

Hipersensibilização do Filme Kodak Technical Pan 2415

Marco Antonio De Bellis

1. INTRODUÇÃO

Embora a utilização do filme fotográfico venha diminuindo dia a dia a nível profissional¹ como substrato para a fotografia astronômica, ele continua sendo o meio ideal para o amador. Isto se deve, entre outros fatores, a sua disponibilidade, baixo preço e alta resolução, quando comparado aos modernos sensores eletrônicos (CCDs). Estes últimos, embora com muito maior sensibilidade à luz que os filmes fotográficos, mesmo hipersensibilizados, tem a desvantagem do elevado preço, estando portanto além do poder aquisitivo da maioria dos amadores.

No final da década de 70, foi lançado pela Eastman Kodak Co. o filme Technical Pan 2415 (inicialmente com a sigla SO-115) para substituir o antigo High Contrast Copy Film¹³. Trata-se de um filme extremamente versátil podendo ser utilizado tanto para fotografia pictórica como para alto contraste. De acordo com o revelador utilizado e com o tempo de revelação sua sensibilidade pode variar de ISSO 25 a 320. O contraste será tanto maior quanto maior for a sensibilidade adotada.

Submetido a hipersensibilização, ele se transforma na mais poderosa arma de que o astrofotógrafo pode dispor, uma vez que a resolução (400 linhas por mm), contraste e baixa granulação são inigualadas por qualquer outro filme. Sendo pancromático possui sensibilidade espectral suficiente para abranger toda a gama visível, em especial a região do H alfa, de grande importância na fotografia das nebulosas de emissão.

Sabe-se de longa data que certos agentes presentes na atmosfera, como o oxigênio e a umidade, exercem efeito negativo no que diz respeito à sensibilidade do filme frente a níveis muito baixos de iluminação e conseqüentemente em exposições prolongadas. A comprovação disto é o aumento da sensibilidade do filme para tais exposições, quando previamente submetido a um vácuo². Da mesma forma, a remoção de tais agentes mais a exposição ao nitrogênio, ao hidrogênio ou a uma mistura de ambos (Forming Gas) acarreta um aumento considerável da sensibilidade^{3,4,5}. Convém lembrar aqui que o tratamento mais adiante exposto não altera a sensibilidade do filme para exposições de curta duração, como os instantâneos usados correntemente em fotografia pictórica, mas apenas para as longas exposições usadas na fotografia astronômica.

O filme 2415 pode ainda ser hipersensibilizado por aquecimento em atmosfera isenta de umidade⁶ ou por

imersão em solução de nitrato de prata imediatamente antes de ser exposto⁷.

De todos os métodos descritos, a hipersensibilização pelo Forming Gas parece ser a mais prática e eficiente, pelo menos para o amador e é apenas dela que trataremos a seguir.

O filme 2415 é encontrado no comércio em vários formatos (35 mm, 120, filme plano e placas de vidro). Trataremos apenas da hipersensibilização do formato 35 mm. O filme não se encontra no comércio brasileiro requerendo sua aquisição no país de origem, o que constitui talvez sua única desvantagem para nós. Por sua vez, o formato 35 mm tem duas apresentações: rolos de 36 exposições e carretéis de 150 pés. Recomendamos a utilização destes últimos por razões de economia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os equipamentos necessários ao tratamento que a seguir será descrito foram adquiridos no nosso mercado, ficando portanto ao alcance de qualquer pessoa interessada em realizá-lo. São eles:

- Tanque de hipersensibilização
- Bomba de vácuo
- Cilindro de gás com manômetro
- Termostato (50 a 60°C)
- Termômetro

O tanque utilizado por nós é semelhante ao modelo comercializado por uma firma americana (LUMICON)²¹ especializada em equipamentos para astrofotografia e astronomia em geral. Foi usinado a partir de um cilindro de alumínio com diâmetro de 5 polegadas do qual foi feita também a tampa, na qual há três orifícios: dois providos de torneira para evacuação e admissão de gás, respectivamente, e o outro para o manovacuo metro, necessário para a medição do vácuo e da pressão do gás durante o tratamento. A tampa é presa firmemente ao tanque através de quatro parafusos providos de borboletas. Entre ambos interpõe-se uma junta de vedação em borracha preta cuja espessura não é tão crítica. Tanto as paredes do tanque quanto sua tampa devem ter uma espessura de aproximadamente 1/2 polegada (12 mm) para que haja uniformidade térmica no seu interior. Dentro dele é deixado um carretel espiralado, do tipo usado em revelação, para manter o filme fora de sua bobina durante o tratamento. A propósito, alguns autores tratam seus filmes sem os removerem de suas bobinas⁸. Recomendamos, entretanto, que esta técnica seja evitada pois, embora

mais prática, requer tempo maior de tratamento e produz um resultado final não uniforme em toda a superfície do filme.

