizers. Urea-based NPK plant design and operating alternative: workshop proceedings. International Development Centre, Muscle Shoals, pp 21–26
8. Тавровская А.Ю., Подлесская А.В., Портнова Н.Л. (1982) Термическая стабильность компонентов минеральных удобрений. Отчет 2. Фосфаты аммония, калия, кальция, алюминия и железа. Соединения магния. Труды НИУИФ 240:168–185.
9. Тавровская А.Ю., Портнова Н.Л., Абашкина Т.Ф. (1976) Термографическое исследование аммиачно-нитратно-фосфатного удобрения. Бюллетень Техничко-экономической информации НИИТЭХИМА 7: 10–14
10. Walker GM, Magee TRA, Holland CR, Ahmad MN, Fox JN, Moffat NA, Kells AG (1998) Caking process in granular NPK fertilizer. Ind Eng Chem Res 37:435–438. doi:10.1021/ie970387n

УЎТ: 633.88

ЎҚИНГ, ЭЪТИБОР БЕРИНГ

БЎЁҚДОР РЎЯН (RUBIA TINCTORUM L.) УРУҒНИНГ СИФАТ КЎРСАТКИЧЛАРИНИ УРУҒ ТОЗАЛИГИ

Аннотация. Ушбу илмий мақолада бўёқдор рўян ўсмилиги уруғ сифат кўрсаткичлари тажрибанинг (2,3,4-вариантлар) энг сараланган яхши уруғлар умумий оғирликга нисбатан 70-87,5 % ни ташкил қилди. Шу вариантлар ичида энг юқорги кўрсаткич тажрибанинг 4 вариантыда 87,5 % қайд қилинди, бу кўрсаткич 2 вариантга нисбатан 17,5 % 3 вариантга нисбатан эса 12,5 % юқори бўлди. Тажириба вариантлари ичида энг юқори уруғларни энергияси ва униб чиқиши 4 вариантда яъни 3 йилги кўчатлардан 10 августда териб олинган уруғларда қайд қилинди. Уруғларни униш энергияси 65,2 униб чиқиши эса 70,6% ни ташкил қилди. Бу кўрсаткичлар 2 вариантга нисбатан 5,2-7,9 %, 3 вариантга нисбатан эса 3,9-5,6 % юқори бўлди.

Аннотация. В данной научной статье показатели качества семян растений красителя рюян составили 70-87,5 % от общей массы наилучшим образом отобранных лучших семян опыта (варианты 2, 3, 4). Среди этих вариантов самый высокий показатель был зафиксирован в 87,5 % в 4 вариантах эксперимента, который был на 17,5 % выше в варианте 2 и на 12,5 % выше в варианте 3. Среди опытных вариантов наибольшая энергия семян и всхожесть зафиксированы в 4 вариантах - семенах, собранных 3 августа с 3-летних проростков. Энергия прорастания семян составила 65,2, всхожесть 70,6%. Эти показатели были на 5,2-7,9% выше варианта 2 и на 3,9-5,6 % выше варианта 3.

Annotation. In this scientific article, the quality indicators of seeds of plants of the ruyan dye amounted to 70-87.5% of the total mass of the best selected seeds of the experiment (options 2, 3, 4). Among these options, the highest rate was recorded at 87.5% in 4 variants of the experiment, which was 17.5% higher in option 2 and 12.5% higher in option 3. Among the experimental variants, the highest seed energy and germination capacity were recorded in 4 variants - seeds collected on August 3 from 3-year-old seedlings. The seed germination energy was 65.2, the germination rate was 70.6%. These indicators were 5.2-7.9% higher than option 2 and 3.9-5.6% higher than option 3.

Доривор ўсимликлар уруғчилигида уруғларнинг сифат кўрсаткичларини аниқлаш муҳим масала ҳисобланади. Уруғларни сифат кўрсаткичларига 1000 та дона уруғ оғирлиги, уруғнинг тоза-лиги, униш энергияси ва униб чиқиш тезлиги киради.

Бўёқдор рўян (*Rubia tinctorum* L.) Меваси 1—2 уруғли, шарсимон, олдин

қизил, кейинчалик қора ранга айланувчи сершира хўл мева. Уруғ усти ғадир-будур, қора ранга бўлиб, диаметри 2-3 мм. 1000 та дона уруғ вазни 27,4 гр ташкил қилади.

Уруғнинг тозаллигини аниқлашда унинг тўлиқ пишиб етилганлиги, бутунлиги, уруғни гул олди қисмининг зарарланганлиги, брушган ёки бир томонга

этилган уруғлар, уруғга аралашган похлар ўрганилди.

Бўёқдор рўян ўсимлиги уруғининг тозаллигини аниқлаш учун ҳар бир вариантдан 4,0 г. 3 та намуна олинди ва ҳар бир уруғ намуналари алоҳида лупа ёрдамида кўздан кечирилиб, тўлиқ пишиб етилган, бутун уруғлар бир бўлакга, зарарланган, брушган, қийшиқ, иккинчи