O aquecimento do tanque é obtido através de resistores presos à sua base e tampa, respectivamente, a fim de assegurar uniformidade térmica em todos os pontos do filme; de outra forma o tratamento seria desigual. No nosso caso, tais resistores tem os seguintes valores: Base - dois resistores de 150 ohms 20 watts ligados em série dando portanto um valor resultante de 300 ohms 40 watts; Tampa - um resistor de 330 ohms 20 watts. Este conjunto é ligado ao termostato. Todas as conexões de gás feitas à tampa devem ser herméticas, não só aos gases como também à luz. Outros autores obtêm o aquecimento dos tanques através de câmaras térmicas ao invés da utilização dos resistores citados⁷. Da mesma forma recomendamos a consulta a outros trabalhos que propõem excelentes modelos de tanques^{9,10}. O aspecto final do tanque não é crítico, valendo apenas a imaginação de cada um.

A bomba de vácuo pode ser de dois tipos: manual e elétrica. O vácuo obtido pelas bombas elétricas (0.01 torr) é de melhor qualidade que aquele obtido pelas manuais (50 torr). Ainda mais, as bombas elétricas representam uma economia de gás pois basta apenas evacuar o tanque uma só vez e enchê-lo com o gás ao invés da repetição deste ciclo por três a quatro vezes como é o caso das bombas manuais. Devemos levar em conta, no entanto, que as bombas elétricas são muito dispendiosas e sua aquisição se justifica apenas para quem prevê um grande volume de trabalho.

Os filmes em geral podem ser hipersensibilizados por exposição ao hidrogênio ou ao forming gas como já dissemos. A grande desvantagem do hidrogênio puro é a sua inflamabilidade. Em determinadas concentrações é explosivo. Por este motivo utilizamos uma mistura de Nitrogênio (92%) e Hidrogênio (8%) conhecida pelo nome de Forming Gas; no nosso comércio é chamada de Mistura Verde, sendo fornecida em cilindros de vários tamanhos a uma pressão de 150 bar aproximadamente. O cilindro deve ser provido de monometro e regulador para reduzir a pressão no interior daquele até a pressão de trabalho do tanque. Tanto a mistura citada como o cilindro de gás podem ser obtidos nas firmas que comercializam gases medicinais e industriais. Um cilindro contendo um metro cúbico de gás é suficiente para centenas de tratamentos.

Os termostatos podem ser do tipo convencional ou eletrônico. Ambos tem bom desempenho sendo indiferente seu uso. O sensor deve ser posicionado no interior da parede lateral do tanque através de um orifício de aproximadamente 4 a 5 mm de diâmetro, usinado desde a tampa do tanque, inclusive, e estendendo-se até aproximadamente 2 cm da base. Outra furação semelhante deve ser incluída para o sensor do termômetro. A saída do termostato é intercalada entre os resistores aquecedores e a rede, atuando portanto como interruptor. Os termostatos eletrônicos tem a vantagem de não possuírem partes móveis e não serem muito dispendiosos, requerendo apenas alguma prática

construtiva em eletrônica para a sua realização¹¹. Temos experiência como um modelo por nós projetado que mantém a temperatura dentro de uma faixa de 0.2 graus centígrados, desempenhando perfeitamente sua função há três anos. Utiliza como sensor um diodo de silício, além de componentes de fácil obtenção.

Embora o termômetro não seja absolutamente necessário, recomendamos o seu uso no sentido de permitir um controle mais rigoroso da temperatura e conseqüentemente maior consistência no que diz respeito aos resultados. Da mesma forma que com os termostatos, o termômetro pode ser do tipo convencional de mercúrio ou álcool bem como eletrônico. O sensor deve ser colocado no interior da parede do tanque, como já foi explicado no parágrafo anterior.

Todos os componentes descritos acima, podem ser obtidos sob a forma de Kit par Hipersensibilização através da firma americana já citada (LUMICON). Enfatizamos, no entanto, a recomendação de que cada qual construa seu próprio conjunto, uma vez que a técnica envolvida é tão simples quanto aquela própria a preparação dos filmes hipersensibilizados.

Para que haja consistência na obtenção da chamada Velatura Química, da qual nos ocuparemos mais adiante, é necessário repetir com rigor sempre a mesma técnica. Com efeito, as receitas para hipersensibilização do filme 2415 são tão numerosas quanto seus autores¹², o que significa dizer que cada qual obtém o grau ideal de Velatura Química através de um tratamento diferente.

Enquanto aguarda o tratamento, o filme deve ser estocado a baixa temperatura, de preferência em congelador; isto prolonga em muito a vida útil do mesmo. temos utilizado filme estocado nestas condições, vencido há dois anos, obtendo exatamente o mesmo resultado que o do filme novo. Além da baixa temperatura, assegura-se a eliminação da umidade através da utilização de pequena quantidade de sílica gel colocada no interior do recipiente que contém o filme.

Aproximadamente seis horas antes do início do tratamento, o filme é retirado do refrigerador, dentro de seu recipiente, para equilibrar a temperatura com a ambiente. Passado este período, o filme é levado para a câmara escura e disposto, no comprimento devido, no carretel espiralado, que é então colocado no interior do tanque; este é fechado através dos parafusos e o tanque evacuado com a bomba apropriada. A seguir admite-se o gás até a pressão atmosférica. Novamente evacua-se o tanque e admite-se o gás. Este processo é repetido de três a quatro vezes e tem por finalidade eliminar completamente qualquer traço de oxigênio ou umidade ainda presentes no interior do tanque, e é necessário apenas no caso das bombas manuais. Com as bombas elétricas basta uma só vez. O gás é então deixado a uma pressão de 0,5 Kgf/cm², as torneiras são hermeticamente fechadas e inicia-se o aquecimento do tanque.

A duração do tratamento vai depender da temperatura adotada. Como ponto de partida, utilizar 72

horas a 50°C ou 24 horas a 60°C. Neste ponto, devemos considerar, como já dissemos, que são inúmeras as receitas; os tempos e temperaturas citados são aproximados. Cada qual determinará por experiência qual o tempo e a temperatura ideais em suas mãos^{14,15,16,17}. Terminado o tratamento, o tanque é levado à câmara escura e, após equilibrar sua temperatura com a ambiente, o filme é removido e colocado na bobina para ser utilizado. Convém lembrar que deste ponto em diante o filme se torna extremamente sensível mesmo a níveis muito baixos de iluminação; isto significa que as bobinas contendo filme hipersensibilizado devem ser manipuladas em ambientes pouco iluminados e, mesmo assim colocados rapidamente na câmara fotográfica. O filme 2415 hipersensibilizado conserva-se muito bem sob refrigeração no congelador ou “freezer” a temperatura de -18°C; nestas condições pode ser armazenado por vários meses. É importante que seja estocado em recipientes hermeticamente fechados, no interior dos quais se acrescentou pequena quantidade de sílica gel, para absorção da umidade. Além disso, costumamos utilizar recipientes estanques a luz.

Uma vez deixado à temperatura e umidade ambientes, ou dentro da câmara fotográfica, o filme deve ser utilizado em no máximo uma semana. Mesmo assim, tanto melhor quanto mais breve seja exposto e revelado, uma vez que sua sensibilidade principia a declinar, bem como aumenta o grau de velatura.

Depois de exposto, o filme deve ser revelado o quanto antes pois, segundo alguns autores, parece haver um certo decaimento na imagem latente a medida que passa o tempo¹⁵. Temos por hábito processar nossos filmes após, no máximo, 48 horas do momento em que foram expostos.

O revelador ideal para o filme 2415 hipersensibilizado é o Kodak D-19¹⁸; o tempo de revelação é de 4 a 5 minutos a 20 graus centígrados. Chamamos a atenção para um controle rigoroso da temperatura pois pequenas variações acarretam grandes diferenças no resultado final. Terminada a revelação, o filme passa por um banho interruptor ácido durante 1 minuto, com a finalidade de abaixar o pH, e em seguida ao fixador que pode ser o Kodak F-5 ou qualquer outro fixador endurecedor, aí permanecendo por aproximadamente 5 minutos. É então lavado e secado da maneira habitual.

3. RESULTADOS

O ganho de sensibilidade obtido é indiscutível e impressionante. Embora alguns autores refiram ganhos de 5,5 vezes, outros obtiveram até 40 a 50 vezes. Esta discrepância se deve não só aos métodos de tratamento empregados, que eram diferentes, bem como aos critérios de avaliação dos resultados^{4,8}. O fato é que o ganho é tanto maior quanto maior for o tempo de exposição utilizado para comparação.

O ponto ideal de tratamento é avaliado através da observação ou medição da assim chamada Velatura Química, que pode ser definida como o aumento na

densidade do filme não exposto que é então revelado. Ela se deve ao efeito redutor do hidrogênio sobre os grãos de prata. O ganho máximo de sensibilidade se obtém quando a Velatura Química é de cerca de 0.30. Se a densidade é menor que este valor, a sensibilidade não é máxima e o tratamento deve ser mais prolongado. Pelo contrário, se for maior, ela vai interferir na obtenção de uma boa ampliação ou cópia, diminuindo o contraste; neste caso procura-se reduzir o tempo de tratamento ou a temperatura.

A avaliação do grau de velatura pode ser feita por meio de um densitometro ou por comparação com filtros de gelatina cuja densidade é conhecida. Tais filtros são encontrados no comércio de material fotográfico sob a sigla de ND (Neutral Density). Embora a medição por densitometria seja a mais precisa, o preço destes instrumentos os coloca completamente fora do alcance do amador. Uma boa alternativa é a utilização de um fotômetro para a avaliação deste parâmetro. Inicialmente coloca-se sobre o sensor do fotômetro um fragmento do filme 2415 não tratado mas revelado e fixado da maneira habitual e observa-se a leitura, anotando-a. Em seguida substitui-se este fragmento por um outro de filme hipersensibilizado e revelado sem ter sido exposto. O ponto ideal é aquele em que a diferença entre as leituras for de um “stop” fotográfico¹⁹. Uma vez atingido este ponto, a consistência dos resultados dependerá apenas do rigor com que sejam repetidas as etapas do processo. Depois de exposto e revelado pode-se obter ampliações em papel fotográfico grau 3 ou então diapositivos copiando os negativos no próprio filme 2415 não hipersensibilizado, em um duplicador de slides. Para obter bom contraste, revelar estes positivos por 7 minutos a 20 graus centígrados no mesmo revelador D-19.

Embora não tenhamos realizado nenhum teste quantitativo para avaliar numericamente qual o ganho de sensibilidade em nossa experiência, procuramos fotografar um mesmo objeto com filme não tratado e logo após com filme hipersensibilizado, para comparação. As duas fotografias foram feitas na mesma noite com objetiva de 135mm de distância focal, a f/2.8, tempo de exposição de 30 minutos e filtro vermelho #25A. Para a primeira fotografia, utilizamos o filme não tratado; imediatamente após terminada esta, carregamos a câmara com o filme hipersensibilizado e repetimos a exposição exatamente nas mesmas condições. Os dois filmes foram revelados no mesmo tanque para que a igualdade dos tratamentos fosse mantida. O resultado pode ser avaliado pela observação das figuras 1 e 2.

A figura 3 mostra a nebulosa NGC 6514 (M20), fotografada no foco primário de um refletor Schmidt-Cassegrain com 2000mm de distância focal, a f/10 e 90 minutos de exposição. Note-se a sensibilidade do filme para o azul e o vermelho ao registrar as regiões de emissão e reflexão do referido objeto. Cabe lembrar que estas fotografias foram feitas em meio a intensa poluição luminosa do Rio de Janeiro, o que só serve para exaltar as qualidades do filme, em especial do contraste.

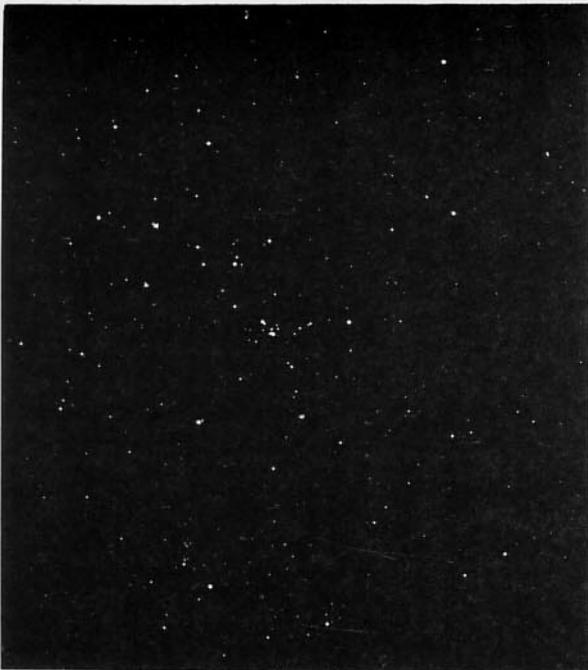


Fig 1. NGC 3372. 135mm, f/2.8, 30 minutos de exposição, filtro #25A, filme não hipersensibilizado. Comparar com fig 2.



Fig 2. NGC 3372. Mesmas condições da fig 1. Filme hipersensibilizado. Note-se o ganho de sensibilidade.



Fig 3. NGC 6514 (M20). 2000mm, f/10, 90 minutos de exposição. Hipersensibilizado por 24 horas a 60°C.

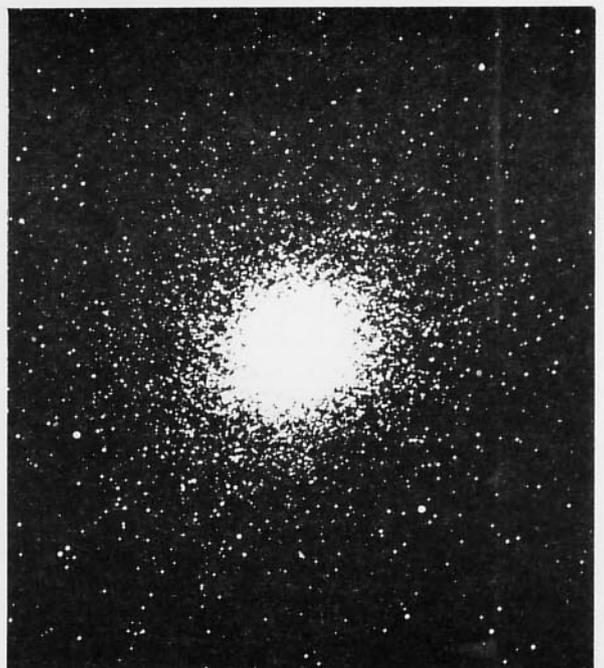


Fig 4. NGC 5236 (M83). 2000mm, f/10, 60 minutos de exposição. Hipersensibilizado por 72 horas a 50°C.

Na figura 4 vemos a galáxia NGC 5236 (M83), sendo a óptica idêntica a da figura 3 com tempo de exposição de 60 minutos. Tendo em vista a qualidade do céu sob o qual foram tomadas estas fotografias, pode-se dizer que o filme opera verdadeiros milagres; a habilidade (“Detective Quantum Efficiency”) em separar de um fundo de céu muito claro, um objeto extremamente tênue é extraordinária.

Da mesma forma, fomos capazes de, com o telescópio descrito nas figuras 3 e 4, atingir magnitude estelar de 18, mesmo sob o céu de má qualidade já mencionado.

Enfim, se analisarmos os filmes fotográficos de uso corrente pelo amador, veremos que sob o ponto de vista de registro, resolução e contraste, o filme Kodak Technical Pan 2415 é inigualável.

4. CONCLUSÃO

Como vimos, através de técnica não muito complexa é perfeitamente acessível ao aficionado de astrofotografia, tem-se a mão um filme capaz de proporcionar resultados altamente gratificantes. O contraste, resolução e sensibilidade a todo o espectro visível fazem dele o filme ideal para fotografia de qualquer tipo de objeto astronômico.

Cabe lembrar que o equipamento descrito pode ser também utilizado para a hipersensibilização de filmes coloridos, tanto diapositivos como negativos. A técnica utilizada é essencialmente a mesma, variando apenas as condições. A título de sugestão, recomendamos o filme Kodak Ektachrome 400 para a obtenção de diapositivos e o Fuji Super KG 400 para ampliações, embora qualquer outro filme possa ser hipersensibilizado; uns mais outros menos, todos eles tem seu desempenho melhorado no que diz respeito a sensibilidade a níveis baixos de iluminação²⁰. A resolução e o contraste dos filmes coloridos, no entanto, não são comparáveis ao filme 2415, sendo necessário, quando estes últimos são utilizados após hipersensibilização, céu de boa qualidade para se chegar a um resultado satisfatório.

Como ponto de partida para o tratamento dos filmes coloridos citados acima temos: Ektachrome 400 - 0,25 Kg/cm² de pressão, 50°C, 12 horas. Fujicolor Super HG 400 - 0,25 Kg/cm², 50°C, 24 horas.

Uma vez hipersensibilizados, os filmes coloridos podem ser armazenados em congelador mas não se conservam tão bem como o 2415; devem ser utilizados, no máximo, após um mês de estocagem, durante a qual vão perdendo gradativamente a sensibilidade. Da mesma forma, uma vez expostos, são revelados o mais rapidamente possível, de preferência no dia seguinte a noite em que foram utilizados.

O uso do “Forming Gas” parece ser o processo mais prático, ao menos par o amador, de hipersensibilização tanto do filme 2415 como dos filmes coloridos. Embora os sensores eletrônicos venham, dia a dia, ganhando terreno e substituindo a emulsão fotográfica, podemos prever que, pelo menos a nível amador, a hipersensibilização ainda será utilizada por muitos anos.

5. REFERÊNCIAS

1. The Last 200-inch Plate. Sky & Telescope, February 1990, p.134.
2. Lewis, W.C, Babcock, T.A. and James T.H.: The Effects of Vacuum on the Sensitivity and Reciprocity Characteristics of Some Kodak Spectroscopic Emulsions, AAS Photo Bulletin (3), 1971 n° 1, p. 7.
3. Smith, A.G: Reciprocity Failure of Hypersensitized and Unhypersensitized Kodak Technical Pan Film 2415, AAS Photo Bulletin (31), p.9.
4. Everhart, E.: Hypersensitization and Astronomical Use of Kodak Technical Pan Film 2415. AAS Photo Bulletin (24), p.3.
5. Scott, R.L.: Additional Hypersensitization Tests on Kodak Technical Pan Film 2415. AAS Bulletin (42), p. 6.
6. Miller, W.C.: Reduction of Low-Intensity Reciprocity Failure in Photographic Plates by Controlled Baking. AAS Photo Bulletin (2), p. 15.
7. Scott, R.L.: Hypersensitization of Kodak Technical Pan Film with Forming Gas, Dry Nitrogen and Silver Nitrate. AAS Photo Bulletin (33), p.14.
8. Marling, J.: Gas Hypersensitization of Kodak Technical Pan Film 2415. AAS Photo Bulletin (24), p.9-12.
9. Sliva, R.: Hypersensitization, Part 1. Astronomy, April 1981, 39-42.
10. Sliva, R.: Hypersensitization, Part 2. Astronomy, May 1981, 48-50.
11. Cole, D.: Temperature Control of a Hypering Tank. Sky & Telescope, December 1989, 658.
12. di Cicco, D.: Notes from the Outback. Sky & Telescope, April 1988, 444-445.
13. Healy, D.: Using SO-115 Film. Astronomy, April 1980, 54-57.
14. Dragesco, J.: Introduction a l’etude experimentale du defaut de reciprocite des emulsions sensibles avant et apres hypersensibilization par l’hydrazote (“Forming Gas”). Pulsar n° 662, Septembre-Octobre 1987,193-195.
15. Dragesco, J.: Defaut de reciprocite des emulsions sensibles avant er apres hypersensibilization par l’hydrazote (“Forming Gas”). Pulsar n° 663, November-December 1987, 231-235.
16. Marling, J.: The 2415 Revolution. Astronomy, March 1982, 59-63.
17. Hooley, M.: Astrophotography with Tech Pan 2415 Film. Astronomy, July 1986, 76-79.
18. Conrad, C.M., Smith, A.G., McCuiston, W.B.: Evaluation of Nine Developers for Hypersensitized Kodak Technical Pan Film 2415. AAS Photo Bulletin (38), p.3.
19. Maury, A.: A Hypersensitizing Primer. Sky & Telescope, June 1988, 586-589.
20. Smith, A.G. & Schrader, H.W.: Balanced Hypersensitization of a Fast Reversal Color Film. AAS Photo Bulletin, (21), p. 9-14.
21. LUMICON. 2111 Research Drive #5. Livermore, CA 94550.